



# RELATÓRIO FINAL DA VI EXPEDIÇÃO CIENTÍFICA DO BAIXO SÃO FRANCISCO

**Organizadores**

**Emerson Carlos Soares  
José Vieira Silva  
Themis de Jesus da Silva**

**Maceió-AL  
Junho/2024**

# EXPEDIENTE

Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

Reitor  
**Josealdo Tonholo**

Vice-reitora  
**Eliane Cavalcanti**

Expedição Científica do  
Baixo São Francisco

Coordenadores  
**Prof. Dr. Emerson Soares (UFAL)**  
**Prof. Dr. José Vieira (UFAL)**  
**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Themis Silva (UFAL)**

Revisão  
**Rose Ferreira**

Edição  
**Rose Ferreira**  
**Iara Melo**

Diagramação  
**Iara Melo**

## INVESTIDORES

MINISTÉRIO DA  
PESCA E  
AQUICULTURA

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO



Relatório disponível em:  
[ufal.br/expedicao-sao-francisco](http://ufal.br/expedicao-sao-francisco)

# SUMÁRIO

## SAÚDE COLETIVA ••••• 04

1. Ações de saúde coletiva em municípios ribeirinhos localizados no Baixo São Francisco ..... 05
2. Ações de saúde bucal e levantamento epidemiológico da cárie dentária em escolares das comunidades ribeirinhas da região do Baixo São Francisco durante a VI Expedição no ano de 2023..... 34

## ANÁLISE DE ÁGUAS ••••• 43

3. Análise físico-química e microbiológica da água em municípios do Baixo São Francisco ..... 44
4. Fitoplâncton do Baixo rio São Francisco..... 65
5. Avaliação de genotoxicidade utilizando peixes coletados na VI Expedição do São Francisco..... 78
6. Avaliação de biomarcadores antioxidantes enzimáticos e histopatológicos nos peixes coletados durante VI Expedição no São Francisco..... 86
7. Investigação de salmonella spp e bolores em pescados comercializados em feiras livres do Baixo São Francisco.....102
8. Biofonia e a produção de sons de peixes nativos do Baixo rio São Francisco.....113
9. Monitoramento de pesticidas no Baixo São Francisco.....135
10. Evidências de contaminação microplástica no Baixo rio São Francisco.....165
11. Características da atividade pesqueira nas V e VI Expedições Científicas do Baixo São Francisco.....186

## SOLOS, MANGUEZAIS E ECOLOGIA ••••• 213

12. Monitoramento Ambiental das matas ciliares dos principais afluentes do Rio São Francisco em seu baixo curso.....214
13. Estrutura fitossociológica e densidade populacional do caranguejo-uçá no bosque de mangue da foz do Rio São Francisco.....226

## PATRIMÔNIOS E POVOS ORIGINÁRIOS ••••• 232

14. Antropologia das populações tradicionais.....233
15. Arqueologia subaquática nas Expedições Científicas do Baixo rio São Francisco: paisagens e longa duração.....253
16. Indicações Geográficas e seu potencial uso como ferramenta para o desenvolvimento regional sustentável nos municípios do Baixo São Francisco.....273
17. Práticas corporais do Baixo São Francisco: a hegemonia futebolística e o brincar livre com o rio.....287

## EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SANEAMENTO RURAL ••••• 297

18. IBGE na VI Expedição Científica do Baixo São Francisco..... 298
19. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico: Jogo Akauana - oficina para os professores..... 307
20. Participação da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH-AI)..... 323
21. A Popularização e a Democratização do Ensino de Ciências através do Sesc Ciência do Distrito Federal nas Expedições Científicas do Baixo São Francisco..... 330
22. “Cultivar Água, Colher Serviços Ambientais”: Educação ambiental hídrica e climática com o público do Baixo São Francisco..... 338
23. Fossas agroecológicas para o tratamento de efluentes sanitários no Baixo São Francisco..348

## COMUNICAÇÃO ••••• 362

24. Ações de comunicação na VI expedição: ações e resultados..... 363

# SAÚDE COLETIVA

# 1. AÇÕES DE SAÚDE COLETIVA EM MUNICÍPIOS RIBEIRINHOS LOCALIZADOS NO BAIXO SÃO FRANCISCO

Área de conhecimento: Ciências da Saúde.  
Subárea de conhecimento: Saúde pública.

Eliane Aparecida Holanda Cavalcanti<sup>1</sup>  
Abel Barbosa Lira Neto<sup>2</sup>  
Adriano José dos Santos<sup>3</sup>  
Antonio Passos Lima Filho<sup>4</sup>  
Bruna Priscila dos Santos<sup>5</sup>  
Ericlis dos Santos Silva<sup>3</sup>  
Francine Simone de Mendonça Silva<sup>6</sup>  
Giovanna Maria Rodrigues Wanderley<sup>7</sup>  
Karol Fireman de Farias<sup>8</sup>  
Larissa Silveira de Mendonça Fragoso<sup>9</sup>  
Marcia Cristina da Silva<sup>10</sup>  
Maria do Socorro Meneses Dantas<sup>4</sup>  
Mário Jorge Jucá<sup>11</sup>  
Nathali da Silva Araújo<sup>12</sup>  
Rikelly Rhuana Nunes Silva<sup>7</sup>  
Silvia Girlane Nunes da Silva<sup>9</sup>

## RESUMO

O estudo transversal descritivo realizado durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco em novembro de 2023 teve como objetivo principal caracterizar o perfil epidemiológico da comunidade ribeirinha. Utilizando formulários semiestruturados, foram coletados dados sociodemográficos e amostras biológicas por punção venosa, raspagem cervical e entrega direta pelo paciente (fezes e urina). As amostras foram processadas no Laboratório Clínico da UFAL do Campus de Arapiraca - UFAL, e os dados foram analisados estatisticamente no Software SPSS após tabulação no Microsoft Excel. Dos 294 participantes das ações de saúde, a maioria era do sexo feminino (65,43%). Foram realizados cerca de 4000 exames, revelando altas prevalências de diabetes mellitus tipo II, hipertensão arterial, dislipidemias, infecções sexualmente transmissíveis e desidratação. Também foram observadas prevalências acima de 15% para infecções parasitárias e presença de sangue oculto nas fezes. Dificuldades de acesso a exames endoscópicos

- 1 Bióloga, Docente, coordenadora do Lab. Clínico da UFAL - Unidade de Testagens da UFAL e coordenadora das ações de saúde na Expedição Científica do São Francisco;
- 2 Farmacêutico, Técnico da UFAL - Campus de Arapiraca;
- 3 Biólogo, Bolsista do Lab. Clínico da UFAL - Unidade de Testagens da UFAL - Campus de Arapiraca;
- 4 Docente. Educador/a Físico/a - Campus A.C. Simões;
- 5 Biomédica, Bolsista do Lab. Clínico da UFAL - Unidade de Testagens da UFAL-Campus de Arapiraca;
- 6 Acadêmica de Ciências Biológicas - Campus de Arapiraca;
- 7 Enfermeira, Docente da UFAL - Campus de Arapiraca;
- 8 Dentista, Docente da UFAL - Campus A.C. Simões;
- 9 Bióloga, Docente da UFAL - Campus de Arapiraca;
- 10 Bióloga, Docente da UFAL - Campus de Arapiraca;
- 11 Médico, Docente da UFAL - Campus A.C. Simões;
- 12 Acadêmica de Enfermagem, UFAL - Campus de Arapiraca.

comprometem o diagnóstico digestivo, enquanto alterações no ritmo de filtração glomerular indicam incidência elevada de comprometimento renal. Os idosos relataram qualidade de vida neutra e insuficiência financeira para suas necessidades. Embora preservem a funcionalidade muscular, muitos enfrentam dificuldades com a força das pernas. Adolescentes têm limitações no acesso a equipamentos de lazer. A receptividade e participação dos ribeirinhos nas ações de educação em saúde são promissoras para promover o autocuidado. Os resultados preliminares destacam a urgência de políticas públicas de saúde para melhorar a qualidade de vida dessa população.

**Palavras-chave:** Comunidades ribeirinhas; Doenças crônicas transmissíveis; Doenças crônicas não transmissíveis; Saúde pública. Lazer.

## INTRODUÇÃO

A difícil realidade da população que habita as margens da região do Baixo São Francisco e as desigualdades sociais, são problemas enfrentados comumente em países em desenvolvimento, sendo ainda muito mais marcantes em comunidades vulneráveis. Em locais com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) baixo ou médio, a neoplasia maligna mais frequente em mulheres é o câncer de colo uterino, excluindo tumores malignos não melanoma. No Brasil, as Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT), são responsáveis por cerca de 72% dos óbitos, representando a primeira causa de mortalidade e de hospitalizações (BRASIL, 2021). Em 2019, 54,7% dos óbitos registrados no Brasil foram causados por DCNTs e 11,5% por agravos. Segundo a Organização mundial da saúde (OMS), em países em desenvolvimento a aderência aos tratamentos chega a ser apenas de 20% (OMS, 2003).

Levantamentos epidemiológicos constituem instrumentos importantes para o reconhecimento de fatores, causa e ação de morbidades, assim como, ratificam as desigualdades sociais. Esses instrumentos são capazes de viabilizar ações de políticas públicas em saúde (sendo uma delas os rastreamentos) sobretudo para grupos sociais excluídos ou pouco estudados. Ressalta-se que rastreamentos de um modo geral, são uma estratégia extremamente importante, em virtude da evolução, temporalidade, tratamento e cura. O diagnóstico precoce permite uma qualidade de vida do paciente e uma maior probabilidade de cura. Outrossim, o tratamento precoce poderá ser melhor manejado não ocasionando colapso ao serviço.

A Expedição Científica do Rio São Francisco vem como uma importante estratégia interinstitucional voltada a contribuir com a redução dos gargalos sociais levando ações de pesquisa e extensão na área ambiental desde 2018. Com o propósito de ampliar as áreas de conhecimento, em 2021 foram iniciadas ações de saúde, com coletas e análises para o diagnóstico da COVID-19.

Em 2023, a área de saúde coletiva foi intensificada com realização de consultas médicas e odontológicas, encaminhamento para alta complexidade, exames hematológicos, bioquímicos, parasitológicos, citológicos, de biologia molecular e avaliações de saúde na população idosa. Para além disso, ações de castrações animais também foram desenvolvidas visando uma interface direta nas ações de saúde pública. Nessa perspectiva, o objetivo principal das ações de saúde foi caracterizar o perfil epidemiológico de doenças crônicas não transmissíveis na população ribeirinha do baixo São Francisco, visando obter informações que possam subsidiar ações de saúde de caráter multiprofissional, de modo que possa contribuir para melhorias no bem-estar e qualidade de vida da população, assim como, no desenvolvimento de novas políticas de saúde pública para os povos ribeirinhos.

## METODOLOGIA

Foi realizado um estudo transversal descritivo durante o período de 20 a 30 de novembro de 2023 em cidades ribeirinhas localizadas na região do Baixo São Francisco: Piranhas-AL, Pão de Açúcar-AL, Traipu-AL, Propriá-SE, São Brás-AL, Igreja Nova-AL, Penedo-AL e Piaçabuçu-AL. O conjunto das cidades visitadas/estudadas abrange uma área de aproximadamente 3.486.635km<sup>2</sup>, com uma população total em torno de 226.738 habitantes (IBGE, 2020). Foram realizadas 294 triagens em pacientes com idade igual ou superior a 18 anos, os quais assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE). Essa pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da Universidade Federal de Alagoas (CEP/UFAL), sob parecer de nº 6.524.679 (CAAE: 75027223.0.000.5013)

A coleta de dados sociodemográficos foi realizada através de formulários semi estruturados, assim como, foi também aplicado o Instrumento validado de qualidade de vida da EUROHIS-EUROHIS - QOL8, originado dos itens do WHOQOL- BREF e produzido pelo grupo WHOQOL da OMS (Romero et al., 2022). As amostras biológicas (sangue, fezes, sangue, urina e outras secreções) foram obtidas por via direta (punção venosa, raspagens cervicais, e/ou entregues pelo próprio paciente, a exemplo, de fezes e urina). O material obtido foi acondicionado em caixas térmicas a 20°C, sendo imediatamente encaminhado para o processamento no Laboratório Clínico da UFAL - Unidade de Testagens do Campus de Arapiraca - UFAL. No soro (sem coagulante) ou no plasma (com anticoagulante) foram realizadas as dosagens bioquímicas. As análises hematológicas foram realizadas através de avaliação automatizada das células do sangue. No hemograma, foram analisados os componentes celulares, os quais constituíram os resultados do eritrograma, leucograma e plaquetograma. Tanto o soro quanto o plasma, foram refrigerados por até 3 dias ou congelados por 30 dias até a sua análise, sem prejuízo no resultado.

Para as análises parasitológicas de fezes, foi utilizado o método de Kato-Katz (Kato; Miura, 1954; Katz et al., 1972), o qual consiste num método direto que proporciona um resultado qualitativo e quantitativo, através da identificação e quantificação (número de ovos por grama de fezes - OPG) dos ovos de helmintos (*Schistosoma mansoni*, *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* e *Ancilostomídeos*). Ressaltando que este é o método preconizado pela OMS e Ministério da Saúde brasileiro nos inquéritos coproscópicos realizados para diagnóstico da esquistossomose e geo-helmintíases (BRASIL, 2014; 2018).

Para a pesquisa de sangue oculto nas fezes (PSO), foi utilizado um método imunológico, cujo princípio utiliza anticorpos anti-hemoglobina de alta especificidade para detecção da hemoglobina humana nas fezes. Em se tratando de rastreamento precoce de câncer colorretal, este tipo de método é tido como um exame de primeira linha, tendo por vantagens: não ser um método invasivo; indolor; de baixo custo; sem necessidade de dieta específica antes do exame, além da agilidade do resultado (De Paula Pires et al., 2021). A técnica empregada foi o teste rápido MedTest Sangue Oculto (MedLevensohn®), que consiste num imunoensaio cromatográfico, de fluxo lateral, para a detecção qualitativa de sangue oculto humano em fezes.

Para as análises moleculares foi utilizada a técnica RT-qPCR, para detecção de 28 tipos de HPV (19 de alto risco e 9 de baixo risco) e 7 patógenos causadores de ISTs (*Chlamydia trachomatis* (CT), *Neisseria gonorrhoeae* (NG), *Mycoplasma genitalium* (MG), *Mycoplasma hominis* (MH), *Ureaplasma urealyticum* (UU), *Ureaplasma parvum* (UP), e de *Trichomonas vaginalis* (TV)). Para detecção dos 19 tipos de HPV de alto risco (16, 18, 26, 31, 33, 35, 39, 45, 51, 52, 53, 56, 58, 59, 66, 68, 69, 73, 82) e 9 de baixo risco (6, 11, 40, 42, 43, 44, 54, 61, 70), a RT-PCR foi realizada utilizando o kit Anyplex II HPV28 Detection (Seegene). O material utilizado tanto para uma análise quanto a outra, foi utilizado a citologia por meio líquido, obtidas conforme recomendação do fabricante do meio líquido Gynoprep.

No tocante ao rastreamento do câncer de boca e lábio, as coletas foram realizadas pelos docentes da Faculdade de Odontologia da UFAL (FOUFAL), através de exame clínico extra e intraoral com auxílio de espátula de madeira, gaze e refletor odontológico, em ambiente odontológico nas Unidades básicas de Saúde (UBS) dos municípios ribeirinhos. Como instrumento de coleta de dados foi utilizado uma ficha clínica específica contendo as informações de interesse da pesquisa tais como: dados sócio-demográficos, idade, gênero, cor, ocupação ou profissão e procedência; informações sobre o uso do álcool, tabaco e prótese dentária; presença ou ausência de lesão no lábio e/ou na boca e descrição da lesão.

Para as análises de sedimentoscopia urinária, foi realizada utilizando a transferência de 10 mL de urina previamente homogeneizada para um tubo de fundo cônico com posterior análise química via tira reativa. Em seguida os tubos foram centrifugados com rotação de 1.500 rpm durante dez minutos (centrífuga Fanem, 206 bl, Brasil). Imediatamente após, 9,5 mL de sobrenadante foram removidos com auxílio de uma pipeta. O volume restante de 0,5 mL foi homogeneizado e um volume de 50 QL foi depositado sobre lâmina acrescida de lamínula de 32 mm x 24 mm para análise microscópica do sedimento (Olympus, cx21 fs, Filipinas). Avaliaram-se vinte campos onde o aumento de 400 vezes foi empregado para observação de células epiteliais, leucócitos, eritrócitos, cristais e outros elementos; no pequeno aumento (100 vezes) foram observados apenas os cilindros (Andriolo, et al 2017).

Complementando a linha de cuidado e qualidade de vida do paciente, foram realizados atendimentos médicos especializados para rastreamento de câncer colorretal e nefropatias crônicas. Os pacientes foram previamente triados pelos profissionais de saúde do município e encaminhados à Unidade Básica de Saúde designada para receber os profissionais/pesquisadores da expedição.

Para entender um pouco do conhecimento dos adolescentes sobre o lazer e a saúde na região, foi realizada uma coleta de dados (através de questionários) de forma individual durante as visitas dos adolescentes ao barco da saúde, sendo a participação voluntária. Os dados coletados foram analisados utilizando a metodologia interpretativa de Severino (2017), permitindo uma investigação aprofundada sobre os padrões de acesso ao lazer e as barreiras enfrentadas pelos adolescentes ribeirinhos.

A análise possibilita identificar relações e significados subjacentes às respostas dos participantes, contribuindo para o desenvolvimento de intervenções e políticas que promovam o bem-estar e a inclusão desses jovens em contextos ribeirinhos específicos. As análises estatísticas foram realizadas usando o programa, SPSS (Statistical Package for Social Sciences) versão 22.0 (SPSS Inc., Chicago, Estados Unidos). A análise descritiva foi realizada a partir de média e desvio padrão, as variáveis categóricas foram definidas por frequência relativa e absoluta seus respectivos desvios padrões. Foram realizados testes de distribuição a fim de verificar a normalidade das variáveis através do teste de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. O cálculo da amostra foi realizado no módulo StatCalc do software Epi-info, versão 7.1.4.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **ANÁLISES BIOQUÍMICAS**

Durante a 6ª edição, foram triados 294 pacientes, e nos mesmos, foram realizadas as dosagens bioquímicas [Glicose, colesterol total, triglicerídeos, AST (TGO), ALT (TGP), Creatinina e Ureia]. Na Tabela 1, encontram-se as médias e seus respectivos desvios-padrão detalhadas por municípios investigados. Os valores de referências utilizados estão descritos no Quadro 1 (SBAC, 2016; CONSENSO, 2016).

**Tabela 1:** Perfil bioquímico dos pacientes atendidos durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco.



<i>Exames bioquímicos</i>	<i>Piranhas</i>	<i>Pão de Açúcar</i>	<i>Traipu</i>	<i>Própria</i>	<i>São Brás</i>	<i>Igreja Nova</i>	<i>Penedo</i>	<i>Piaçabuçu</i>
<b>GLICOSE (mg/dL)</b>	92,9 ± 24,5	104,5 ± 31,8	100,1 ± 2,1	112,9 ± 53,0	100,1 ± 7,1	85,6 ± 36,8	109,1 ± 31,8	105,5 ± 48,7
<b>COLESTEROL TOTAL (mg/dL)</b>	227,7 ± 54,4	202,3 ± 24,7	210,2 ± 6,36	179,6 ± 31,8	203,1 ± 122,3	190,6 ± 13,4	191,3 ± 38,9	199,4 ± 40,5
<b>TRIGLICERÍDEOS (mg/dL)</b>	169,7 ± 62,9	156,2 ± 27,6	108,0 ± 8,48	110,0 ± 8,5	118,6 ± 124,4	95,2 ± 56,6	99,1 ± 12,0	108,8 ± 19,8
<b>AST [TGO] U/L</b>	23,6 ± 12,95	19,7 ± 2,8	27,1 ± 6,4	19,2 ± 0,7	23,3 ± 2,8	17,9 ± 4,9	22,1 ± 2,8	22,3 ± 4,9
<b>ALT [TGP] U/L</b>	25,6 ± 11,7	22,1 ± 1,4	23,0 ± 4,2	23,0 ± 3,5	25,2 ± 2,1	19 ± 8,5	29,0 ± 4,9	22,3 ± 3,5
<b>Creatinina (mg/dl)</b>	0,59 ± 0,21	0,93 ± 0,02	0,85 ± 0,05	0,76 ± 0,1	0,85 ± 0,1	0,75 ± 0,1	0,86 ± 0,6	1,4 ± 0,1
<b>Ureia (mg/dl)</b>	26,9 ± 9,9	24,8 ± 5,6	29,4 ± 3,5	26,5 ± 15,5	27,0 ± 0,7	26,9 ± 2,1	29,2 ± 9,2	28,8 ± 6,4

Fonte: Os autores (2023).

**Quadro 1:** Valores de referência dos parâmetros bioquímicos, durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco, segundo a SBAC.

<b>Parâmetros</b>	<b>Valores de Referência</b>
Glicose em jejum	60 - 99 mg/dl
Colesterol total	inferior a 190 mg/dL
Triglicerídeos	com jejum: inferior a 150 mg/dL
AST (TGO)	12 a 46 U/L
ALT (TGP)	3 a 50 U/L
Creatinina	0,40 a 1,40 mg/dl
Ureia	8 a 20 mg/dL

Fonte: Autores,2023.

Considerando o quantitativo de municípios visitados pela Expedição Científica, a glicose foi um dos parâmetros que chamou bastante atenção, porque dos 08 (oito) municípios, apenas 02 (Piranhas e Igreja Nova), apresentaram valores inferiores ao limitrofe. A maior média, portanto, ocorreu nos pacientes atendidos em Propriá - SE (112,9 mg/dL). Os municípios que apresentaram dosagens de glicose dentro dos limites estabelecidos foram, Igreja Nova, com a menor média 85,6 mg/dL, seguido por Piranhas/AL, com a

média 92,9 mg/dL. Entretanto, os demais municípios apresentaram médias acima dos valores de normalidade, o que demonstra necessidade de acompanhamento do sistema de saúde, mais precisamente da atenção primária junto a estas populações. Segundo o Plano de Ações Estratégicas para o enfrentamento das DCNT no Brasil, 2021 – 2030, uma das ações estratégicas para promoção da saúde, prevenção e cuidado frente ao grupo de DM, com atuação da Atenção Integral à Saúde é promover na APS o controle glicêmico eficaz para pessoas com diabetes em conjunto com monitoramento doméstico, padrão de glicose para pessoas tratadas com insulina para reduzir as complicações do diabetes (BRASIL, 2021).

A maior média identificada para o colesterol total ocorreu nos pacientes de Piranhas-AL (227,7 mg/dL), estando acima da normalidade, quando comparados aos demais municípios. Já o município de Propriá-AL apresentou menor média (179,6 mg/dL) e dentro dos valores de referência normais. Estudo realizado por Pedrosa e colaboradores (2018) em população ribeirinha, associou diretamente o aumento da renda dessa população com aumento de sedentarismo, sobrepeso, obesidade e hipertensão arterial. Partindo desse pressuposto, o aumento da renda de uma população, sem a inclusão de políticas públicas voltadas para atenção primária em saúde e conscientização da população, não irá diminuir as prevalências para DCNTs. Em nosso estudo, foram encontradas famílias com baixa renda, contudo os mesmos apresentavam altas prevalências para obesidade, associados a altas prevalências de colesterol sérico. Neste sentido, o aumento no poder de compra, sem a inclusão de políticas públicas voltadas para atenção primária e educação em saúde, associadas às políticas nacionais, não garante diminuição das prevalências para DCNTs. Para além disso podemos destacar também a mudança de hábitos alimentares que antes era composta por produtos in natura vem sendo alterada pelo consumo de alimentos industrializados (Pedrosa et al., 2018).

Quanto à dosagem de triglicerídeos, a maioria dos municípios apresentou médias dentro dos valores limítrofes (inferior a 150 mg/dL) (Quadro 1). Piranhas - AL, apresentou a maior média (169,7 mg/dL) e Igreja Nova - AL, a menor (95,2 mg/dL). As DCV constituem um dos principais problemas de saúde pública atualmente, pois diminui significativamente a vida produtiva e leva à mortalidade precoce (Faludi et al., 2017). Níveis elevados de colesterol total, lipoproteína de baixa densidade (colesterol LDL) e triglicerídeos estão relacionados com o maior risco de doença aterosclerótica (Melo et al., 2022; Pedrosa et al., 2018).

As transaminases são enzimas utilizadas como parâmetro para avaliar patologias associados a doenças hepáticas, por sua vez são divididas em duas frações: AST (aspartato aminotransferase) ou TGO e, ALT (alanina aminotransferase) ou TGP. Quando analisados os níveis de AST observou-se que a maior média entre os municípios investigados foi de 32,9 a 27,1 U/L, correspondente ao município de Traipu - AL. No entanto, apesar de apresentar a maior média entre os municípios, não ocorreu alterações significativas no limite de normalidade. Já para os resultados da ALT, a maior média das dosagens foi para os pacientes oriundos de Penedo - AL, 29,0 U/L.

A creatinina é uma substância produzida pelos músculos e eliminada pelos rins, que serve para produzir energia para o trabalho de contração muscular. A análise desse parâmetro é fundamental para analisar alterações da função renal, bem como avaliar quadros de insuficiência renal crônica, doença essa muito prevalente na população ribeirinha (Vaz et al., 2020). Nas análises realizadas verificamos que a menor média ocorreu no município de Piranhas - AL (0,59 mg/dL) e a maior média para o município de Piaçabuçu-AL, 1,4 mg/dL, limite máximo atribuído pelas recomendações da Sociedade Brasileira de Análises Clínicas (SBAC, 2016) para os valores de referência da dosagem de creatinina.

Em relação a dosagem de ureia, observa-se que todos os municípios investigados apresentam médias acima dos valores limítrofes, ressaltando Traipu, com a maior média entre eles, 29,4 mg/dL. Os resultados apresentados demonstraram elevada taxa de

alterações nos níveis de ureia sérica e neste contexto, outros testes laboratoriais são recomendados para complementar o diagnóstico de alteração das funções renais, como exames de imagem, análise urinária e fecal, além da combinação de outros biomarcadores em soro e urina como a inulina, cistatina C, radiofármacos e etc., na presença de sintomas (Gowda et al., 2010; Lentini et al., 2017). Além disso, outra investigação importante que se faz necessária é a contaminação por metais pesados como arsênio, chumbo, mercúrio, cobalto e bário, principais metais e metalóides envolvidos nas alterações renais, no entanto, a magnitude e expressão do dano depende do tempo de exposição, dose e espécime do metal (Lentini et al., 2017).

Exclusivamente no município de Traipu/AL foram realizadas dosagens para metais pesados. Os metais escolhidos foram: Cobre, Alumínio e Manganês. Foram escolhidos esses três, uma vez, em análises de coleções aquosas, a exemplo de um dos tributários do rio São Francisco, que margeiam o município de Traipu, foram encontrados altos níveis desses metais. Dentre os 37 pacientes selecionados para o estudo, apenas um paciente apresentou nível acima do recomendado para dosagem de Cobre. Já para dosagem de Alumínio obtivemos prevalência de 28%, e para dosagem de Manganês não foi encontrada nenhuma alteração. Altas prevalências para dosagem de alumínio estão diretamente associadas a quadros de insuficiência renal crônica, encefalopatia, osteomalacia e anemia (Wills et al., 1983). Apesar de apenas um paciente ter sido encontrado com níveis séricos de cobre acima do permitido, é de fundamental importância a realização de busca ativa em moradores que residam perto do paciente, pois só assim podemos descartar a possibilidade de contaminação através de alimentos ou ingestão de água e tratá-lo como caso isolado.

Reiteramos que, em sua maioria, foram observadas alterações significativas de parâmetros essenciais para o bom funcionamento e qualidade de vida dos pacientes, acendendo o alerta para a prevenção de comorbidades que poderão acometer a população no intervalo de tempo relativamente pequeno. Os resultados apresentados reforçam a necessidade de fortalecer estratégias para prevenção e controle das DCNT e suas complicações em populações ribeirinhas, especialmente entre os municípios do Baixo São Francisco.

## **ANÁLISE BIOQUÍMICA E SEDIMENTOSCOPIA DA URINA**

Foram triados 187 sumários de urina. As análises foram divididas em duas etapas: na análise física foram avaliadas as propriedades físicas da urina, como volume, cheiro e coloração; e, nas análises químicas, foram utilizadas fitas colorimétricas para pesquisa de elementos anormais e a sedimentoscopia utilizando microscopia óptica para visualizar células e estruturas anormais urina.

Para a coleta do exame, foi solicitado que todos os pacientes enviassem a primeira urina da manhã, desprezando o primeiro jato. Este pequeno volume de urina desprezado serve para eliminar as impurezas que estejam na uretra. Após a eliminação do primeiro jato, enche-se o recipiente com o resto da urina.

Dos 187 sumários analisados obtivemos prevalências significativas para os cristais de ácido úrico 5,34%, cristais de oxalato de cálcio 8,55%. Para além disso foram encontrados na sedimentoscopia urinária, cilindros granulosos com prevalência de 3,74%.

Os cristais na urina são formações sólidas que podem se desenvolver quando substâncias presentes na urina, como oxalato, cálcio e ácido úrico, se concentram em níveis elevados. Eles podem variar em tamanho e forma, e sua presença na urina pode indicar uma série de condições médicas, incluindo desidratação, infecções do trato urinário, pedras nos rins e problemas metabólicos. Quadros de desidratação, com prevalências consideráveis de cristais na sedimentoscopia urinária, da população do Baixo São Francisco foram encontrados durante a expedição. A identificação dos cristais presentes na urina pode ser útil para diagnosticar a causa subjacente do problema e determinar o

tratamento mais adequado. Em casos graves, a formação de cristais na urina pode levar à formação de litíase renal resultando em intervenção médica de urgência.

Os cilindros granulosos são estruturas encontradas na urina que consistem em material granular coletado dentro dos túbulos renais e moldado em forma cilíndrica pela proteína Tamm-Horsfall. Esses cilindros são compostos principalmente por proteínas e podem conter diferentes tipos de grânulos, como grânulos finos ou grosseiros. Sua presença na urina pode indicar uma variedade de condições médicas, incluindo doença renal aguda ou crônica, glomerulonefrite, pielonefrite e outras condições que afetam os túbulos renais. A identificação e a análise dos cilindros granulosos na urina são importantes para diagnosticar e monitorar doenças renais.

Estudo realizado por Barros et al., (2008), tratando das tendências das desigualdades sociais e demográficas na prevalência de doenças crônicas no Brasil, encontrou prevalências para insuficiência renal de 1,25%. Durante a 6ª edição da Expedição foram encontradas prevalências de 3,74% para cilindros granulosos. Quadros de desidratação crônica associados a proteinúria e formação de cilindros nos túbulos renais são fatores de risco que podem provocar insuficiência renal crônica. No entanto, estudos complementares e adoção de políticas públicas voltadas para atenção primária em saúde são necessárias.

### **Análises coproscópicas**

No tocante às análises das amostras de fezes, foram realizados 104 exames parasitológicos de fezes (EPF), pelo método de Kato-Katz, somando-se os oito municípios contemplados. Desse total, 16,35% (n=17) foram positivos para alguma espécie de helminto, dos quais, 70,58% (n=12) foram ancilostomídeos (*Ancylostoma duodenale* ou *Necator americanus*), 23,53% (n=4), *Ascaris lumbricoides* e 5,89% (n=1) *Hymenolepis nana* (tabela 2).

Em se tratando do teste para identificação de sangue oculto nas fezes, foram realizados 152 exames, com taxa de positividade de 17,76% (n=27), ao considerarmos todos os municípios visitados pela expedição. Dentre eles, Própria (60%/n=3), São Brás (30,4%/n=7) e Piranhas (17,39%/n=4) foram os municípios com maiores taxas de positividade. Vale ressaltar que o quantitativo de exames de sangue oculto foi superior ao de EPF, porque em casos de fezes com consistência muito pastosa ou líquida, torna-se inviável processar o material para preparo das lâminas de Kato-Katz (tabela 2).

**Tabela 2.** Proporção de testes para detecção de sangue oculto e exames parasitológicos de fezes realizados em pacientes dos municípios ribeirinhos durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco.

Município	Sangue Oculto nas Fezes			Exame Parasitológico de Fezes		
	Reagente	Não reagente	Total	Positivo	Negativo	Total
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Piranhas	4 (17,39)	19 (82,61)	23 (100)	4 (21,05)	15 (78,95)	19 (100)
Pão de Açúcar	4 (12,5)	28 (87,5)	32 (100)	6 (30)	14 (70)	20 (100)
Traipu	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Propriá	3 (60,0)	2 (40,0)	5 (100)	1 (25,00)	3 (75,00)	4 (100)
São Brás	7 (30,43)	16 (69,58)	23 (100)	3 (18,75)	13 (81,25)	16 (100)
Igreja Nova	4 (12,5)	28 (87,5)	32 (100)	0 (0,0)	20 (100)	20 (100)
Penedo	3 (15,0)	17 (85,0)	20 (100)	2 (15,38)	11 (84,62)	13 (100)
Piaçabuçu	2 (11,76)	15 (88,3)	17 (100)	1 (8,33)	11 (91,67)	12 (100)
<b>Total</b>	<b>27 (17,76)</b>	<b>125 (82,24)</b>	<b>152 (100)</b>	<b>17 (16,35)</b>	<b>87 (83,65)</b>	<b>104 (100)</b>

Fonte: Autores, 2024.

Apesar da baixa taxa de positividade observada no período de estudo, ressaltamos que fatores como a baixa carga parasitária que o indivíduo pode apresentar, as variações dos ciclos de liberação dos ovos pelos parasitos e a análise de apenas uma amostra de fezes, são fatores limitantes que podem interferir no diagnóstico, resultando em falsos negativos. Assim, recomenda-se a coleta de pelo menos três amostras de fezes e o preparo de duas ou mais lâminas a partir de cada amostra, visando potencializar a sensibilidade do exame (Costa et al., 2017; Dos Santos et al., 2023; Santos et al., 2021; Vitorino et al., 2012).

É importante deixar registrado que apesar dos contatos previamente estabelecidos com os municípios, apenas o município de Traipu não articulou a entrega do material fecal. Logo, ao triarmos os pacientes, os mesmos informaram que não haviam sido avisados.

## ANÁLISE CITOLÓGICA E MOLECULAR

Durante a edição da 6ª expedição foram realizados 85 atendimentos ginecológicos de enfermagem, com coletas de amostras biológicas citopatológicas e secreção vaginal. Para isso, foram realizados raspados de células com espátula da área ectocervical (glandular) que foram dispersas em uma solução conservante do kit de citologia em meio

líquido e posterior análise molecular, através de RT-PCR, quanto às Infecções Sexualmente Transmissíveis (ISTs) para identificação dos microrganismos: *Chlamydia trachomatis* (CT), *Neisseria gonorrhoeae* (NG), *Mycoplasma genitalium* (MG), *Mycoplasma hominis* (MH), *Ureaplasma urealyticum* (UU), *Ureaplasma parvum* (UP), e de *Trichomonas vaginalis* (TV). Além da identificação de 19 tipos de diferentes cepas para o Papilomavírus humano (HPV), sendo 10 (16, 18, 26, 31, 33, 35, 39, 45, 51, 52, 53, 56, 58, 59, 66, 68, 69, 73, 82) de alto risco e 9 de baixo risco (6, 11, 40, 42, 43, 44, 54, 61, 70).

Dos 85 atendimentos realizados e amostras citopatológicas coletadas, 83 estavam viáveis para a análise molecular. Em relação às análises quanto aos tipos de HPV, foram detectados 9,4 % (N=8) casos de HPV de alto risco e 2,35 % (N=2) de baixo risco. Segundo Rosa e colaboradores (2009), os tipos responsáveis pelas lesões escamosas intraepiteliais (LSIL), os tipos de HPV 16 e 18 são responsáveis por 70% destas lesões e do câncer cervical.

Na tabela 2, estão descritos os resultados para a presença de microrganismos identificados em amostras cervicais de mulheres ribeirinhas atendidas durante a 6ª edição Expedição. Silva (2020), em seu estudo, na população ribeirinha dos afluentes do Rio Negro e Madeira no Amazonas, verificou a incidência de HPV, *M. hominis* e *Ureaplasma spp* em amostras cervicais, das 117 amostras, 26,49% apresentaram infecção por HPV.

**Tabela 3:** Descrição dos resultados da presença de microrganismos identificados em amostras cervicais de mulheres ribeirinhas atendidas durante a 6ª edição Expedição Científica do Baixo São Francisco.

Microrganismo	Frequência (n)	Porcentagem (%)
<i>Mycoplasma hominis</i>	3	3,5
<i>Ureaplasma parvum</i>	30	35,3
<i>Ureaplasma parvum e Mycoplasma hominis</i>	6	7,1
<i>Ureaplasma parvum e Ureaplasma urealyticum</i>	1	1,2
<i>Ureaplasma urealyticum</i>	1	1,2
<i>Ureaplasma genitalium e Mycoplasma hominis</i>	1	1,2
<i>Trichomonas vaginalis; Ureaplasma parvum e Mycoplasma hominis</i>	2	2,3
Não detectado	37	43,5
Amostra insatisfatória	4	4,7
Total	85	100

Fonte: Autores, 2023.

No tocante à avaliação do epitélio do colo uterino, foram coletadas 85 amostras biológicas. Dessas, 20% (N=17) apresentaram lesão intraepitelial escamosa de baixo grau (LSIL) e 1,2% (N=1) apresentou Lesão Intraepitelial de Alto Grau (ASC-H). As demais amostras, 57,6% (N=49) foram negativas para lesão intraepitelial e 21,2% (18) insatisfatórias para avaliação.

Nesse estudo, o microrganismo mais prevalente foi o *Ureaplasma parvum* com 35,3% (N=30), seguido da análise casada do *Ureaplasma parvum* e *Mycoplasma hominis* com 7,1%(N=6), e pelo *Mycoplasma hominis* com 3,5% (N=3) (Tabela 3). Estudos correlacionaram a lesão intraepitelial escamosa de baixo grau (LSIL), o HPV e a infecção por *Ureaplasma parvum* (UP). Sugerindo que a infecção por UP e as anormalidades citológicas estão relacionadas a infecção por HPV (Drago et al., 2016; Amorim et al., 2017).

## SAÚDE BUCAL E RASTREAMENTO DE CÂNCER DE BOCA E LÁBIO

Foram examinados 142 indivíduos para rastreamento de câncer de boca e lábio através da realização de exames extra e intraoral, na faixa etária acima de 40 anos e média de idade de 56,83 anos, de ambos os sexos. O sexo feminino representou 68,30% dos participantes da pesquisa. Foi também observado que 68 dos indivíduos examinados (47,88%), de ambos os sexos, trabalhavam como agricultores ou pescadores. Quanto ao uso de tabaco e álcool, os dados mostraram que mais de 30% dos participantes da pesquisa faziam uso de bebida alcoólica e 25,35% de tabaco. O uso de próteses dentárias removíveis, do tipo total ou parcial também foi prevalente, quase 50% dos indivíduos rastreados faziam uso de próteses. O quadro 02, sumariza os principais achados descritos acima.

**Quadro 02:** Número absoluto e percentual de indivíduos rastreados para câncer de boca e lábio, número e % de exames realizados por sexo, número e % de tabagistas, número e % de etilistas e número % de usuários de prótese dentária, durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco.

<b>Total de exames Realizados N (%)</b>	<b>Exames realizado por sexo n (%)</b>	<b>Tabagistas n (%)</b>	<b>Etilistas n (%)</b>	<b>Usuários de Prótese dentária n (%)</b>
142 (100%)	Masculino 45 (31,68%)  Feminino 98 (68,30%)	36 (25,35%)	46 (32,39%)	63 (44,36)

Fonte: Autores, 2024.

O rastreamento do câncer de boca tem sido tema de estudos, pois, além da possibilitar a intervenção em alterações potencialmente malignas e do câncer em fase inicial, a cavidade oral é considerada uma região anatômica de acesso facilitado, que permite um exame visual, sendo portanto, um procedimento de simples execução. Assim, os cirurgiões dentistas da atenção primária são de suma importância para a prevenção e controle do câncer de boca e lábio, no entanto é necessário que estejam sensibilizados e capacitados (INCA, 2022c).

O quadro 03, apresenta o número absoluto e percentual de lesões rastreadas, bem como o tipo de lesão e a localização anatômica da mesma e o tipo de encaminhamento para investigação na rede de atenção (atenção primária e secundária). Dos 142 indivíduos examinados, 41 indivíduos apresentaram algum tipo de lesão de boca ou lábio, destes, 24 apresentaram lesões que requerem acompanhamento periódico preventivo pelo cirurgião dentista em UBS, e 17 apresentaram lesões sugestivas de câncer necessitando encaminhamentos para realização de biópsia para confirmação do diagnóstico e definição do tratamento. Quanto ao local anatômico das lesões encontradas, as lesões sugestivas de malignidade foram encontradas em sua maioria no lábio, enquanto, as lesões não sugestivas de malignidade foram mais prevalentes na boca.

Quadro 03. Número absoluto e percentual de indivíduos examinados (presença e ausência de lesão, tipo de lesão, local da lesão) e encaminhamento para a rede de atenção à saúde. Resultados obtidos durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco.

Total de indivíduos examinados	Ausência de lesão	Presença de lesão	Tipo de lesão	Local da lesão	Encaminhamento
142 (100%)	101 (71,12%)	41 (28,88)	Sugestiva de câncer 17 (41,46)	Lábio 13 (76,47)	Investigação - Biópsia (centro de especialidade/ Universidade)
				Boca 04 (23,52)	Atenção secundária
			Não sugestiva de câncer 24 (58,53)	Boca 20 (83,33)	Acompanhamento (UBS)
				Lábio 04 (16,66)	Atenção primária

Fonte: Autores, 2024.

A alta mortalidade por câncer oral pode refletir um menor Índice de Desenvolvimento Humano, menor investimento em serviços de saúde (Cunha et al., 2021; Vargas et al., 2021) atraso no diagnóstico e início do tratamento em estágios clínicos mais avançados (Abrahão et al., 2020; Lima et al., 2021). Além disso, a maior cobertura de serviços de saúde bucal na atenção primária à saúde (APS) (Cunha et al., 2021; Vargas et al., 2021; Lima et al., 2021; Rocha et al., 2017; Cunha et al., 2019; Freire et al., 2020) e um maior número de Centros de Especialidades Odontológicas (CEO) (Cunha et al., 2019) estão associados a uma menor mortalidade. Esses resultados demonstram a importância de ter um serviço de saúde funcional em todos os locais, independente da região geográfica. Outrossim, é importante enfatizar que a expansão da cobertura dos serviços em cada ponto da Rede de Atenção à Saúde (RAS) proporcionará uma melhor qualidade de vida aos pacientes.

**Figura 1.** Pacientes com lesões sugestivas de câncer de boca e/ou lábio, diagnosticados durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco.





Fonte: Autores, 2024.

Considerando que a etiologia do câncer de boca é multifatorial, relacionando-se a fatores ambientais, estilo de vida, profissão, nutrição e predisposição genética (Santos et al., 2012), o uso concomitante de álcool e tabaco que possuem uma maior predisposição para neoplasias malignas em região de cabeça e pescoço, bem como exposição solar excessiva devem ser observados (Melo et al., 2010). Os resultados obtidos neste estudo indicam que a população pesquisada encontra-se exposta a diversos fatores de risco para o desenvolvimento de câncer de boca e lábio, tendo em vista que mais de 30% dos indivíduos rastreados fazem uso de álcool, 25,35% são tabagista, 47,88% são pescadores ou agricultores e encontram-se diariamente expostos a alta exposição solar.

## **ATENDIMENTOS MÉDICOS ESPECIALIZADOS**

Em 2023 (6ª edição), foram atendidos cerca de 170 pacientes, considerando as duas especialidades médicas: coloproctologia e nefrologia/clínica médica. Ou seja, um aumento de quase 50% em comparação ao ano de 2022 (5ª edição). Nas consultas de coloproctologia, os pacientes foram avaliados e orientados com medidas higiênicas dietéticas, assim como, tratados com medicações quando necessário. No tocante as avaliações coloproctológicas as queixas mais relatadas pelos pacientes foram constipação intestinal e sangramentos intestinais baixos, respectivamente, além de dor abdominal, proctalgias e fissura anal.

Complementando a consulta no que tange à coloproctológica, antes mesmo do atendimento médico foram realizados Testes Imunoquímicos nas Fezes (TIF), esse por sua vez, mede diretamente a hemoglobina no material fecal, sendo realizado em uma pequena porção de fezes (10g aproximadamente). É importante ressaltar que o teste emerge como uma opção conveniente para os pacientes, pois não requer restrições dietéticas ou de medicação, preparação intestinal, sedação, além de ser técnica não invasiva e indolor. À medida em que o resultado do TIF ia sendo liberado, àqueles pacientes que positivaram, independentemente de estar ou não agendado para o atendimento coloproctológico, eram imediatamente encaminhados para a consulta. Do total de 152 exames TIF realizados em 2023, houve uma taxa de positividade de 17,65% (27).

A estratégia de adotarmos um exame complementar antes da consulta foi fundamental, visto que, o atendimento especializado imediato, evitou que aquele paciente buscasse realizar exames complementares e buscar um especialista que em sua maioria encontra-se nos grandes centros de saúde. Entendemos, portanto, que rastreamentos por TIF é fundamental para a identificação precoce e prognóstico adequado de patologias graves, a exemplo do câncer colorretal (De Paula Pires et al., 2021). Nessa perspectiva, estudos apontam que a implementação de técnicas pouco invasivas, como o TIF, venha contribuir para redução dos indicadores de morbidade e mortalidade por CCR (Jucá et al., 2023; Mota et al., 2021; Palmeira et al., 2020; Freitas et al., 2020).

No que diz respeito aos atendimentos de nefrologia/clínica médica, a análise de diferentes marcadores celulares e bioquímicos, foram importantes para uma avaliação mais consistente dos ribeirinhos. Dentre estas análises, está a investigação dos níveis séricos de creatinina bem como do Ritmo de Filtração Glomerular (RFG). Nesse contexto, os principais achados foram diabetes, hipertensão arterial, bem como um número elevado de alterações no RFG indicando considerável número de pacientes com comprometimento da função renal. Estes pacientes receberam encaminhamento para acompanhamento por nutricionistas, visando ajustes alimentares pontuais para melhor controle glicêmico, pressórico bem como redução de peso.

Logo, a função e o objetivo da Expedição não encerraram com a realização da consulta no local, pelo contrário, os pacientes passaram a ter uma assistência contínua. Nessa perspectiva, atualmente (abril de 2024), os pacientes acometidos por disfunção renal oriundos da Expedição, passaram a receber assistência médica no município de Arapiraca-AL, sendo encaminhados a partir das Secretarias de Saúde de seus respectivos municípios até a Instituto Regional Renal do Agreste (IRRA), o que reforça a importância das parcerias estabelecidas entre a universidade e os municípios na prestação de serviço de saúde a população, proporcionando uma melhor qualidade de vida.

É importante considerar a especificidade e as singularidades das comunidades ribeirinhas, construindo fluxogramas de atendimentos para essa população. É necessário que haja priorização do atendimento, por meio de investimentos em políticas públicas voltadas para populações específicas.

## **O LAZER DOS ADOLESCENTES EM POPULAÇÕES RIBEIRINHAS**

Inicialmente a amostra foi caracterizada quanto aos aspectos: sexo, etnia, escolaridade e moradia. Observa-se que há uma predominância de adolescentes do sexo feminino, 83 (52,9%), enquanto o sexo masculino, aparece com 74 (47,1%). Entre eles, a maioria considera-se parda/mulata (94 adolescentes - 59,9%). Os que se declararam brancos perfazem um percentual de 19,1% (30 adolescentes), negros 18,5% (29 adolescentes), amarelos 1,9% (03 adolescentes) e somente 0,6% (1 adolescente) indígena (Tabela 4).

No que se refere à escolaridade, predominou a participação de estudantes do 9º ano, do ensino fundamental, com 81 (51,6%), seguidos do 8º ano, com 61 (31,9%), enquanto do 7º ano, participaram 10 estudantes (6,4%) e mais 05 (3,2%) do 6º ano. Quanto à

residência, 95 (60,5%) estão localizados na zona urbana, enquanto 62 (39,5%), na zona rural (tabela 4).

**Tabela 4:** Caracterização da amostra quanto às variáveis, Número (n) de participantes e frequência percentual (%). Resultados obtidos durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco.

<b>Variáveis</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Sexo</b>		
<i>Feminino</i>	83	52,9
<i>Masculino</i>	74	47,1
<b>Etnia</b>		
<i>Branca</i>	30	19,1
<i>Negra</i>	29	18,5
<i>Parda/mulata</i>	94	59,9
<i>Amarela</i>	3	1,9
<i>Indígena</i>	1	0,6
<b>Escolaridade</b>		
<i>6º ano fundamental</i>	5	3,2
<i>7º ano fundamental</i>	10	6,4
<i>8º ano fundamental</i>	61	38,9
<i>9º ano fundamental</i>	81	51,6
<b>Moradia</b>		
<i>Urbano</i>	95	60,5
<i>Rural</i>	62	39,5

Fonte: Autores, 2024.

A Tabela 5, indica a presença de um constructo no instrumento, o qual aponta o acesso aos equipamentos específicos de lazer: Ateliê, teatro, biblioteca, cinema museu, praça, parque, estádio, campo de futebol, quadra esportiva, ginásio poliesportivo e clube recreacional, mencionando as ocorrências com que essas coisas acontecem, em números absolutos e percentuais, em três níveis de ocorrências de visitas.

Dentre os equipamentos apontados pelos estudantes, o que mais nos chama a atenção, pela popularidade, é a praça, onde 53,5% (84) desses estudantes, se dizem frequentar muitas vezes, talvez por ser o mais comum deles e que deve existir em todas as localidades (tabela 4).

Outro equipamento bastante sinalizado pelos estudantes é quadra esportiva apresentando um percentual de 48,4% (76), entretanto 36,9% (58) apresenta pouca participação e 14,6% (23) não tem nenhuma presença. No tocante ao campo de futebol, 36,6% (57) tem uma razoável participação, no entanto, 40,8% (64), pouco participa, enquanto isso, 22,9% (36) estudantes, não utilizam. Já o ginásio esportivo, apesar de ser um equipamento bastante popular nas localidades, os números chamam atenção, ou seja, apenas 26,1% (41) dos estudantes muitas vezes frequentam, enquanto que 24,8% (39), poucas vezes frequentam. No entanto, a grande maioria dos entrevistados 68,2% (107) não frequentam (tabela 5).

**Tabela 5:** Prevalência de acesso aos equipamentos de lazer nas localidades pesquisadas durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco.

Equipamentos	Frequência de visitas		
	Nenhuma n (%)	Poucas n (%)	Muitas n (%)
Ateliê	131 (83,4)	22 (14,0)	04 (2,5)
Teatro	108 (68,8)	45 (28,7)	4 (2,5)
Biblioteca	116 (73,8)	36 (22,9)	5 (3,2)
Cinema	122 (77,7)	28 (17,8)	7 (4,5)
Museu	114 (73,0)	36 (23,1)	6 (3,8)
Praça	25 (15,9)	48 (30,6)	84 (53,5)
Parque	66 (42,0)	47 (29,9)	44 (28,0)
Estádio	118 (75,2)	32 (20,4)	7 (4,5)
Campo de futebol	36 (22,9)	64 (40,8)	57 (36,3)
Quadra esportiva	23 (14,6)	58 (36,9)	76 (48,4)
Ginásio poliesportivo	77 (49,0)	39 (24,8)	41 (26,1)
Clube recreacional	107 (68,2)	38 (24,2)	12 (7,6)

Fonte: Autores, 2024.

Quanto aos demais equipamentos, a exemplo de parque (42%), clube recreativo (68,2%), ateliê (83,4%), teatro (68,8%), biblioteca (73,8%), cinema (77,7%) e museu (73,3%), apresentaram percentuais bastante elevados demonstrando que os estudantes não têm nenhuma ou pouca participação nesses equipamentos de lazer, quer por não existirem em seus locais ou pela ausência de políticas públicas que os oportunizem a participação. Isto ficou mais evidenciado, principalmente, em localidades como Pão de Açúcar, Propriá e Penedo, onde as possibilidades de existência dos equipamentos mencionados são mais marcantes, chegando a comprometer os jovens adolescentes, pela ausência de opções de lazer, importantes no seu processo de desenvolvimento (tabela 5).

Segundo Almeida e Gutierrez (2005), apesar da melhoria em índices (como expectativa de vida, diminuição do número de analfabetos, e distribuição de renda), o Brasil ainda apresenta um quadro sócio-econômico que se reflete no lazer, pois somente os setores das classes mais abastadas usufruem alternativas, que não são diferentes de metrópoles como Nova York, Tóquio, Paris, Londres, bem diferentes das regiões pesquisadas. Para os autores, as possibilidades de acesso ao lazer, por parte da população excluída e de baixa renda no Brasil, ficam cada vez mais restritas, por falta de espaço, já que as ruas apresentam violência, o que torna a televisão o maior promotor do lazer.

A atividade esportiva limita-se ao jogo de futebol de final de semana, visita aos parentes e as festas populares. Os parques e áreas verdes são poucos e subutilizados (Almeida; Gutierrez, 2005), percebendo-se assim, que os mencionados equipamentos são cruciais para a socialização e formação de comunidade, oferecendo oportunidades para encontros informais, eventos culturais e práticas esportivas compartilhadas. Vale destacar que a interação social nestes espaços fortalece laços e também contribui para um senso de pertencimento, fatores essenciais para o equilíbrio emocional e mental.

Zamora et al. (1995) chamam a atenção para a conversão do tempo livre em tempo nocivo para o adolescente e a sociedade na medida em que não for bem aproveitado, levando o jovem ao envolvimento com condutas desadaptadas e de risco.

A manutenção da atratividade e a possibilidade futura das práticas de lazer nos municípios decorrem, portanto, do papel do poder público nos próximos anos. Sua omissão contribuirá negativamente para a qualidade de vida dos adolescentes. É importante, portanto, que o poder público intervenha com ousadia e pioneirismo, proporcionando à população uma melhor qualidade de vida, a começar pela juventude.

A tabela 6, aponta as barreiras de acesso aos equipamentos específicos de lazer. Compuseram os constructos, 16 itens, que refletem as dificuldades dos estudantes de visitarem os equipamentos nas referidas localidades, comprometendo o seu processo de desenvolvimento.

A tabela 6, chama a atenção por conter dados impeditivos como inexistência, baixa quantidade e pouca diversidade, no que se refere a dificuldades de acesso dos adolescentes pesquisados, aos equipamentos de lazer mencionados, sendo que a inexistência dos mesmos se destaca com percentuais altos, em todas as regiões, mesmo naquelas localidades onde existem determinados equipamentos como ateliê, teatro, museu, biblioteca, cinema e clube recreacional, as dificuldades em usufruir desses equipamentos são grandes.

**Tabela 6:** Prevalência de barreiras que atuam como impeditivos aos equipamentos de lazer pelos adolescentes residentes nos municípios ribeirinhos do Baixo São Francisco em novembro/2023. Resultados obtidos durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco.

Barreiras	Equipamentos específicos de lazer											
	Ateliê n (%)	Teatro n (%)	Biblioteca n (%)	Cinema n (%)	Museu n (%)	Praça n (%)	Parque n (%)	Estádio n (%)	CF* n (%)	QE* n (%)	GP* n (%)	CR* n (%)
<b>Inexistência</b>												
<i>Nada</i>	67 (42,7)	61 (38,9)	43 (27,4)	65 (41,4)	62 (39,5)	49 (31,2)	60 (38,2)	60 (38,2)	54 (34,4)	45 (28,7)	64 (40,8)	50 (31,8)
<i>Pouco</i>	36 (22,9)	37 (23,6)	52 (33,1)	25 (15,9)	32 (20,4)	40 (25,5)	44 (28,0)	40 (25,5)	63 (40,1)	49 (31,2)	40 (25,5)	45 (28,7)
<i>Muito</i>	54 (34,4)	59 (37,6)	62 (39,5)	67 (42,7)	63 (40,1)	68 (43,3)	53 (33,8)	57 (36,3)	40 (25,5)	63 (40,1)	53 (33,8)	62 (39,5)
<b>Baixa quantidade</b>												
<i>Nada</i>	41 (26,1)	53 (33,8)	29 (18,5)	46 (29,3)	34 (21,7)	63 (40,1)	44 (28,0)	44 (28,0)	63 (40,1)	56 (35,7)	53 (33,8)	45 (28,7)
<i>Pouco</i>	50 (31,8)	38 (24,2)	49 (31,2)	29 (18,5)	48 (30,6)	48 (30,6)	38 (24,2)	41 (26,1)	78 (49,7)	63 (40,1)	49 (31,2)	37 (23,6)
<i>Muito</i>	66 (42,0)	66 (42,0)	79 (50,3)	82 (52,2)	75 (47,8)	46 (29,3)	75 (47,8)	72 (45,9)	16 (10,2)	38 (24,2)	55 (35,0)	75 (47,8)
<b>Pouca diversidade</b>												
<i>Nada</i>	42 (26,8)	54 (34,4)	41 (26,1)	57 (36,3)	47 (29,9)	70 (44,6)	61 (38,9)	52 (33,1)	69 (43,9)	63 (40,1)	50 (31,8)	49 (31,2)
<i>Pouco</i>	35 (22,3)	33 (21,0)	39 (24,8)	21 (13,4)	34 (21,7)	42 (26,8)	31 (19,7)	37 (23,6)	63 (40,2)	44 (28,0)	46 (29,3)	30 (19,1)
<i>Muito</i>	80 (51,0)	70 (44,6)	77 (49,0)	79 (50,3)	76 (48,4)	45 (28,7)	65 (41,4)	68 (43,3)	25 (15,9)	50 (31,8)	61 (38,9)	78 (49,7)
<b>Distância da moradia</b>												
<i>Nada</i>	20 (12,7)	20 (12,7)	23 (14,6)	26 (16,6)	19 (12,1)	64 (40,8)	45 (28,7)	27 (17,2)	50 (31,8)	49 (31,2)	30 (19,1)	24 (15,3)
<i>Pouco</i>	35 (22,3)	28 (17,8)	33 (21,0)	16 (10,2)	26 (16,6)	58 (36,9)	35 (22,3)	34 (21,7)	70 (44,6)	59 (37,6)	41 (26,1)	26 (16,6)
<i>Muito</i>	102 (65,0)	109 (69,4)	101 (64,3)	115 (73,2)	112 (71,3)	35 (22,3)	77 (49,0)	96 (61,1)	37 (23,6)	49 (31,2)	86 (54,8)	107 (68,2)
<b>Falta de segurança</b>												
<i>Nada</i>	58 (36,9)	66 (42,0)	55 (35,0)	61 (38,9)	48 (30,6)	54 (34,4)	43 (27,4)	46 (29,3)	63 (40,1)	57 (36,3)	56 (35,7)	44 (28,0)
<i>Pouco</i>	36 (22,9)	33 (21,0)	35 (22,3)	35 (22,3)	47 (29,9)	58 (36,9)	47 (29,9)	37 (23,6)	61 (38,9)	55 (35,0)	48 (30,6)	37 (23,6)
<i>Muito</i>	63 (40,1)	58 (36,9)	67 (42,7)	61 (38,9)	62 (39,5)	45 (28,7)	67 (42,7)	74 (47,1)	33 (21,0)	45 (28,7)	53 (33,8)	76 (48,4)
<b>Falta de conservação</b>												
<i>Nada</i>	53 (34,0)	65 (41,4)	51 (32,5)	64 (40,8)	55 (35,0)	46 (29,6)	43 (27,4)	46 (29,3)	54 (34,4)	53 (33,8)	36 (22,9)	49 (31,2)
<i>Pouco</i>	33 (21,2)	27 (17,2)	31 (19,7)	25 (15,9)	29 (18,5)	69 (43,9)	51 (32,5)	35 (22,3)	49 (31,2)	60 (38,9)	61 (38,9)	39 (24,8)
<i>Muito</i>	70 (44,9)	65 (41,4)	75 (47,8)	68 (43,3)	73 (46,5)	42 (26,8)	63 (40,1)	76 (48,4)	54 (34,4)	44 (28,0)	60 (38,2)	69 (43,9)
<b>Dias de atendimento</b>												
<i>Nada</i>	44 (28,0)	46 (29,3)	41 (26,1)	39 (24,8)	46 (29,3)	55 (35,0)	46 (29,3)	31 (19,7)	69 (43,9)	54 (34,4)	46 (29,3)	31 (19,7)
<i>Pouco</i>	23 (14,6)	34 (21,7)	32 (20,4)	30 (19,1)	26 (16,6)	26 (16,6)	45 (28,7)	36 (22,9)	55 (35,0)	53 (33,8)	45 (28,7)	36 (22,9)
<i>Muito</i>	90 (57,3)	77 (49,0)	84 (53,5)	88 (56,1)	85 (54,1)	76 (48,4)	66 (42,0)	90 (57,3)	33 (21,0)	50 (31,8)	66 (42,0)	90 (57,3)
<b>Horário de atendimento</b>												
<i>Nada</i>	42 (26,8)	34 (24,8)	39 (24,8)	37 (23,6)	48 (30,6)	71 (45,2)	54 (34,4)	44 (28,0)	62 (39,5)	49 (31,2)	41 (26,1)	40 (25,5)
<i>Pouco</i>	36 (22,9)	46 (29,3)	34 (21,7)	28 (17,8)	32 (20,4)	34 (21,7)	32 (20,4)	41 (26,1)	67 (42,7)	57 (36,3)	48 (30,6)	32 (20,4)
<i>Muito</i>	79 (50,3)	77 (49,0)	84 (53,5)	92 (58,6)	77 (49,0)	52 (33,1)	71 (45,2)	72 (45,9)	28 (17,8)	51 (32,5)	68 (43,3)	85 (54,1)

**Falta de conhecimento sobre o local**

<i>Nada</i>	52 (33,1)	64 (40,8)	59 (37,6)	68 (43,3)	65 (41,4)	93 (59,2)	81 (51,6)	78 (49,7)	78 (49,7)	67 (42,7)	75 (47,8)	51 (32,5)
<i>Pouco</i>	26 (16,6)	32 (20,4)	27 (17,2)	30 (19,1)	33 (21,0)	38 (24,2)	26 (16,6)	27 (17,2)	52 (33,1)	56 (35,7)	37 (23,6)	40 (25,5)
<i>Muito</i>	79 (50,3)	61 (38,9)	71 (45,2)	59 (37,6)	59 (37,6)	26 (16,6)	50 (31,8)	52 (33,1)	27 (17,2)	34 (21,7)	45 (28,7)	66 (42,0)

**Falta de conhecimento sobre o assunto/tema**

<i>Nada</i>	50 (31,8)	57 (36,3)	58 (36,9)	60 (38,2)	59 (37,6)	95 (60,5)	74 (47,1)	66 (42,0)	79 (50,3)	85 (54,1)	63 (40,1)	53 (33,8)
<i>Pouco</i>	32 (20,4)	31 (19,7)	31 (19,7)	27 (17,2)	32 (20,4)	33 (21,0)	32 (20,4)	29 (18,5)	50 (31,8)	39 (24,8)	35 (22,3)	28 (17,8)
<i>Muito</i>	75 (47,8)	69 (43,9)	68 (43,3)	70 (44,6)	66 (42,0)	29 (18,5)	51 (32,5)	62 (39,5)	28 (17,8)	33 (21,0)	59 (37,6)	76 (48,4)

**Falta de acessibilidade**

<i>Nada</i>	47 (29,9)	43 (27,4)	46 (29,3)	44 (28,0)	44 (28,0)	87 (55,4)	66 (42,0)	45 (28,8)	77 (49,0)	69 (43,9)	53 (33,8)	41 (26,1)
<i>Pouco</i>	33 (21,0)	41 (26,1)	33 (21,0)	33 (21,0)	36 (22,9)	41 (26,1)	39 (24,8)	44 (28,2)	57 (36,3)	48 (30,6)	50 (31,8)	32 (20,4)
<i>Muito</i>	77 (49,0)	73 (46,5)	78 (49,7)	80 (51,0)	77 (49,0)	29 (18,5)	52 (33,1)	67 (42,9)	23 (14,6)	40 (25,5)	54 (34,4)	84 (53,5)

**Idade**

<i>Nada</i>	91 (58,0)	91 (58,0)	87 (55,4)	84 (53,5)	81 (51,6)	105 (66,9)	94 (59,9)	88 (56,1)	108 (68,8)	101 (64,3)	<b>94 (59,9)</b>	<b>41 (26,1)</b>
<i>Pouco</i>	21 (13,4)	21 (13,4)	22 (14,0)	23 (14,6)	26 (16,6)	26 (16,6)	23 (14,6)	24 (15,3)	30 (19,1)	27 (17,2)	<b>29 (18,5)</b>	<b>32 (20,4)</b>
<i>Muito</i>	45 (28,7)	45 (28,7)	48 (30,6)	50 (31,8)	50 (31,8)	26 (16,6)	40 (25,5)	45 (28,7)	19 (12,1)	29 (18,5)	<b>34 (21,7)</b>	<b>84 (53,3)</b>

**Falta de dinheiro**

<i>Nada</i>	54 (34,4)	55 (35,0)	66 (42,0)	48 (30,6)	54 (34,4)	88 (56,1)	72 (45,9)	63 (40,1)	91 (52,9)	83 (52,9)	78 (36,9)	58 (36,9)
<i>Pouco</i>	36 (22,9)	37 (23,6)	24 (15,3)	38 (24,2)	32 (20,4)	29 (18,5)	29 (18,5)	29 (18,5)	29 (18,5)	29 (18,5)	22 (14,0)	30 (19,1)
<i>Muito</i>	67 (42,7)	65 (41,4)	67 (42,7)	71 (45,2)	71 (45,2)	40 (25,5)	56 (35,7)	65 (41,4)	37 (23,6)	45 (28,7)	57 (36,3)	69 (43,9)

**Falta de tempo**

<i>Nada</i>	61 (38,9)	66 (42,0)	61 (38,9)	64 (40,8)	66 (42,0)	82 (52,2)	74 (47,1)	73 (46,5)	82 (52,2)	77 (49,0)	67 (42,7)	59 (37,6)
<i>Pouco</i>	42 (26,8)	37 (23,6)	42 (26,8)	42 (26,8)	41 (26,1)	45 (28,7)	44 (28,0)	40 (25,5)	50 (31,8)	48 (30,6)	49 (31,2)	40 (25,5)
<i>Muito</i>	54 (34,4)	54 (34,4)	54 (34,4)	51 (32,5)	50 (31,8)	30 (19,1)	39 (24,8)	44 (28,0)	25 (15,9)	32 (20,4)	41 (26,1)	58 (36,9)

**Falta de companhia de amigos**

<i>Nada</i>	75 (47,8)	79 (50,3)	70 (44,6)	74 (47,1)	70 (44,6)	86 (54,8)	84 (53,5)	75 (47,8)	92 (58,6)	86 (54,8)	83 (52,9)	81 (51,6)
<i>Pouco</i>	25 (15,9)	32 (20,4)	31 (19,7)	33 (21,0)	43 (27,4)	38 (24,2)	29 (18,5)	40 (25,5)	40 (25,5)	35 (22,3)	36 (22,9)	23 (14,6)
<i>Muito</i>	57 (36,3)	46 (29,3)	56 (35,7)	50 (31,8)	44 (28,0)	33 (21,0)	44 (28,0)	42 (26,8)	25 (15,9)	36 (22,9)	38 (24,2)	53 (33,8)

**Falta de companhia de familiares**

<i>Nada</i>	76 (48,4)	73 (46,5)	71 (45,2)	66 (42,0)	62 (39,5)	82 (52,2)	76 (48,4)	66 (42,0)	83 (52,9)	70 (44,6)	79 (50,3)	67 (42,7)
<i>Pouco</i>	26 (16,6)	29 (18,5)	32 (20,5)	33 (21,0)	34 (21,7)	35 (22,3)	35 (22,3)	34 (21,7)	37 (23,6)	41 (26,1)	28 (17,8)	29 (18,5)
<i>Muito</i>	55 (35,0)	55 (35,0)	54 (34,4)	58 (36,9)	61 (38,9)	40 (25,5)	46 (29,3)	57 (36,3)	37 (23,6)	46 (29,3)	50 (31,8)	61 (38,9)

**Falta de disposição**

<i>Nada</i>	67 (42,7)	64 (40,8)	59 (37,6)	67 (42,7)	59 (37,6)	71 (45,2)	73 (46,5)	69 (43,9)	84 (53,5)	71 (45,2)	68 (43,3)	59 (37,6)
<i>Pouco</i>	20 (12,7)	27 (17,2)	31 (19,7)	20 (12,7)	31 (19,7)	45 (28,7)	36 (22,9)	33 (21,0)	38 (24,2)	39 (24,8)	37 (23,6)	25 (15,9)
<i>Muito</i>	70 (44,6)	66 (42,0)	67 (42,7)	70 (44,6)	67 (42,7)	41 (26,1)	48 (30,6)	55 (35,0)	35 (22,3)	74 (29,9)	52 (33,1)	73 (46,5)

Especificamente a respeito do lazer na adolescência, Bonato, Sarriera e Wagner (2012) consideram tanto uma oportunidade de desenvolvimento como de risco. Belsky (2010) salienta que ter amigos que sejam pró-sociais, serem bem-sucedidos em atividades escolares e ter um hobby (por exemplo, uma prática esportiva) são aspectos que pesam para que o lazer seja um fator protetivo ao desenvolvimento do adolescente. Nessa perspectiva, é essencial que os governantes compreendam que o lazer também é uma necessidade de desenvolvimento do adolescente e que requer programas e políticas públicas de abordagem interdisciplinar, buscando compreender e estabelecer vínculos positivos a partir da complexa interação sujeito-contexto-desenvolvimento (Aspesi et al., 2005).

A distância entre a moradia e os equipamentos de lazer, destaca-se como uma barreira que impede a participação de adolescentes às atividades de lazer em suas regiões, pois parcela significativa mora na zona rural do município ou distrito. Sobre essa questão, convém salientar que, por se tratar de localidades com uma predominância de pessoas de baixa renda, esta se apresenta como mais uma dificuldade, pois os meios de transportes, além de escassos em algumas regiões, podem acarretar custos adicionais às famílias daqueles adolescentes.

A Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE), que envolveu adolescentes brasileiros do nono ano do ensino fundamental de todas as regiões do País, realizado em 2012, encontrou prevalência de inatividade física de 71,0%, sendo maior na região Nordeste (76,0%). Diante disso, cabe aos dirigentes das localidades pesquisadas, propor políticas que venham contribuir para modificar a situação com a inserção dos adolescentes com ações concretas, capazes de contribuir para a melhoria da qualidade de vida.

Os dados apontados revelam que a falta de segurança também é um dado significativo é um empecilho para a participação de adolescentes, cujos cuidados de familiares com a falta de garantia de órgãos responsáveis, geralmente sucateados, não proporciona a tranquilidade de seus cidadãos, comprometendo um direito ao lazer de todos, além de aparecerem outros dados como a falta de conservação dos equipamentos, dias de atendimento, falta de conhecimento sobre o local, bem como falta de conhecimento sobre o assunto/tema, colaboram negativamente. Se faz necessário, portanto, a adoção de investimento em políticas de estímulo ao lazer para adolescentes, sendo essa ação prioritária nas agendas governamentais relativas ao esporte, à saúde, à educação e à cultura, bem como investimentos em órgãos de fomento à pesquisa. Para Ribeiro e Amaral (2015, p. 132) “(...) é responsabilidade do Poder Público realizar um planejamento de forma a não afetar a qualidade de vida dos moradores”.

Um estudo de Cureau (2016) aponta que a incidência de inatividade física no lazer em adolescentes brasileiros é muito alta, apresentando variações regionais e está associada à idade e ao baixo nível socioeconômico. Chama a atenção para as meninas e aos que não praticam nenhuma atividade física no lazer, a fim de que estes possam adotar um estilo de vida mais ativo. Logo, ao reconhecer a relevância desses elementos, é possível criar espaços mais equilibrados, onde os momentos de lazer se tornam catalisadores essenciais para uma vida mais plena e satisfatória.

## **ENVELHECIMENTO E QUALIDADE DE VIDA DA COMUNIDADE RIBEIRINHA**

No contexto brasileiro, aspectos culturais e de estilo de vida em diferentes cenários, como zonas rurais e zonas ribeirinhas, ainda são pouco estudados e compreendidos em relação ao envelhecimento humano. Esse estudo realizado em comunidades às margens do Baixo Rio São Francisco, conhecido carinhosamente como “Velho Chico”, demonstrou um escore baixo de qualidade de vida na população idosa, com os maiores índices de insatisfação relacionados às condições de saúde e a moradia. Em 2023 a amostra do estudo foi composta por 57 participantes, sendo 35 mulheres e 22 homens com idade igual ou superior a 60 anos.



## QUALIDADE DE VIDA DAS PESSOAS PARTICIPANTES- RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO EUROHIS-QOL-8

Considerando a quantidade de questionários aplicados em 2023, observa-se que assim como ocorreu em 2022, as mulheres aderiram em maior proporção a pesquisa. No tocante à faixa etária, a maioria dos entrevistados tinham entre 60 e 65 anos. É importante observar ainda que o município que teve maior adesão foi Igreja Nova -Chinaré. É importante ressaltar que a maior média de idade foi para os homens (71,038,0 anos vs. 70,538,4 anos), mesmo estando numa proporção menor em relação às mulheres (38,6 vs. 61,4%). Para a faixa etária, os participantes com idades entre 60 e 65 anos, apresentaram a maior prevalência (26,3%). O município de Igreja Nova apresentou a maior prevalência de participantes (19,3%), seguido de Piaçabuçu e Traipu, com 17,5% e 17,5%, respectivamente (Tabela 7).

**Tabela 7:** Qualidade de Vida – prevalência para sexo, faixa etária, e município de moradia. Resultados obtidos durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco.

Variável	n (%)	M (DP) <sup>1</sup>
<b>Sexo</b>		
<i>Feminino</i>	35 (61,4)	70,5 (8,4)
<i>Masculino</i>	22 (38,6)	71,0 (8,0)
<b>Faixa etária (anos)</b>		
< 60	02 (3,5)	-
60 + 65	15 (26,3)	-
65 + 70	10 (17,5)	-
70 + 75	13 (22,8)	-
75 + 80	06 (10,5)	-
80 + 85	08 (14,0)	-
85 + 90	02 (3,5)	-
≥ 90	01 (1,8)	-
<b>Município</b>		
<i>Igreja Nova</i>	11 (19,3)	-
<i>Pão de Açúcar</i>	05 (8,8)	-
<i>Penedo</i>	07 (12,3)	-
<i>Piaçabuçu</i>	10 (17,5)	-
<i>Piranhas</i>	04 (7,0)	-
<i>Propriá</i>	02 (3,5)	-
<i>São Brás</i>	08 (14,0)	-
<i>Traipu</i>	10 (17,5)	-

<sup>1</sup>Média e Desvio-padrão. Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Podemos observar que não houve diferença significativa para os escores finais de QvD para os três segmentos analisados neste estudo. Os maiores valores de QvD foram encontrados para os homens, com idades iguais ou superiores a 90 anos e residentes em Pão de Açúcar-Alagoas (Tabela 8). Com um Alfa de Cronbach de 0,76, pode-se inferir que sua consistência interna em relação ao Eurohis-Qol-8 foi razoável a boa (Tabela 9).

**Tabela 8:** Escore final de qualidade de vida por sexo, faixa etária e localidade dos participantes do estudo durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco.

Variável	Escore Final
<b>Sexo</b>	
<i>Feminino</i>	70,5±8,4a <sup>§,£</sup>
<i>Masculino</i>	71,0±8,0a
<b>Faixa etária (anos)</b>	
< 60	68,7±1,3a <sup>§,£</sup>
60 + 65	72,5±12,5a
65 + 70	68,8±11,2a
70 + 75	72,5±10,0a
75 + 80	70,0±11,9a
80 + 85	72,5±8,8a
85 + 90	65,0±2,5a
≥ 90	77,5±0,0a
<b>Município</b>	
<i>Igreja Nova</i>	66,6 (12,4)a <sup>§,£</sup>
<i>Pão de Açúcar</i>	75,0 (10,2) a
<i>Penedo</i>	68,2 (10,4)a
<i>Piaçabuçu</i>	72,5 (8,1)a
<i>Piranhas</i>	70,6 (13,3)a
<i>Propriá</i>	72,5 (3,5)a
<i>São Brás</i>	71,9 (4,9)a
<i>Trainu</i>	69,3 (6,8) <sup>§</sup>

§Média (DP). €Mediana (IIQ). £Teste t. Teste F. ¥Teste kruskal-Wallis. Letras iguais na coluna indicam similaridade Estatística pelo teste de Tukey-HSD ( $p \geq 0,05$ ).

Fonte: Autores, 2024.

**Tabela 9:** Consistência interna da escala Eurohis-Qol-8 em relação à qualidade de vida de idosos ribeirinhos durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco.

Escala	Itens	Alfa de Cronbach	IC <sub>95%</sub>
Eurohis-Qol-8	8	0,76	0,67 – 0,83

Fonte: Autores, 2024.

A tabela 9 apresenta a análise de correlação linear ( $\rho$ ) do escore final de QvD em relação ao sexo, faixa etária e município de moradia. Não foram observados valores de coeficientes lineares significativos ( $p < 0,05$ ) dos escores finais de QvD em relação a sexo, faixa etária e município. Entretanto, pode-se verificar que estes valores parecem aumentar linearmente à medida que há a mudança de nível dentro de cada uma das variáveis analisadas (Tabela 10).

**Tabela 10:** Coeficientes de correlação ( $\rho$ ) de Pearson dos escores finais de QvD em relação ao sexo, faixa etária e município de morada (Ano 2023).

	<i>rho</i>	IC <sub>(rho)</sub> 95%	p-Valor <sup>‡</sup>
Escore Final vs. Sexo	0,16	-0,11 a 0,40	0,247
Escore Final vs. Faixa etária	0,07	-0,19 a 0,34	0,583
Escore Final vs. Localidade	0,07	-0,18 a 0,33	0,582

<sup>‡</sup>Teste t ( $p < 0,05$ ). Fonte: Dados do estudo (2023).

De um modo geral, os dados referentes ao sexo e a faixa etária dos participantes da 6ª edição ratificaram os dados obtidos durante a 5ª edição, em que a maior média de idade (60 e 65 anos) continuou sendo para o sexo masculino, mesmo estando numa proporção menor em relação às mulheres (38,6 vs. 61,4%). No entanto, o município de Igreja Nova (Chinaré) apresentou a maior prevalência de participantes (19,3%), seguido de Piaçabuçu e Traipu, com 17,5% e 17,5%, respectivamente. Os maiores valores de qualidade de vida foram encontrados para os homens, com idades iguais ou superiores a 90 anos e residentes em Pão de Açúcar-Alagoas. Dado interessante considerando que pessoas mais idosas apresentam uma percepção inferior de qualidade de vida.

No que se refere à satisfação com a saúde, capacidade de desempenhar atividades do dia-a-dia e dinheiro suficiente para satisfazer as suas necessidades, os idosos com idade acima de 70 anos apresentaram uma percepção inferior para essas dimensões, quando comparados com os idosos que ainda não atingiram essa faixa etária.

### 3.8.2 As entrevistas sobre envelhecer às margens do baixo Rio São Francisco

Para entender a percepção do envelhecimento, durante a 6ª edição, foram entrevistadas 30 pessoas, dentre os participantes do estudo e que responderam ao questionário Eurohis, foi perguntado se gostariam de participar da entrevista gravada, todas responderam sim.

Os participantes eram pessoas fisicamente ativas, sem dificuldade de mobilidade, e disseram que estavam felizes por envelhecer às margens do Rio São Francisco. Entretanto, ressentem-se e ficam tristes com as ações que levam a atual condição do rio. Falaram com tristeza sobre o assoreamento, poluição e a diminuição de peixes. As entrevistadas deixaram claro como as mudanças que vem acontecendo no rio São Francisco, têm impactado na condição econômica daqueles que tinham o rio como fonte de sobrevivência.

Falam com tristeza sobre o assoreamento, poluição e a diminuição de peixes. Como pode-se observar na fala de uma das mulheres entrevistadas: “Antes o rio ele era uma coisa da natureza ele era mais vivo, né? Hoje o rio ele é bom, mas, ele tá um pouco meio acabado, porque vocês sabe que muita gente não preserva a natureza” (M.A. 63 anos). As mudanças que vem acontecendo no rio São Francisco, têm impacto na condição econômica das famílias que tinham o rio como fonte de sobrevivência.

Algumas cidades que beiram o Rio São Francisco, possuem diversidade cultural, com potencial no artesanato para o desenvolvimento econômico da região. O bordado é uma das tradições de algumas das comunidades próximas ao “Velho Chico”. Para uma das mulheres bordadeiras entrevistada, os efeitos deletérios do envelhecimento, impactou de forma negativa o seu modo de vida e a condição econômica:

“Quando eu era nova eu fazia, roupa de neném, bordava, costurava na máquina roupas pro pessoal de equipe de quadrilha, era chegança, era pastoril, então eu costurava pra esse pessoal. Mas, só que agora, com problema da coluna e o problema na perna eu não posso mais trabalhar na máquina. Só faço alguma coisa bordado na mão, ponto de cruz, labirinto, cheio” (M.F. 76 anos).

A maior parte dos entrevistados afirmaram que não têm dinheiro suficiente para satisfazer as suas necessidades básicas. Em um estudo similar a este, desenvolvido por Nascimento et al, (2016), com a comunidade ribeirinha do rio Amazonas, também ficou claro a pobreza e os baixos níveis educacionais, distanciamento de recursos sociais e de saúde. Esses obstáculos e limitações podem afetar de forma distinta a qualidade de vida das pessoas idosas.

Foi perguntado para a M, o que significa envelhecer à margem do rio, e ela respondeu o que significa o rio para sua vida: “Rapaz, é bom né? ótimo, porque às vezes a gente tá sem nada em casa, pega um anzol, uma rede, uma tarrafa, e vai pra beirada do rio quando chega vê com uma moqueca de piaba, de peixe; pra gente é uma benção” (M. mulher, 74 anos).

Para a maioria dos entrevistados o rio é a fonte de sustento econômico e de lazer. A criação de barragens para usinas hidrelétricas, assoreamento, desmatamento das margens, além da transposição do rio São Francisco para vários outros municípios, tem impactado a qualidade da água. Isso é observado no dia a dia dos moradores das regiões banhadas pelo rio, como é o caso do Senhor J., que para ele o rio São Francisco não é o mesmo da sua infância: “Teve mudança depois dessas barragens, depois dessa transposição do rio, ele ficou mais... quando ele deságua, quer dizer, traz a água salobra, tá havendo uma mudança... o rio não é o mesmo” (J. 62 anos).

As comunidades ribeirinhas do Baixo São Francisco enfrentam desafios socioeconômicos significativos, incluindo baixos índices de desenvolvimento humano, falta de acesso a serviços essenciais como saúde e educação, e impactos negativos nas principais fontes de renda, como pesca, agricultura, turismo e comércio local (UFAL, 2021; IPEA, 2023). É importante vislumbrar que a transição demográfica, o envelhecimento da população, trouxe a necessidade emergente de se criar programas de assistência à pessoa idosa, a fim de proporcionar um envelhecimento ativo e a manutenção da qualidade de vida dessa parcela da população.

## **EDUCAÇÃO EM SAÚDE**

Durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco, as ações de Educação em Saúde foram realizadas no Barco da Saúde e nas unidades de atendimento. Foram conduzidas diversas iniciativas para atender as comunidades ribeirinhas dos oito municípios. Cerca de 600 alunos participaram de atividades educativas e aproximadamente 100 mulheres foram atendidas nas unidades de saúde. Para tornar o aprendizado mais cativante, foram adotadas abordagens didáticas eficazes, envolvendo ações práticas e interativas que despertaram o interesse do público de forma lúdica e estimulante.

Destacou-se a importância de promover a qualidade de vida e o autocuidado, especialmente entre crianças e adolescentes para prevenir parasitoses intestinais, e entre adultos para identificar e prevenir infecções sexualmente transmissíveis. Materiais didáticos-educativos foram elaborados e distribuídos, incluindo peças anatômicas para explorar o corpo humano, caixas entomológicas e serpentes em formol para aprender sobre insetos, aracnídeos e serpentes relacionadas à saúde pública. Essas ações visaram sensibilizar e educar multidisciplinarmente sobre questões de saúde, destacando a interação entre o ambiente e a saúde humana no contexto das comunidades ribeirinhas.

A 6ª Expedição Científica do Baixo São Francisco representou um avanço significativo na promoção da educação em saúde nessas comunidades. Diante das profundas disparidades sociais e da falta de políticas públicas de saúde, essa iniciativa se destacou por enfrentar esses desafios de frente. Por meio de ações educativas e estratégias inovadoras, os residentes ribeirinhos foram capacitados a desempenhar um papel ativo na promoção de sua própria saúde e bem-estar.

Essa abordagem completa e proativa na VI Expedição demonstrou um verdadeiro compromisso em lidar com as desigualdades sociais e de saúde na região do Baixo São Francisco. Ao ensinar às comunidades locais o que elas precisavam saber para cuidar de si mesmas, essa iniciativa não apenas beneficiou imediatamente a saúde individual, mas também fortaleceu os laços sociais e a capacidade de enfrentamento das comunidades diante dos desafios.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considerando o período de execução da expedição e subsequentemente realização dos trabalhos (coletas, consultas e processamento das amostras), observa-se que 95% dos objetivos foram atingidos, ou seja, as análises foram realizadas, as consultas e os encaminhamentos também foram executados. Já temos um perfil socioeconômico da comunidade ribeirinha, assim como, um perfil epidemiológico definido. Com base nos dados obtidos, consideramos: 1. A parasitose considerada muito frequente foi, a ancilostomíase (*Ancylostoma duodenale*/*Necator americanus*), como a mesma é também veiculada pela água, aponta para as precárias de saneamento básico; 2. Percentual elevado de sangue nas fezes; 3. Alto índice de diabéticos e hipertensos; 4. Diversas queixas constantes de constipação intestinal, independente do sexo; 5. Aproximadamente 30% da população estudada apresentou algum tipo de lesão na boca e/ou lábio, sendo algumas delas sugestivas para câncer; 6. Acesso limitado a equipamentos de esporte e lazer para os adolescentes ribeirinhos, e 7. Idosos com mais de 70 anos de idade insatisfeitos com a saúde, capacidade de desempenhar atividades do dia-a-dia e dinheiro insuficiente para satisfazer as suas necessidades.

Dessa forma, ao analisarmos a situação de saúde dos ribeirinhos atendidos pela equipe do barco da saúde durante a 6ª edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco, observamos uma população que apesar de jovem, encontra-se adoecida, com sérias fragilidades sociais, deixando-os cada vez mais vulneráveis. A saúde preventiva é fundamental, independentemente do local onde o paciente resida. Problemas básicos de saúde pública, como por exemplo, o saneamento básico é fundamental para a qualidade de vida das comunidades. Parasitoses veiculadas pela água, voltaram a contaminar as pessoas. A falta de cuidados básicos reflete numa população doente que irá em algum momento procurar o serviço de urgência e emergência.

Não obstante, os resultados mostram uma miscelânea de situações, que vai desde uma hipertensão à úlceras sugestivas para carcinomas. Esses achados requerem uma intensificação das ações de vigilância em saúde, assim como o acompanhamento dos pacientes crônicos. Reiteramos que os resultados contribuem para o desenvolvimento de políticas públicas em saúde, exequíveis que visem uma melhor qualidade de vida para a população ribeirinha.

## REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, R. et al. Predictors of survival after head and neck squamous cell carcinoma in South America: the interchange study. *JCO Glob Oncol*, v. 6, n. 6, p. 486–99, 2020.

ALMEIDA, M.; GUTIERREZ, G. O lazer no Brasil: do nacional desenvolvimentismo à globalização. *Conexões*, Campinas, Unicamp, v. 3, n. 1, p. 1-20, 2005.

AMORIM, A. T. et al. Co-infection of sexually transmitted pathogens and Human Papillomavirus in cervical samples of women of Brazil. *BMC infectious diseases*, v. 17, n. 1, p. 1-12, 2017.

ANDRIOLO, A. Á. P. et al. Recomendações da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/ Medicina Laboratorial (SBPC/ML): Realização de exames em urina. 2017.

ASPESI, C. C. et al. A ciência do desenvolvimento humano: uma perspectiva interdisciplinar. In: DESSEN, M.A.; COSTA JR, A.L. A ciência do desenvolvimento humano: tendências atuais e perspectivas futuras. Porto Alegre: Artmed, 2005. 278p.

BARROS, M. B. A. et al. Tendências das desigualdades sociais e demográficas na prevalência de doenças crônicas no Brasil, PNAD: 2003-2008. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 16, p. 3755-3768, 2011.

BELSKY, J. Desenvolvimento Humano: Experimentando os ciclos da vida. Artmed, 2010. 608p.

BONATO, T. N.; SARRIERA, J. C.; WAGNER, A. O lazer na adolescência. In: SARRIERA, J. C.; PARADISO, A. C. Tempo livre e lazer na adolescência: promoção de saúde, intervenção e pesquisa. Porto Alegre: Sulina, 2012. 207p.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Portaria Gabinete do Ministro/Ministério da Saúde N<sup>o</sup> 888, de 4 de maio de 2021. Brasília: MS, 2021.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar – PENSE. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas e Agravos não Transmissíveis no Brasil 2021-2030. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças Não Transmissíveis. *Vigitel Brasil 2020: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico*. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-svs/vigitel/relatorio-vigitel-2020-original.pdf/view>. Acesso em: 20 abr. 2024.

CONSENSO. Consenso Brasileiro para a Normatização da Determinação Laboratorial do Perfil Lipídico. SBPC, versão 1.13; 2016.

COSTA, C. S. et al. Programa de Controle da Esquistossomose: avaliação da implantação em três municípios da Zona da Mata de Pernambuco, Brasil. *Saúde em debate*, v. 41, p. 229-241, 2017.

- CUNHA, A. R. D; PRASS, T. S; HUGO, F. N. Mortality from oral and oropharyngeal cancer in Brazil: impact of the National Oral Health Policy. *Cad Saúde Publica*. v. 35, n. 12, p. e00014319.
- CUNHA, A. R. et al. The impact of inequalities and health expenditure on mortality due to oral and oropharyngeal cancer in Brazil. *Scientific reports*. v. 11, n. 1, p. 12845, 2021.
- CUREAU, F. V. et al. ERICA: inatividade física no lazer em adolescentes brasileiros. *Revista de Saúde Pública*, v. 50, p. 4, 2016.
- DE PAULA PIRES, M. E. et al. Rastreamento do câncer colorretal: revisão de literatura. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 4, n. 2, p. 6866-6881, 2021.
- DRAGO, F. et al. *Ureaplasma parvum* as a possible enhancer agent of HPV-induced cervical intraepithelial neoplasia: Preliminary results. *Journal of medical virology*, v. 88, n. 12, p. 2023-2024, 2016.
- FREIRE, A. R et al. Influence of public oral health services and socioeconomic indicators on the frequency of hospitalization and deaths due to oral cancer in Brazil, between 2002-2017. *Int J Environ Res Public Health*. v. 18, p. 238, 2020.
- FREITAS, B. A. et al. Obesidade e desenvolvimento de adenomas estão associados como precursores do câncer colorretal?. *ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)*, v. 33, 2020.
- GOWDA, S. et al. Markers of renal function tests. *North American journal of medical sciences*, v. 2, n. 4, p. 170, 2010.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa nacional de saúde: 2019: informações sobre domicílios, acesso e utilização dos serviços de saúde: Brasil, grandes regiões e unidades da federação/IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro: IBGE, 2020.
- INCA. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA) Estimativa | 2023 Incidência de Câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2022a.
- INCA. Instituto Nacional do Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA). Câncer de boca. Rio de Janeiro: INCA, 2022b.
- INCA. Instituto Nacional do Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA). Diagnóstico precoce do câncer de boca. Rio de Janeiro: INCA, 2022c.
- IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Transposição do Rio São Francisco: impactos sobre o desenvolvimento rural. Disponível em: [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/12368/11/Transposicao\\_Cap4.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/12368/11/Transposicao_Cap4.pdf). Acesso em: 5 mar. 2024.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa nacional de saúde: 2019: informações sobre domicílios, acesso e utilização dos serviços de saúde: Brasil, grandes regiões e unidades da federação. IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101764.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2024.
- JUCÁ, M. J. et al. Teste de Sangue oculto nas fezes: ferramenta para o rastreamento de câncer colorretal. In: XXVII Congresso Latino Americano de Coloproctologia. 2023.

- KATO, T.; MIURA, M. On the comparison of some stool examination methods. *Japanese Journal of Parasitology*, v.3, p.35, 1954.
- KATZ, N.; CHAVES, A.; PELLEGRINO, J. A simple, device for quantitative stool thick-smear technique in schistosomiasis mansoni. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, v. 14, n. 6, p. 397-400, 1972.
- LENTINI, Paolo et al. Kidney and heavy metals-The role of environmental exposure. *Molecular medicine reports*, v. 15, n. 5, p. 3413-3419, 2017.
- LIMA, A. M. C. et al. Delay in diagnosis of oral cancer: a systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. v. 26, n. 6, p. e815-e824, 2021.
- MELO, L. C. et al. Perfil epidemiológico de casos incidentes de câncer de boca e faringe. *RGO. Revista Gaúcha de Odontologia (Online)*, v. 58, n. 3, p. 351-355, 2010.
- MOTA, L. P. et al. Importância do rastreamento do câncer colorretal: uma revisão. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 13, p. e472101321360-e472101321360, 2021.
- NASCIMENTO, R. G. et al. Percepção de idosos ribeirinhos amazônicos sobre o processo de envelhecimento: o saber empírico que vem dos rios. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, v. 19, p. 429-440, 2016.
- OMS. Organização Mundial da Saúde (OMS). Cuidados inovadores para condições crônicas: componentes estruturais de ação: relatório mundial. OMS: Brasília, 2003. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cuidados\\_inovadores.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cuidados_inovadores.pdf). Acesso em: 21 abr. 2024.
- PALMEIRA, I. P. et al. Evolução comparativa e temporal das tendências de mortalidade por Câncer Colorretal em Sergipe Nordeste no período de 2008 a 2018. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 3, n. 4, p. 9058-9074, 2020.
- PEDROSA, O. P. et al. Nutritional Transition of Riverine People from Puruzinho Lake in the Amazon Region. A Qualitative Study. *International Journal Of Advanced Engineering Research And Science*, v. 5, n. 9, p. 145-153, 2018.
- RIBEIRO, O. C. F.; AMARAL, S. C. F. Impactos do turismo no lazer dos municípios: o caso de Brotas/SP. *LICERE-Revista do Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Estudos do Lazer*, v. 18, n. 1, p. 110-135, 2015.
- ROCHA, T. A. H; et al. Oral primary care: an analysis of its impact on the incidence and mortality rates of oral cancer. *BMC Cancer*, v. 17, n. 1, p. 706, 2017.
- ROMERO, S. S. et al. Validity and reliability of the 8-item EUROHIS-QOL to assess Brazilian adults' quality of life. *Cad. Saúde Pública*, v. 38, n. 11, 2022.
- ROSA, Maria Inês da et al. Human papillomavirus and cervical neoplasia. *Cadernos de saúde pública*, v. 25, p. 953-964, 2009.
- SANTOS, Ramila Alves et al. Avaliação epidemiológica de pacientes com câncer no trato aerodigestivo superior: relevância dos fatores de risco álcool e tabaco. *Revista Brasileira de Cancerologia*, v. 58, n. 1, p. 21-29, 2012.



SBAC. Sociedade Brasileira de Análises Clínicas (SBAC). Sociedade Brasileira de Diabetes. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia. Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial. Consenso brasileiro para a normatização da determinação do perfil lipídico. 2016.

SEVERINO, A. J. Metodologia do trabalho científico. Cortez editora, 2017.

SILVA, T. S. C. Incidência do papilomavírus humano, mycoplasma hominis e ureaplasma spp em amostras cervicais coletadas na população ribeirinha do rio Amazonas. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde). Universidade Santo Amaro, São Paulo, 2020.

UFAL. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS. Pesquisa e Inovação. Saiba mais sobre as Expedições Científicas. Disponível em: <https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/quem-somos/apresentacao>. Acesso em 10 de mar. de 2024.

VARGAS, D. G. M. et al. Inclusion of oral health teams in primary health care promotes early diagnosis of oral and oropharyngeal cancers: a nationwide study. BMC Oral Health, v. 21, n. 1, p. 312, 2021.

VAZ, Davis Wilker Nascimento et al. Análise epidemiológica da insuficiência renal crônica no Estado do Amazonas. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, p. e851998210-e851998210, 2020.

VITORINO, R. R. et al. Esquistossomose mansônica: diagnóstico, tratamento, epidemiologia, profilaxia e controle. Rev Soc Bras Clin Med, v. 10, n. 1, p. 39-45, 2012.

WILLS, M.; SAVORY, J. Aluminium poisoning: dialysis encephalopathy, osteomalacia, and anaemia. The Lancet, v. 322, n. 8340, p. 29-34, 1983.

ZAMORA, R. et al. El tiempo libre y la recreación: estudio en adolescentes uruguayos. Organización Panamericana de la Salud. La salud del adolescente y del joven, p. 533-544, 1995.

## 2. AÇÕES DE SAÚDE BUCAL E LEVANTAMENTO EPIDEMIOLÓGICO DA CÁRIE DENTÁRIA EM ESCOLARES DAS COMUNIDADES RIBEIRINHAS DA REGIÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO DURANTE A VI EXPEDIÇÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO NO ANO DE 2023

**Área de conhecimento:** Ciências da Saúde.  
**Subárea de conhecimento:** Saúde bucal.

Cristiane Ribeiro da Silva Castro<sup>1</sup>

### RESUMO

As atividades de cunho educativos e preventivas, são vistas como meio eficaz para atenuar os efeitos causados pela desigualdade social e que repercutem de maneira negativa na saúde bucal do indivíduo. Esse trabalho possui como objetivos contribuir para a melhoria das condições de saúde bucal das populações ribeirinhas por meio de ações preventivas, realizar um levantamento epidemiológico e gerar dados que contribuam para o planejamento das ações das equipes de saúde bucal dos municípios. Trata-se um estudo transversal, descritivo. O público-alvo foram os escolares da comunidade ribeirinha do Baixo São Francisco. Atividades educativas sobre prevenção das doenças bucais além da escovação supervisionada e aplicação tópica de flúor foram realizadas, além de uma avaliação de cárie dentária nas 400 crianças e adolescentes, com a distribuição de 500 kits de higiene oral para a população infantil e adulta. Por meio dos dados epidemiológicos dos escolares é possível subsidiar o planejamento e a avaliação de ações para este grupo, buscando iniciativas para intervenções de saúde mais efetivas e promotoras de cidadania.

**Palavras chaves:** Cárie dental; Saúde coletiva; Saúde bucal: Epidemiologia; Escolares

---

1 Professora Doutora da Faculdade de Odontologia da UFBA

## INTRODUÇÃO

A complexidade da saúde no Brasil tem raízes profundas no contexto socioeconômico do país, evidenciado por profundas desigualdades que repercutem diretamente nas condições de vida do indivíduo. As iniquidades em saúde também podem ser evidenciadas na abordagem da saúde oral (Cabral et al., 2017). A saúde bucal é parte integrante e essencial para a qualidade de vida, sob uma variedade de formas nos domínios físico, social e psicológico (Carminatti et al., 2017; Silva, 2023; Xiao et al., 2021). Uma boa saúde oral refere ao impacto que a saúde bucal ou a doença tem sobre o desempenho de atividades diárias do indivíduo, o bem estar ou qualidade de vida (Nóbrega et al., 2019).

As doenças e distúrbios bucais, bem como alguns hábitos orais, podem causar impacto negativo na qualidade de vida das crianças. Existem estudos sobre a qualidade de vida relacionada à saúde bucal (QVRSB), para uma análise do impacto da saúde bucal na qualidade de vida de crianças e planejamento de políticas públicas de saúde que almejam diminuir as desigualdades da sociedade, compreendendo as necessidades de cada população (Nóbrega et al., 2019; Carminatti et al., 2017; Silva, 2023).

Apesar dos programas preventivos, há fatores que interferem na saúde bucal de crianças no Brasil. Apenas uma pequena parcela recebe assistência recomendada e a procura por serviços está associada a fatores socioeconômicos e culturais (Inagaki, et al 2015). Silva et al. (2023) observaram que os índices mais altos de prevalência de cárie foram em crianças de estratos econômicos mais baixos. Outros estudos também relacionam diretamente às famílias de maior renda terem menor impacto na saúde bucal, trazendo um dos assuntos de maior relevância para a epidemiologia e a Atenção Primária em Saúde Bucal no país (Inagaki, et al 2015; Carminatti, et al 2017; Silva, 2023).

A ausência de uma saúde bucal satisfatória é uma realidade de muitos indivíduos. A doença de maior predominância mundialmente é a cárie dental (Carminatti et al., 2017; Silva, 2023). A cárie caracteriza-se como uma doença que se desenvolve por questões multifatoriais, que acomete superfícies dentárias e tem impacto negativo na qualidade de vida das crianças e suas famílias, incluindo as questões nutricionais, sintomas orais comportamentais e alterações educacionais (Carminatti et al., 2017; Silva, 2023; Corrêa-Faria et al., 2020).

Diante da heterogeneidade socioeconômica do país, nem toda população tem acesso a saúde pública de qualidade. A saúde bucal é de difícil acesso para muitos cidadãos, principalmente para aqueles que se encontram em situação de vulnerabilidade social. A população ribeirinha é vista como uma comunidade mais carente que sobrevive do que a natureza apresenta para lhe dar, como a pesca e a agricultura. Nos últimos anos, a população Ribeirinha da região do Baixo São Francisco vem apresentando dificuldades em conseguir sua renda, devido as ações antropológicas que acabam comprometendo a vitalidade do rio São Francisco e conseqüentemente a qualidade de vida da população que vive as suas margens.

Para estudar as conseqüências das ações humanas no Rio São Francisco e seus ribeirinhos, e de forma conseguinte propor soluções, a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco realizou mais uma atividade durante o ano de 2023. A equipe de saúde bucal abordou a promoção e educação em saúde bucal, e um levantamento epidemiológico de cárie dental em escolares nessas comunidades ribeirinhas nos municípios onde a Expedição esteve. Os objetivos desse trabalho em saúde bucal foram: garantir às crianças das populações ribeirinhas acesso a ações educativas e preventivas em saúde bucal, contribuir para a melhoria das condições de saúde bucal da população local, realizar um levantamento epidemiológico simplificado, contribuir e subsidiar o planejamento das ações das equipes de saúde bucal dos municípios.

## DESENVOLVIMENTO

### METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como qualitativo, observacional, com metodologia de pesquisa-ação, onde o estudo e pesquisa das comunidades visitadas foram feitas, além do desenvolvimento de ações educativas entre os dias 21/11/2023 e 01/12/2023, cujo público-alvo foi a comunidade ribeirinha do Baixo São Francisco, com foco nas crianças das escolas públicas dos municípios.

O cenário de atuação foi às escolas públicas dos municípios de Alagoas: Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Piaçabuçu e em Sergipe, Propriá. Esta pesquisa-ação em promoção de saúde bucal foi coordenada por uma profissional de Odontologia, professora do curso de Odontologia da Universidade federal de Bahia (UFBA) e contou com o apoio da equipe da VI Expedição do Baixo São Francisco e das coordenações e equipes de saúde bucal dos municípios participantes.

As atividades desenvolvidas para os alunos das escolas municipais dos municípios foram:

- Palestra sobre educação em saúde bucal e cárie dentária
- Ensino de técnica de escovação
- Levantamento epidemiológico da cárie dental e necessidade de tratamento odontológico
- Distribuição de kits de higiene oral
- Escovação supervisionada com aplicação tópica de flúor

Um levantamento epidemiológico foi realizado pelos dentistas da rede municipal com o objetivo de identificar os índices de cárie dentária dos alunos das escolas e gerar informações que possam auxiliar em estratégias adotadas pela secretaria de saúde do município para melhorar os níveis de doenças bucais na comunidade, assim como a forma de tratamento que será adotada nas crianças já acometidas por enfermidades bucais.

Foram realizados uma entrevista estruturada e o exame bucal. Na entrevista realizada com as crianças, utilizou-se um questionário que compreendia - identificação da criança, informações socioeconômicas como idade da criança em anos, sexo, cor da pele, município de residência, nome da escola e localização (zona urbana ou rural). Foi utilizada uma ficha para o exame bucal padronizada criada para esse estudo.

A coleta de dados consistiu no exame clínico dos escolares e aplicação de questionário individual no momento do exame, após assinatura do termo de consentimento pelos pais ou responsáveis. O exame clínico foi realizado na escola, em salas de aulas ou áreas abertas no ambiente escolar, sem profilaxia prévia, à luz natural, com o auxílio de espátula de madeira e gaze. O diagnóstico da condição de saúde bucal das crianças registrou a presença/ ausência e severidade da cárie segundo critérios da Organização Mundial de Saúde (OMS) relativo aos índices ceo-d e CPO-D (OMS, 1999).

Caso fosse identificada necessidade de tratamento, a criança ou adolescente era encaminhado para a Unidade Básica de Saúde mais próxima da sua residência, em alguns momentos já conversava com o dentista responsável considerando a necessidade encontrada. Em áreas descobertas pela estratégia saúde da família, a coordenação de saúde bucal se responsabilizava pelo encaminhamento.

Os instrumentos de coleta de dados foram revisados e os dados digitados no Microsoft Excel. Para a análise dos dados foi utilizado o programa SPSS. Realizou-se, inicialmente, a análise descritiva das variáveis de interesse obtendo-se as frequências simples e relativas para as variáveis categoriais e as medidas de tendência central e de dispersão para as contínuas. Análises bivariadas foram realizadas posteriormente,

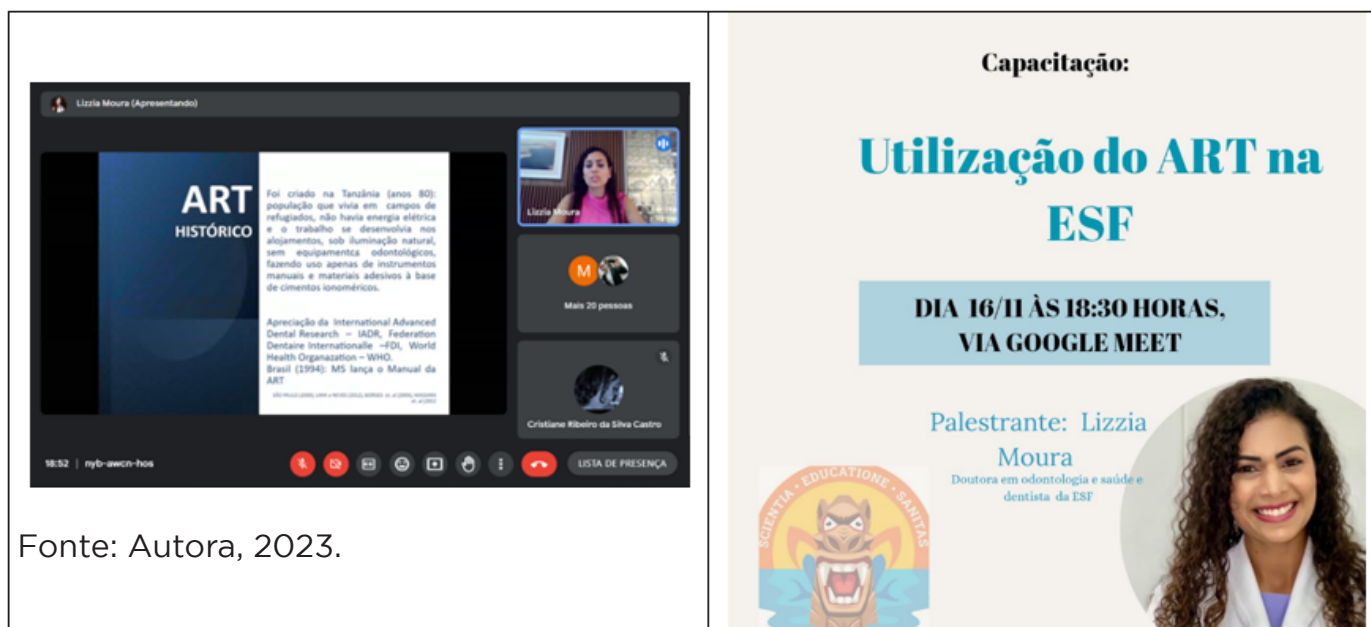
considerando a presença de cárie dentária como efeito principal (variável dicotômica) e sua associação com as variáveis demográficas. A análise estatística foi realizada por meio de frequências relativas e absolutas, em gráficos e tabelas; utilizou-se o teste estatístico qui-quadrado para as variáveis categóricas e o teste estatístico Mann-Whitney para as contínuas. Adotou-se nível de significância de 5%.

Foi calculado o índice CPO-D para cada escolar participante que apresentasse dentição mista ou permanente, conforme recomendação da OMS. Foram estimadas a prevalência de cárie dentária, medida pelo índice CPO-D>0, e sua gravidade (também chamada de experiência ou ataque de cárie dentária), aferida pelo número médio de dentes cariados 'C', perdidos 'P' e obturados 'O'. Como há uma relação matemática entre experiência de cárie medida pelo índice CPO-D e prevalência de cárie medida pela porcentagem de indivíduos com CPO-D>0, valores de CPO-D entre 2,7 e 4,4 são indicativos de nível moderado de cárie ou prevalência moderada; valores entre 1,2 e 2,6 são indicativos de prevalência baixa; e valores inferiores a 1,2 refletem uma prevalência muito baixa (WHO, 2003). Para a dentição decídua, foi calculado o índice ceo-d e sua composição percentual.

## RESULTADOS

Todas as ações de saúde bucal realizadas durante a VI expedição foram planejadas e articuladas de forma antecipada com os coordenadores gerais da expedição científica com os professores, secretários de educação, e saúde de cada município. Foi realizada de forma virtual, uma capacitação sobre tratamento restaurador atraumático (ART) com os profissionais dentistas dos municípios, ministrada por uma doutora convidada dentista da Estratégia de Saúde da Família de Salvador - Ba (Figura 1).

**Figura 1:** capacitação em ART para os dentistas dos Municípios ribeirinhos do Baixo São Francisco.



Fonte: Autora, 2023.

As ações foram desenvolvidas nas escolas, onde métodos recreativos auxiliares foram usados para facilitar o entendimento dos alunos como: palestras sobre ensino de técnicas de escovação (Figura 2). A ludicidade é uma ferramenta importante para a aprendizagem de escolares na faixa etária de 3 a 10 anos, a absorção do conhecimento se dá de forma mais efetiva e os mesmos tendem a propagar o conhecimento aprendido em casa e em seus ambientes de convivência. As atividades de desenho e pinturas foram realizadas com o intuito de estimular as crianças ao aprendizado (Figura 3), pois atividades lúdicas potencializam o aprendizado nessa faixa etária.

**Figura 2:** palestra sobre técnicas de escovação.



Fonte: Coordenação Municipal de Saúde Bucal, 2023.

**Figura 3:** atividades de desenho e pintura com as crianças das escolas visitadas.



Fonte: Coordenação Municipal de Saúde Bucal, 2023.

Foi realizada a distribuição de kits de higiene oral para os estudantes (Figura 4). Foram 500 kits distribuídos, sendo 300 doados pela Colgate e 200 cedidos pelas prefeituras locais, todos os kits possuíam uma escova de dente e um creme dental. A escovação supervisionada com aplicação tópica de flúor foi feita com o objetivo de prevenção de novas lesões cáries nas crianças, visto que em muitos locais visitados não existe a fluoretação da água potável (Figura 5).

**Figura 4:** doação de kits de higiene bucal.



Fonte: Coordenação Municipal de Saúde Bucal, 2023.

**Figura 5: escovação supervisionada com aplicação tópica de flúor**



Fonte: Coordenação Municipal de Saúde Bucal, 2023.

Um levantamento epidemiológico na busca de lesões cáries foi realizado (Figura 6), com o objetivo de identificar as condições bucais e índices de cárie dos alunos da quela escola, e através disso desenvolver dados que possam auxiliar em estratégias adotadas pela secretaria de saúde do município para abordar e diminuir os níveis de doenças bucais na comunidade, assim como a forma de tratamento que será abordada nas crianças já acometidas por enfermidades bucais.

**Figura 6: levantamento epidemiológico nas comunidades visitadas pela expedição.**



Fonte: Coordenação Municipal de Saúde Bucal, 2023.

Foram examinadas 331 estudantes de escolas públicas, sendo a maioria delas dos municípios de Piaçabuçu (n=120) e Propriá (n=87). Foram avaliados os escolares que compareceram no dia da avaliação e que apresentaram o consentimento pelos pais/responsáveis, por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A idade média foi de 7,86 anos (32,12), a mediana foi 8 e a idade variou entre 3 e 15 anos, sendo que a maioria das crianças possuía entre 8 e 9 anos. A maioria (50,2%) possuía a cor da pele parda, era do sexo masculino (54,1%), residentes da zona urbana (73,7%) (Tabela 1).

Em relação à ocorrência da cárie dentária, 61,9% encontravam com experiência de cárie atua ou pregressa. Em relação à condição de saúde bucal na dentição decídua, 42,4% dos escolares avaliados encontravam-se livres de cárie. O ceo-d foi de 2,14 e, quanto a sua distribuição percentual, 92,76% representavam dentes cariados, apenas 4,31% eram obturados e 9,23% com extração indicada por cárie. O que significa dizer que há uma presença da doença ativa, com necessidade de tratamento e um baixo acesso à atenção à saúde bucal. Esse resultado está de acordo com o encontrado em todos os estudos nacionais avaliados e denota uma alta necessidade de tratamento dessas crianças (PERES et al., 2003).

**Tabela 1: Características sociodemográficas da população de estudo, Baixo São Francisco, 2023 (n= 331).**



<i>Variáveis</i>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b><i>Idade</i></b>		
<=8 anos	193	58,31
>8anos	138	41,69
<b><i>Sexo</i></b>		
Feminino	152	45,9
Masculino	179	54,1
<b><i>Etnia*</i></b>		
Branco	54	16,3
Negro	54	16,3
Pardo	166	50,2
Amarelo	14	4,2
Sem informação	43	13
<b><i>Município</i></b>		
Propriá	87	26,3
São Brás	22	6,6
Traipu	45	13,6
Piaçabuçu	120	36,3
Pão de Açúcar	30	9,1
Piranhas	27	8,2
<b><i>Área da escola</i></b>		
Urbana	244	73,7
Rural	87	26,3

\*Dados perdidos

Fonte: Autora,2024.

Com relação à experiência de cárie na dentição permanente, 36,1% dos escolares apresentavam pelo menos um dente atacado por cárie. O CPO-D foi de 0,72, característico de uma situação de baixa prevalência (WHO, 2003). Quanto à distribuição percentual do CPO-D, 95,6% representavam dentes cariados, 3,5% eram obturados e 0,9% extraídos por cárie, o que se constitui em perda precoce dos elementos dentários na faixa etária avaliada e demonstra uma alta necessidade de tratamento.

## **CONCLUSÕES**

Os programas de saúde bucal são de suma importância para a sociedade, pois promovem a conscientização e a valorização do conhecimento e da prevenção em prol da autonomia das práticas de saúde. Por isso, torna-se importante e essencial o levantamento epidemiológico ou diagnóstico inicial para orientar o planejamento e avaliação dos programas de saúde bucal. Sendo necessário o envolvimento do sujeito, membros familiares, equipe de saúde, escola, comunidade e os agentes comunitários de saúde (ACS).

A atuação das equipes de saúde bucal voltada para os escolares representam estratégias importantes e efetivas para o controle dos agravos bucais, contribuindo para a qualidade de vida de crianças e adolescentes, fazendo-se necessário o incentivo de Programa Saúde na Escola (PSE), envolvendo equipes multidisciplinar, garantindo o acesso a saúde de forma integral, interligada, de acordo com as reais necessidades de cada população, principalmente para os grupos que estão em situação de vulnerabilidade social como é o caso das comunidades ribeirinhas.

## **AGRADECIMENTOS**

A toda equipe da VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, e em especial à coordenação e à assessoria de comunicação, às comunidades ribeirinhas com as quais desenvolvemos nosso trabalho, aos diretores e demais professores das escolas, e especialmente às coordenações de saúde bucal de cada município que deram apoio, suporte logístico e aceitou conduzir os trabalhos coordenados à distância, a FOUFBA pela doação dos kits de higiene bucal, nossos agradecimentos.

## **REFERÊNCIAS**

CABRAL, M.B.B.S; MOTA, E.L.A; CANGUSSU, M.C.T; VIANA, M.I.P. Situação de saúde bucal de crianças na primeira infância em Creches de salvador, Bahia. Rev Baiana de Saúde Pública, ano 17, v. 41, n. 3, p. 595-613, jul./set, 2017.

CARDOSO, C. R.; PASSOS, D.; RAIMONDI, J. V. Compreendendo a cárie dental. Salusvita, Bauru, v. 36, n. 4, p. 1153-1168, 2017.

CARMINATTI M.; PINTO B.; FRANZON R.; RODRIGUES J. A.; ARAUJO, F. B.; GOMES, E. Impacto da cárie dentária, maloclusão e hábitos orais na qualidade de vida relacionados à saúde oral em crianças pré-escolares. Porto Alegre, Audiol Commun Res. 2017;22:e1801 disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-6431-2016-1801>.

INAGAKI, L. T. et al. Atuação interdisciplinar odontologia/fonoaudióloga no tratamento de paciente com cárie precoce da infância. Revista CEFAC, v. 17, n. 2, p. 595-603, mar. 2015.

NÓBREGA V. A. et al. Impacto da cárie dentária na qualidade de vida de pré-escolares mensurado pelo questionário PedsQL. Ciência & Saúde Coletiva, 24(11):4031-4041, 2019. SILVA, R. M.; PERES, A. C. O.; CARCERERI, D. L. Atuação da equipe de saúde bucal na atenção domiciliar na Estratégia Saúde da Família: uma revisão integrativa. Ciênc. Saúde Colet. (Impr.) ; 25(6): 2259-2270, Mar. 2020. Disponível: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1101036>. Acesso: 11/04/2024.

XIAO J, ALKHERS N, KOPYCKA-KEDZIERAWSKI DT, BILLINGS RJ, WU TT, CASTILLO DA, RASUBALA L, MALMSTROM H, REN Y, ELIAV E. Cuidados de saúde oral pré-natal e prevenção de cárie na primeira infância: uma revisão sistemática e meta- análise. Cárie Res. 2019;53:411-21.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Political declaration of the High-level Meeting of the General Assembly on the Prevention and Control of Non-communicable Diseases. Sess Unites Nations Gen Assem New York. 2011

# **ANÁLISE DE ÁGUA E PEIXES**

# 3. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA EM MUNICÍPIOS DO BAIXO SÃO FRANCISCO

Área de conhecimento: Qualidade de água.

Fábio Francisco da Silva<sup>1</sup>  
Hanna Francielle Barbosa Costa<sup>2</sup>  
Anita Neves Santisteban<sup>3</sup>  
Lívia Almeida de Souza<sup>4</sup>  
Alexandre Santos da Costa<sup>5</sup>  
Themis de Jesus da Silva<sup>6</sup>  
Emerson Carlos Soares<sup>7</sup>

## INTRODUÇÃO

O Rio São Francisco nasce em Minas Gerais, na Serra da Canastra e chega à sua foz, no Oceano Atlântico, entre Alagoas e Sergipe percorrendo cerca de 2.800 km de extensão. A região envolve parte da região do semiárido, a cerca de 58% do território da região hidrográfica (ANA, 2015). Esta Região está dividida em quatro unidades hidrográficas, são elas: Alto São Francisco, Médio São Francisco, Submédio São Francisco e Baixo São Francisco.

A gestão dos recursos hídricos, perpassa por um maior controle das águas do Velho Chico, desde a outorga, cobrança do uso e monitoramento contínuo, devido a grande contribuição do rio em atividades como; irrigação, agricultura, abastecimento de água, pesca e navegação, com isso há a necessidade de conciliar os diversos usos da água bem como a manutenção da qualidade dela para a população e organismos aquáticos. Com o crescimento da agricultura seguida do uso de agroquímicos, a poluição decorrente de efluentes lançados sem tratamento faz com que a bacia do rio enfrente inúmeros problemas ambientais, entre estes o aumento do assoreamento, de corrente de solos sem manejo apropriado (ANA, 2021).

---

1 Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento (CTEC/UFAL), Laboratório de Aquicultura e Ecologia Aquática (LAQUA), Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

2 Mestre em Zootecnia, Laboratório de Aquicultura e Ecologia Aquática (LAQUA), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

3 Graduanda em zootecnia, Laboratório de Aquicultura Ecologia Aquática (LAQUA), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

4 Graduando em Agroecologia, Laboratório de Aquicultura Ecologia Aquática (LAQUA), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

5 Graduando em Zootecnia, Laboratório de Aquicultura Ecologia Aquática (LAQUA), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

6 Professora Associada III, Laboratório de Aquicultura Ecologia Aquática (LAQUA), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

7 Professor Associado IV, Laboratório de Aquicultura Ecologia Aquática (LAQUA), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

A expansão desordenada da população próximo aos corpos hídricos tem causado grandes alterações na rede de drenagem, como o desaparecimento de alguns canais e a artificialização de outros. De acordo com Melo et al (2018), o lançamento inadequado de diferentes fontes contribui para a degradação desses corpos hídricos, impactando as características do solo e da água contaminando o meio ambiente.

A qualidade da água dos corpos hídricos pode ser analisada mediante investigações a partir de alterações físicas, químicas e biológicas que se relacionam a atividades antrópicas ou a fenômenos naturais (BRITTO et al., 2018). Uma das formas de caracterizar a qualidade do ambiente aquático são os indicadores microbiológicos específicos da água tais como os que pertencem a família Enterobacteriaceae (MATTOS; SILVA, 2002). Em estudos limnológicos, os coliformes proveniente de fezes de animais, que se multiplicam com maior frequência na água, atraem grande atenção da saúde pública, pois estão diretamente relacionados a várias patologias e são responsáveis pela causa da maioria das doenças intestinais infecciosas em humanos (ANDRADE, 2008; NASCIMENTO; ARAÚJO, 2013).

Quanto aos parâmetros físico-químicos, estes são determinados por características próprias de cada bacia hidrográfica como condições de clima, geologia, relevo, uso e cobertura vegetal e matéria orgânica e inorgânica na água (SPERLING, 2005). Podemos citar entre os mais comuns avaliados: oxigênio dissolvido (OD), Total de Sólidos Dissolvidos (TDS), pH, temperatura, condutividade elétrica (CE), compostos nitrogenados, fósforo, nitrato, turbidez, sulfatos, salinidade, entre outros compostos identificados como metais e ametais, tais como; ferro, manganês, cobre, zinco e arsênio, por exemplo.

Desta forma e levando em consideração a problemática em termos de qualidade e disponibilidade de água para o consumo humano, abastecimento dos municípios e dessedentação dos animais, uma avaliação hídrica dentro dos padrões vigentes é de grande importância para caracterizar o meio aquático e assim, avaliar os fatores que inviabilizam o uso da água para o abastecimento humano, produção de alimentos, entre outros, assim proteger as comunidades aquáticas, bem como incentivar políticas públicas de fiscalização.

No Âmbito da V e VI Expedições Científicas do São Francisco procurou-se compreender a qualidade da água em oito municípios localizados na calha principal do São Francisco.

## **METODOLOGIA**

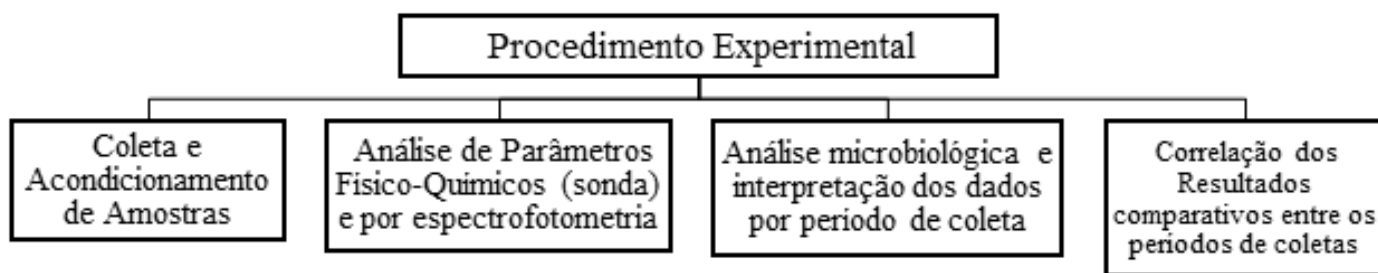
As coletas foram realizadas na região do Baixo São Francisco nos municípios de Piranhas (AL), Pão de Açúcar (AL), Traipu (AL), São Brás (AL), Propriá (SE), Igreja Nova (AL), Penedo (AL) e Piaçabuçu (AL), durante a V e VI Expedição Científica realizada entre os dias 03 e 12 de novembro de 2022 e 20 de novembro a 01 de dezembro de 2023, respectivamente.

Para efeito de comparação com as vazões praticadas pelas hidroelétricas, foram observadas as médias baseadas nos 3 meses antes e durante a realização das expedições científicas, neste caso os meses de setembro, outubro e novembro de cada ano.

Em cada município foram coletadas amostras de água, na superfície (cerca de 50 cm de profundidade da lâmina d'água) a montante, ponto do barco e a jusante com auxílio da garrafa de Van Dorn.

As análises foram realizadas no Laboratório de Aquicultura e Ecologia Aquática/ Campus de Engenharias e Ciências Agrárias/Universidade Federal de Alagoas - LAQUA/ CECA/UFAL, Alagoas - Brasil, seguindo a sequência resumo experimental:

**Figura 1: Delineamento dos procedimentos de análise de água.**



Fonte: Autores,2024.

## ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA

As amostras foram armazenadas em recipientes estéreis de polietileno com 250 mL de volume útil, as garrafas estavam devidamente identificadas, e foram mantidas sob refrigeração em caixas térmicas durante a coleta até o deslocamento para o laboratório onde foram armazenadas em refrigerador com temperatura de 8°C até o momento da avaliação.

As variáveis físico-químicas: oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), resistividade (Mff.cm), temperatura da água (°C), turbidez (FNU), condutividade elétrica (Qs/cm), potencial de óxido-redução (ORP), totais de sólidos dissolvidos (TDS) e salinidade (PSU), foram mensuradas in situ, utilizando duas sondas multiparâmetros (modelo HI 9829 e HI 98494, ambas da HANNA Instruments) (Figura 2).

Os parâmetros químicos e metais como, nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), amônia (NH<sub>3</sub>-N) nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg<sup>2+</sup>), sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), fosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu) foram analisados em laboratório através de um espectrofotômetro (Modelo: HI83399, HANNA Instruments, espectrofotômetro modelo HI 839800 e espectrofotometria UV comprimento de ondas de 110 a 1300 nm - Kasvi e Merck®).

**Figura 2:** Análise das variáveis físico-químicas e coleta de água da V e VI Expedição Científica do Baixo São Francisco.

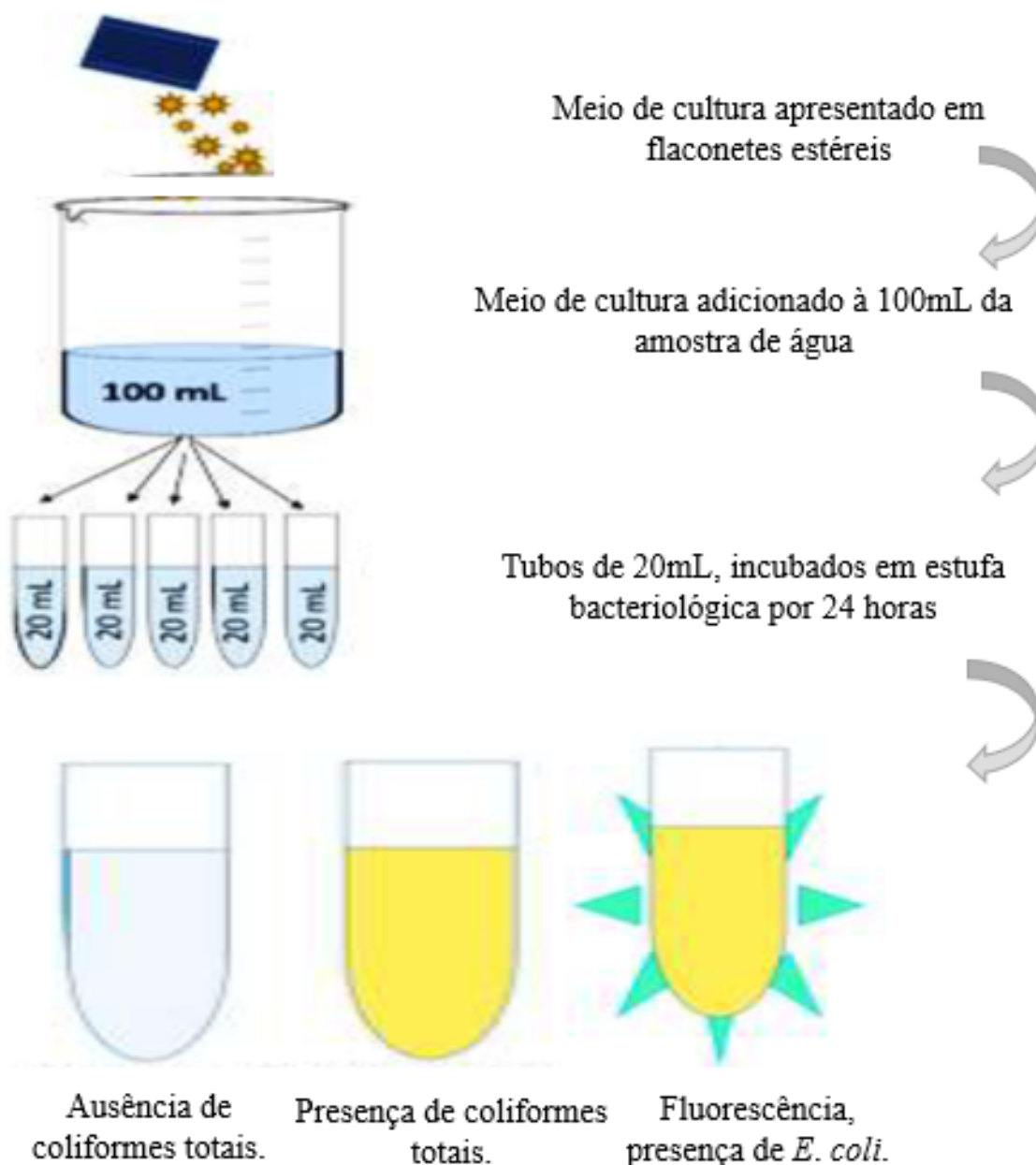


Fonte: LAQUA, 2023.

## ANÁLISE MICROBIOLÓGICA (COLIFORMES TOTAIS E ESCHERICHIA COLI)

Para as análises de coliformes totais e *E. coli* as amostras de água foram coletadas em frascos de polietileno de 250 mL sendo então refrigeradas até análise. Em laboratório realizou-se as análises seguindo o protocolo conforme descrito no kit do AQUATEST COLI (ONPG-MUG; LaborClin - BRASIL), registrado na ANVISA sob o número 100.970.10.149. Para isso, a cada 100mL de amostra foi acrescentado um flaconete de meio de cultura, conforme protocolo da empresa, após a completa diluição, alíquotas de 20 mL foram transferidas para 5 tubos em vidro estéreis (Fluxograma 1).

**Fluxograma 1: Substrato para detecção quantitativa e qualitativa de coliformes totais e *E. coli* em amostras de água.**



Fonte: Adaptado, LAQUA, 2021.

Em seguida, as alíquotas foram incubadas em estufa bacteriológica a 35,0°C durante 24h. A confirmação de positivo nas amostras para coliformes totais foram verificadas visualmente por desenvolvimento de cor amarela no meio de cultura, sendo a presença de E. coli detectada pela observação de fluorescência azul esverdeada emitida pela amostra quando submetida à exposição de luz UV (365nm) em câmara escura (Figura 3).

**Figura 3: Incubação em estufa bacteriológica por 24 horas, em seguida leitura em câmara escura.**



**Estufa bacteriológica**



**Câmara escura (luz UV 365nm)**

Fonte: LAQUA, 2023.

A análise quantitativa foi realizada após a contagem de tubos positivos usando a tabela de Número Mais Provável/100 mL (NMP), (tabela 1), conforme descrito no kit do AQUATEST COLI.

**Tabela 1: Número mais provável NMP /100mL**

<b>Tubos positivos</b>	<b>NMP/100mL</b>
0	< 1,1
1	1,1
2	2,6
3	4,6
4	8
5	> 8

Fonte: AQUATEST COLI, 2018.



Para os indicadores ambientais e microbiológicos da qualidade de água, foram preconizados os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, em função da classe do uso que dispõe sobre a classificação de água doce, classe 1, bem como a Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017 e a Resolução CONAMA nº 274, de 2000.

## **ANÁLISES ESTATÍSTICAS**

Após aplicado teste de normalidade não havendo problemas para testes paramétricos, foram utilizados uma ANOVA de uma via com pós teste de Tukey, quando apropriado. Para tratamento estatístico, foram utilizados os softwares Excel 2016 e o programa Minitab (Software Microsoft, versão 22.1) Para efeito estatístico, foram considerados significativos os valores que apresentavam  $P < 0,05$ . Análises de PCA – estatística não paramétrica (Distância Euclidiana e com método de Ward) foi usada para verificar-se as correlações mais fortes entre os parâmetros de qualidade de água. O dendrograma também foi construído para comparar similaridades entre os municípios quanto ao aspecto qualidade de água.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para efeito de comparação nos resultados e discussão, as vazões médias estabelecidas para o ano de 2022 (janeiro a novembro) foi de 1934 m<sup>3</sup>/s, com média trimestral (setembro, outubro e novembro) de 1385 m<sup>3</sup>/s. Já no ano de 2023 a média anual (janeiro a novembro) foi de 1240 m<sup>3</sup>/s, com média trimestral (setembro, outubro e novembro) de 1375 m<sup>3</sup>/s.

## **OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)**

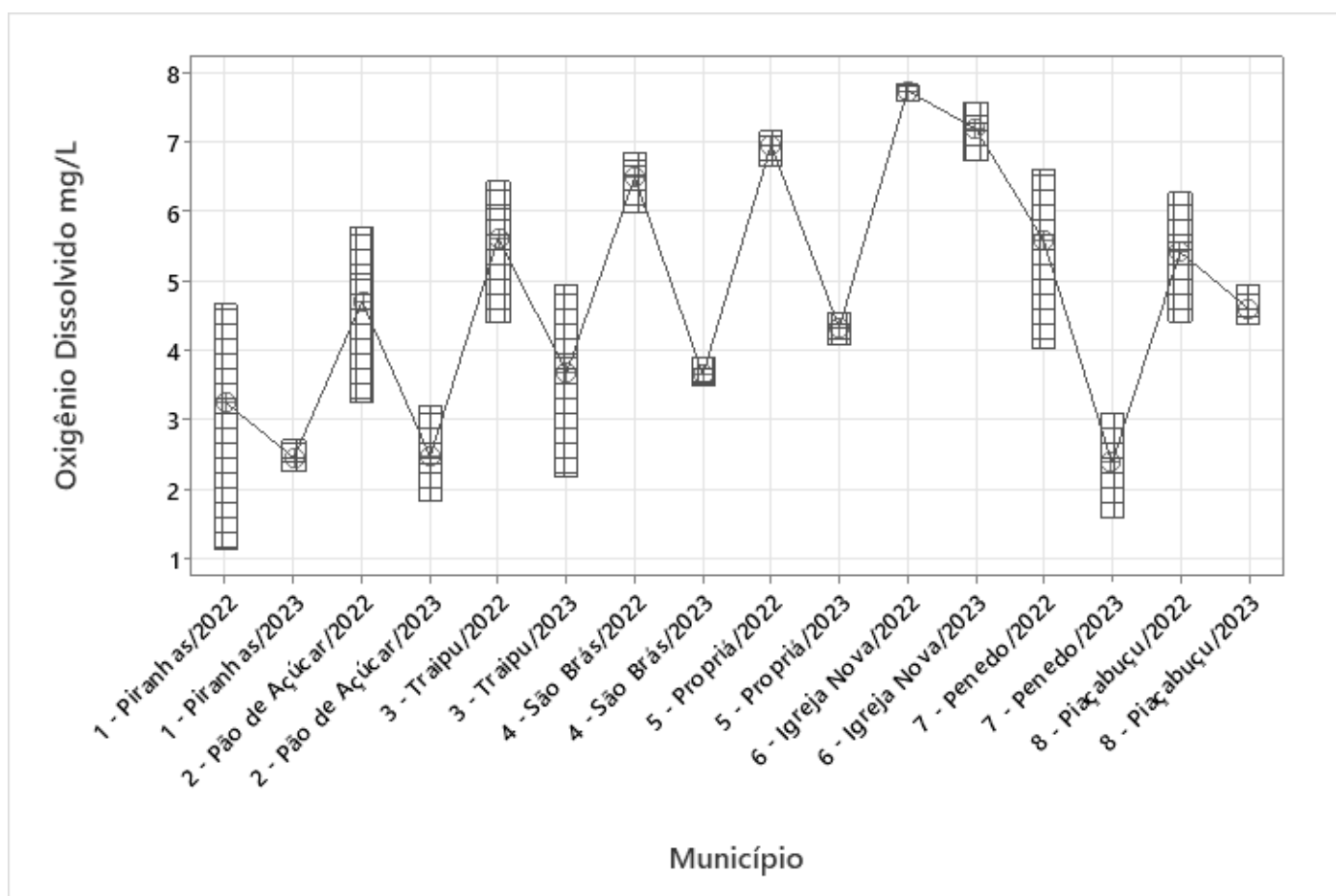
O oxigênio dissolvido é um importante indicador das condições de poluição por matéria orgânica, e conseqüentemente à sobrevivência de espécies aeróbias. Quando em concentrações mais baixas, passa a conferir características indesejáveis ao corpo hídrico, tornando-o inapropriado ao abastecimento público. Em vista disso, uma água não poluída deve estar saturada de oxigênio. De outra forma, níveis baixos de oxigênio dissolvido podem indicar que houve grande atividade bacteriana decompondo a matéria orgânica lançada no ambiente aquático (MOTA, 2012). Os valores de referência preconizados na legislação CONAMA 357, é de 5 mg/L.

As análises desta variável apresentaram diferenças significativas quanto a distribuição nos municípios estudados ( $p < 0,05$ ). Valores médios mais elevados foram encontrados em todos os municípios em 2022 quando relacionados ao ano de 2023 (Teste de Tukey,  $p < 0,05$ ). Os valores mais elevados desta variável foram encontrados em Igreja Nova- AL (média de 7,20 – 7,74 mg/L, em 2022 e 2023, respectivamente) seguidos dos municípios de Propriá- SE ( $6,96 \pm 0,45$  mg/L), São Brás-AL ( $6,50 \pm 0,32$  mg/L), todos no ano de 2022, estes não diferiram uns dos outros. Como segunda escala de melhor teor de oxigênio, os municípios de Traipu, Penedo e Piaçabuçu, no ano de 2022, apresentaram média de  $5,50 \pm 0,24$  mg/L. A partir do município de Pão de Açúcar em 2022 os valores deste parâmetro ficaram abaixo do preconizado pela resolução CONAMA 357, portanto abaixo de 5,0 mg/L, com média de  $4,73 \pm 0,40$  mg/L, seguidos por Piaçabuçu e Propriá, ambos no ano de 2023, com média de  $4,40 \pm 0,30$  mg/L.

É importante destacar que o município de Igreja Nova foi a única exceção das análises de 2023, apresentando teores bem acima de 5,0 mg/L de OD, os demais municípios apresentaram piora significativa, com destaque negativo para Penedo e Piranhas (média de  $2,40 \pm 0,2$  mg/L). A região do Xinaré (Igreja Nova), possui como características pequenas comunidade com pouco lançamento de efluentes, além de área de maior correnteza e área de remanso, o que favorece melhor aporte de oxigênio dissolvido.

Podemos considerar que a diminuição dos valores de oxigênio dissolvido pode ser atribuído a menor defluência das vazões no ano de 2023. Adicionalmente, o ano de 2022 com vazões atípicas, acima de 3500 m<sup>3</sup>/s durante cerca de 3 meses e maior volume de chuvas ocasionado pelo fenômeno La Niña, proporcionou maior renovação de água, limpeza do leito da calha principal, contribuindo com maior poder diluente de substâncias em processo de decomposição. Contudo, após a normalidade das vazões no ano seguinte, grande quantidade de lixo e matéria orgânica, oriundo dos esgotos das cidades, aumento do assoreamento no Velho Chico e afluentes com alto grau de degradação (rios Piauí, Traipu, Ipanema, etc) e manejo inadequado de solos com uso de agroquímicos, acumulou na calha principal do rio, diminuindo o poder de ciclagem de nutrientes. Soma-se ainda fatotes como retenção de água (sistema lótico) pelas represas, alterando a dinâmica da água. Essa condição é bem presente na região de Propriá e Penedo.

**Figura 4: Níveis de oxigênio dissolvido por município, avaliado nas expedições científicas de 2022 e 2023.**



Fonte: Emerson Soares, 2024.

De acordo com Farias (2006), o oxigênio dissolvido pode ser influenciado negativamente por outros fatores também, como o aumento da turbidez, aumento da temperatura (águas mais quentes e com maior quantidade de matéria orgânica), e pela ação antrópica em cursos d'água onde efluentes são lançados com grande quantidade de matéria orgânica.

## TOTAL DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS (TDS)

O TDS inclui, dentre outros, sais inorgânicos dos quais podemos citar principalmente, potássio, magnésio, cálcio, sódio e cloretos, afetando diretamente o sabor e odor da água. Os sólidos têm capacidade de sedimentar no leito dos rios, acabar com organismos que disponibilizam alimentos, soterrar os leitos de desova de peixes. Além de tudo, podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, ocasionando deterioração anaeróbia, reduzindo o nível de oxigênio nos corpos hídricos (PHILIPPI JR; ROMERO; BRUNA, 2004). O valor máximo permitido de TDS em águas doces de classe 1 e 2 é 500 mg/L (CONAMA 357, 2005), já a legislação que estabelece padrões de potabilidade em águas nos Estados Unidos da América, caracteriza o valor de até 1.000 mg/L.

Entre os municípios avaliados destaca-se Traipu, que em 2022 apresentou valores médios de  $203,66 \pm 14,28$  mg/L, diferindo significativamente dos demais independente do ano, seguido de Piaçabuçu em 2022, expressando valor médio de  $171,7 \pm 11,33$  mg/L. Percorrendo o rio no ano de 2022, a partir da cidade de Piranhas, Pão de Açúcar, São Brás, Propriá e Penedo, os dados indicam uma variação de TDS da ordem de 120 a 134 mg/L, não havendo diferença para esta variável.

Já em 2023, foram encontradas medidas bem inferiores as avaliadas no anterior (ANOVA  $p < 0,05$ ), conferindo certa uniformidade aos valores apresentados, onde o município de Igreja Nova obteve  $29,00 \pm 3,00$  mg/L e Piaçabuçu (distando menos de 20 km da foz) alcançou  $41,67 \pm 6,50$  mg/L.

Em 2022 ocorreu grande defluência das hidroelétricas (comparada a última grande enchente no perímetro ocorrida em 2009), durante mais de 4 meses, seguido de volumes de chuvas acentuado na região, causando processos erosivos de solos e rochas. O incremento deste acúmulo de água em solos desnudos e sem proteção, com grande aporte de agroquímicos, com lavagem de rochas e de leitos secos e com grande acúmulo de sedimento, pode ter proporcionado o aumento do TDS nos primeiros 3 meses antes das coletas, esse fator foi observado nos estudos de Bazzo & Pizzato (2011).

Em um segundo momento, já no ano de 2023, com a diminuição da precipitação e do volume de vazões há uma tendência de depleção do valor desta variável, que fica dependente dos fenômenos das marés e da cunha salina nos municípios mais próximos ao estuário, a exemplo de Penedo e Piaçabuçu. Contudo, nota-se que mesmo em áreas mais próximas a foz do rio São Francisco, os valores encontrados são bem inferiores aos observados aos anos de 2019 e 2020.

Há de se avaliar a influência do rio Traipu, afluente do Velho Chico no aumento desta variável, alguns cátions e ânions são bem elevados na foz deste afluente, e deve-se possivelmente a formação rochosa, desflorestação das áreas marginais tipo de solo na região (SALAMENE et al. 2011), revolvimento do solo por atividades mineradoras ou práticas inadequadas de uso e manejo de solos, que podem interferir nos valores desta variável, entretanto esta hipótese carece de mais estudos. Conforme preconizado em legislação, os valores observados nos anos de 2022 e 2023 não ultrapassaram o limite de 500 mg/L.

## AMÔNIA (NH<sub>3</sub>) E NITRITO (NO<sub>2</sub>)

A amonificação (processo de decomposição da matéria orgânica por organismos heterotróficos), é realizada no sedimento, no leito dos ambientes aquáticos. Enquanto em peixes por exemplo, a absorção dos compostos nitrogenados é originária dos aminoácidos, contudo essa absorção não é completa, sendo eliminada pelas fezes, enquanto a parte absorvida pelo metabolismo é usada como fontes energéticas tendo como resultado a amônia, que deverá ser excretada pelos peixes, pois devido seu poder tóxico pode causar sua morte em determinadas concentrações (SÁ, 2012).

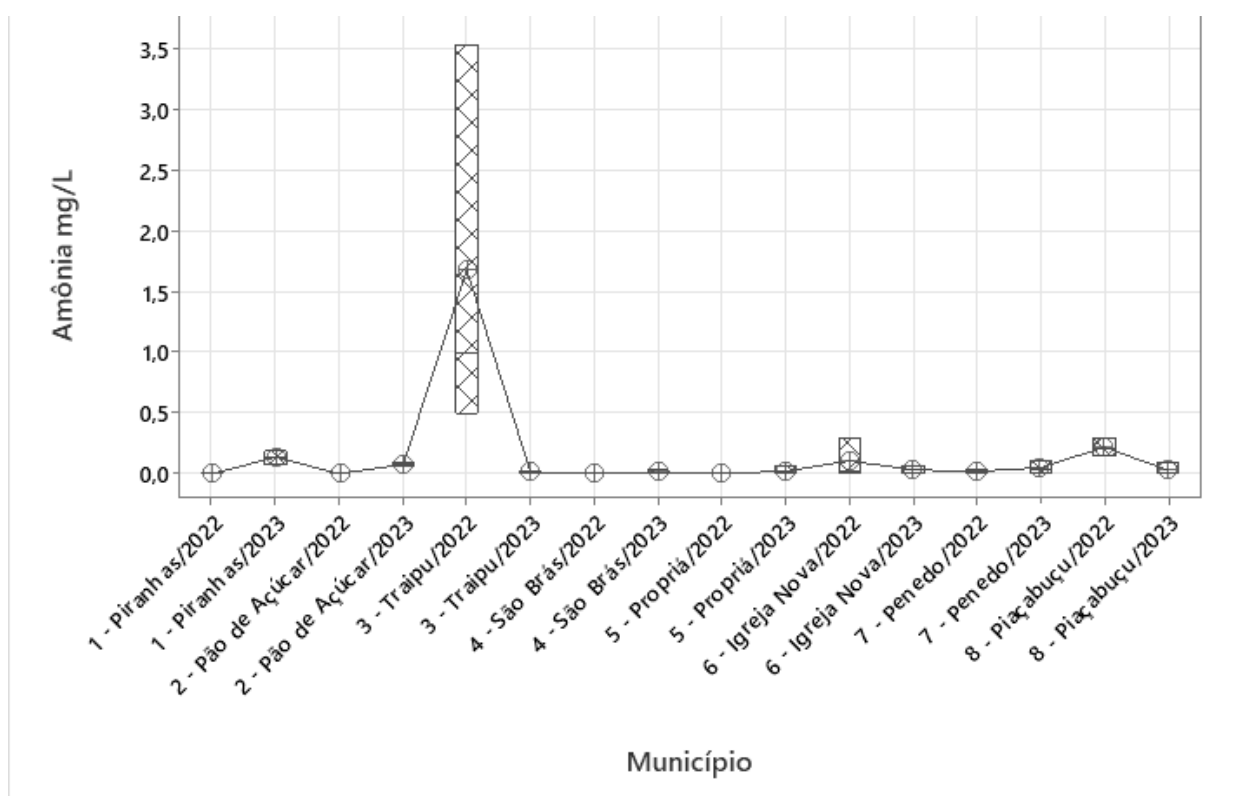
No ambiente aquático, este composto pode ser oriundo do processo de degradação

biológica de matéria orgânica. Quando a amônia se apresenta em altas concentrações em águas naturais é um indicativo de contaminação por esgoto bruto, efluentes industriais ou afluxo de fertilizantes (SILVA et al., 2021). Seus níveis no ambiente aquícola são preocupantes, uma vez que a presença desses compostos, mesmo em concentrações baixas, inferiores a 0,5 mg/L, inspira atenção (PILLAY; KUTTY, 2005).

Já a nitrificação decorre de um processo em que o íon amônio atua como doador de hidrogênio e através da oxidação destes compostos, os microorganismos obtêm os equivalentes de redução (ferro, manganês e sulfito, etc) para o processo de sua síntese. De acordo com a legislação CONAMA 357, classe 1 de água doce, o valor recomendado para o nitrito não deve ultrapassar 1,0 mg/L. Já para a amônia o valor é expresso em nitrogênio amoniacal total (somatória de  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4$ ) e varia de acordo com o pH, por exemplo em pH 7,5 a 8,5, valores comuns encontrados no Baixo São Francisco, os valores desta variável variam de 2,0 a 0,5 mg/L, conforme aumenta o pH, isto é devido o poder tóxico desta molécula aumentar em soluções mais básicas. Para efeito das análises iremos considerar valor de referência para amônia não ionizada  $\text{NH}_3$  de 0,5 mg/L, devido a letalidade aumentada para organismos aquáticos em pH médio de 8,0. Já para o nitrito valores de 0,3 mg/L já ameaçam a qualidade de vida de organismos aquáticos em períodos de vazão reduzidas, altas temperaturas, diminuição da capacidade de diluição do rio (sistema mais lótico em períodos de estiagens) e pH mais elevados.

Em se tratando da amônia, o município de Traipu em 2022 destacou-se negativamente com valores médios superiores a 1,60 mg/L, portanto acima dos índices recomendados de tolerância. Esta concentração ultrapassa o limite estabelecido pela Portaria 1.469/2000 do Ministério da Saúde que preconiza 1,5 mg/L do valor máximo permitido para água de aceitação ao consumo humano. Apesar da condição relatada em Traipu, as demais áreas avaliadas independente do ano, não apresentaram diferenças significativas entre elas, permanecendo abaixo dos níveis recomendados em legislação e em literatura.

**Figura 5: Avaliação dos índices de amônia nos municípios estudados durante as expedições científicas de 2022 e 2023.**



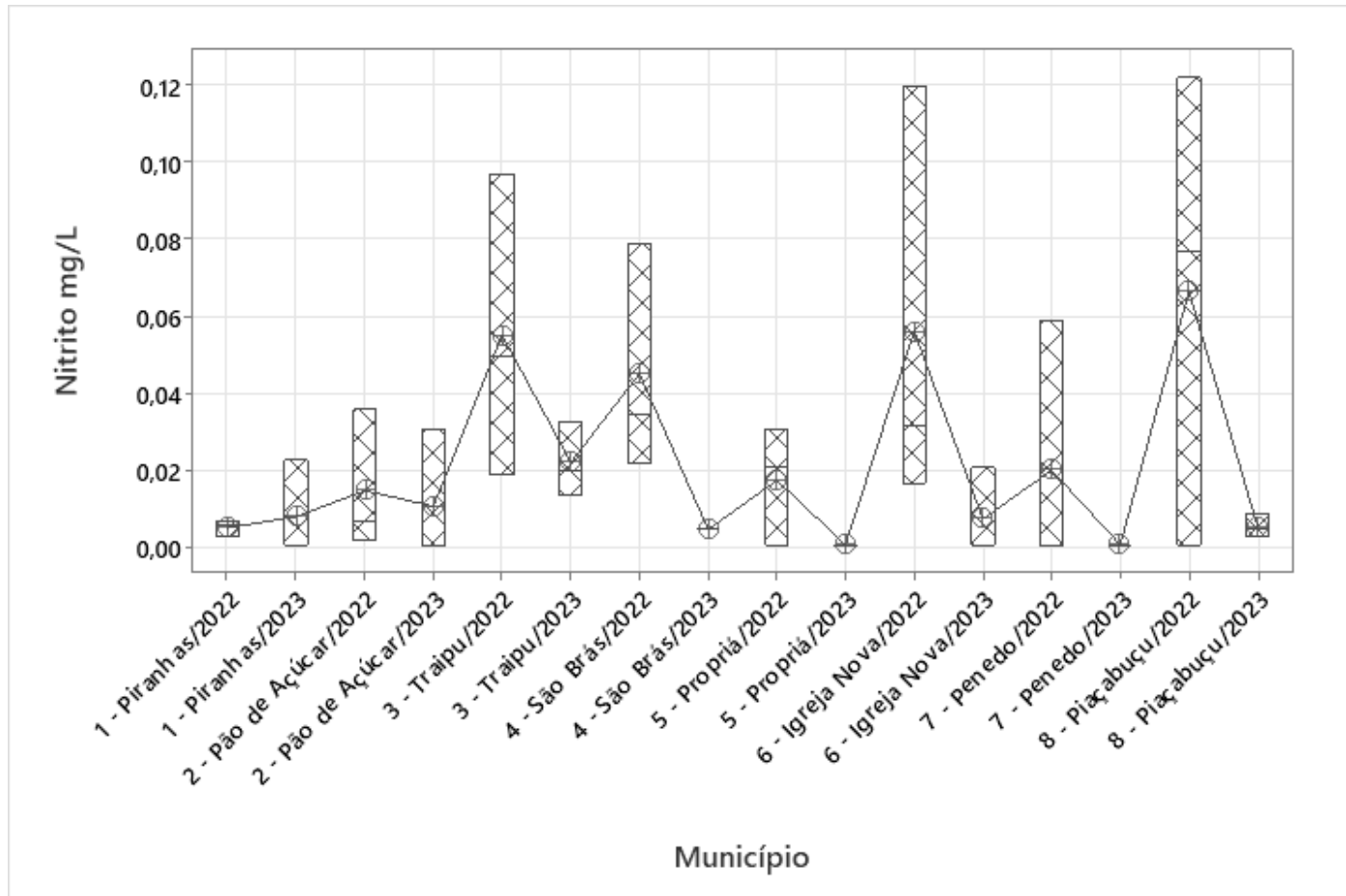
Fonte: Emerson Soares, 2024.

Uma possível explicação para os resultados positivos desta variável deve-se as vazões praticadas durante grande parte dos anos de 2022 e 2023, que mitigaram os efeitos dos poluentes e esgotos oriundos dos municípios ribeirinhos, onde o ambiente mais lótico atuou com efeito diluidor e “limpou” o rio. Quanto maior o fluxo de água, com grandes vazões a remoção desses compostos é realizada mais rapidamente, impedindo que os níveis aumentem.

Quanto a condição de elevação de amônia em Traipu, devemos avaliar a hipótese do rio Traipu (maior afluente da região), estar atuando como grande transportador de substâncias até a calha principal do rio, promovendo a deterioração do ambiente. Por outro lado, não podem ser descartadas outras possibilidades como a geologia aquática na região, tipo de solo e rochas, aporte de esgotos da cidade, além do modelo de circulação de água na área estudada, que podem contribuir certamente para acúmulo de nutrientes.

O aumento da precipitação nos dois anos atuais, em relação aos anos anteriores de grande estiagem, a exemplo de 2012 a 2019, promoveram uma lavagem em solos degradados e com acúmulos de esgotos, agroquímicos, etc, estes fatores podem ter influenciado nos índices de nitrito encontrados em Piaçabuçu (afluente, Igreja Nova, Traipu e São Brás, cujos valores desta variável foram superiores a 0,3 mg/L, diferindo dos demais municípios em 2022 e em 2023 (menor vazão), que não apresentaram diferenças significativas entre si ( $p < 0,05$ ) com valores médio abaixo de 0,02 mg/L. Apesar da elevação deste composto nitrogenado ser maior em alguns municípios no ano de 2022, os valores não ultrapassaram o limite estabelecido pela resolução CONAMA 357, de 1,0 mg/L.

**Figura 6: Avaliação dos índices de nitrito nos municípios estudados durante as expedições científicas de 2022 e 2023.**



Fonte: Emerson Soares, 2024.

## CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ( $\mu\text{S}/\text{CM}$ )

Esta variável refere-se à capacidade que a água tem de conduzir corrente elétrica mediante a presença dos íons e tem correlação significativa com aproximadamente dez outros parâmetros tais como: pH, temperatura, dureza, cálcio, alcalinidade, sólidos totais, demanda química de oxigênio, cloreto e ferro (PATIL et al., 2012), contudo, a temperatura tem forte influência na condutividade, devido a excitabilidade das moléculas em altas temperaturas, aumentando a condutância, enquanto a salinidade tem relação direta no aumento da condutividade, pelo aumento de sais na água colaborando com a condução da corrente elétrica.

Nas legislações brasileiras vigentes, a exemplo da CONAMA 357, não se tem um valor máximo permitido estabelecido para condutividade elétrica, segundo Morais (2008), valores acima de  $100 \mu\text{S}/\text{cm}$  podem indicar algum impacto em ambientes dulciaquícolas, contudo estudos ligados a FAO (AYERS & WESTCOT, 1994) estabelecem alguns valores em águas para irrigação que variam entre  $< 0,7 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , ou  $700 \mu\text{S}/\text{cm}$  - nenhum problema, entre  $0,7$  e  $< 3,0 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  ( $700$  e  $3.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) - água moderada, e maior que  $3,0 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  ( $>3.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) - água severamente comprometida.

Nas coletas realizadas durante a V e VI expedições científicas do São Francisco, o município de Traipu no ano de 2022, obteve maiores valores desta variável em relação aos municípios restantes (Teste de Tukey e Teste de Dunnet,  $p < 0,05$ ), com valor médio de  $474,30 \pm 22,45 \text{ QS}/\text{cm}$ , seguido de Piaçabuçu (ano de 2022) com valor médio de  $350,00 \pm 18,34 \mu\text{S}/\text{cm}$ . Piranhas, Pão de Açúcar, São Brás, Propriá-SE, Igreja Nova e Penedo, mantiveram valores similares estatisticamente em 2022, com média de  $250,15 \pm 28,56 \mu\text{S}/\text{cm}$ . Em relação ao ano amostrado, todas as cidades no ano de 2022, obtiveram valores superiores estatisticamente em relação a 2023 (média de  $72,50 \pm 8,6 \text{ QS}/\text{cm}$ ), incluindo Piaçabuçu, com grande influência da cunha salina. Em 2023, todos os municípios os dados se mostram bem homogêneos quanto a condutividade elétrica.

Avaliando as informações nos anos de 2022 e 2023 fica bastante evidente o efeito de anos com vazões elevadas e por períodos mais extensos, promovendo uma limpeza no leito do rio, diminuindo o efeito da cunha salina, mesmo após 1 ano, com diminuição do processo de salinização. Ademais, contribui para o retorno de espécies de peixes de água doce em regiões, onde antes predominavam espécies marinhas.

Por outro lado, a região de Traipu por estar mais na área central do percurso de 250 km de coletas (distanto em média 80 km da foz do rio), apresentaram valores preocupantes, embora com teores dentro dos limites aceitos pela literatura.

### Turbidez (UNT)

A turbidez da água está relacionada à presença de materiais sólidos em suspensão que diminuem a sua transparência. Pode ser ocasionada pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica entre outros parâmetros como o zinco, ferro, manganês e areia, pode ser decorrente do processo natural de erosão ou de efluentes domésticos e industriais que provocam elevações na turbidez das águas (MOURA, 2017).

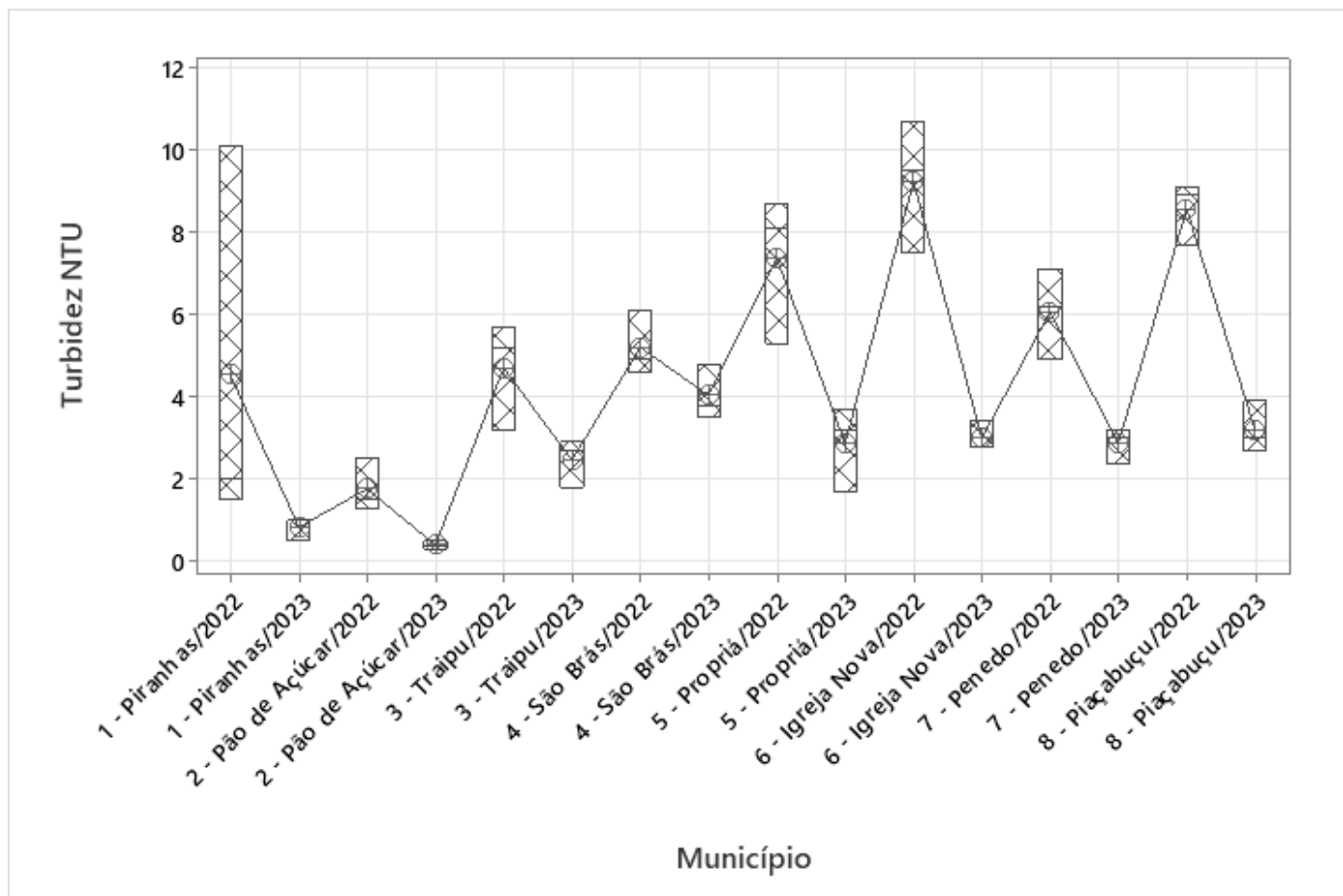
Os valores preconizados pela resolução CONAMA 357/2005, estabelece faixa máxima de 40 uT, para corpos de água de classe 1, enquanto na classe 2, esse valor pode chegar a 100 uT. Já o Ministério da Saúde, através da Portaria 1.469/2000, estabeleceu volume máximo permitido em atendimento ao padrão de aceitação para consumo humano, de 5 uT.

Independente do ano e localidade, todos os municípios apresentaram valores de turbidez abaixo do limite recomendado pela legislação CONAMA 357/2005. Apesar das vazões e períodos de chuvas mais acentuados no primeiro semestre de 2022, os dados coletados em todas as localidades, exceto Piranhas e Traipu, neste ano foram similares, com mínimo de 5,2 uT em São Brás e máximo de 9,3 uT em Igreja Nova. Com relação a 2022, o ano de 2023, em todas as localidades, foi inferior em valores de turbidez ( $p < 0,05$ ), contudo a faixa mínima para esta variável foi observada em Pão de Açúcar com 0,5 uT,

enquanto a máxima foi observada em São Brás com 4,0 uT.

A alta de turbidez costuma acontecer com aumento significativo das vazões da hidroelétrica de Xingó ou maior volume de precipitação nas cabeceiras dos afluentes temporários (rio Piauí, Capiá, Traipu, Ipanema, Betume, Jacaré), onde são observados eventos como quedas de barrancos de solos pobres e desflorestados que são carregados para a calha principal do rio São Francisco.

**Figura 7: Avaliação dos índices de turbidez nos municípios estudados durante as expedições científicas de 2022 e 2023.**



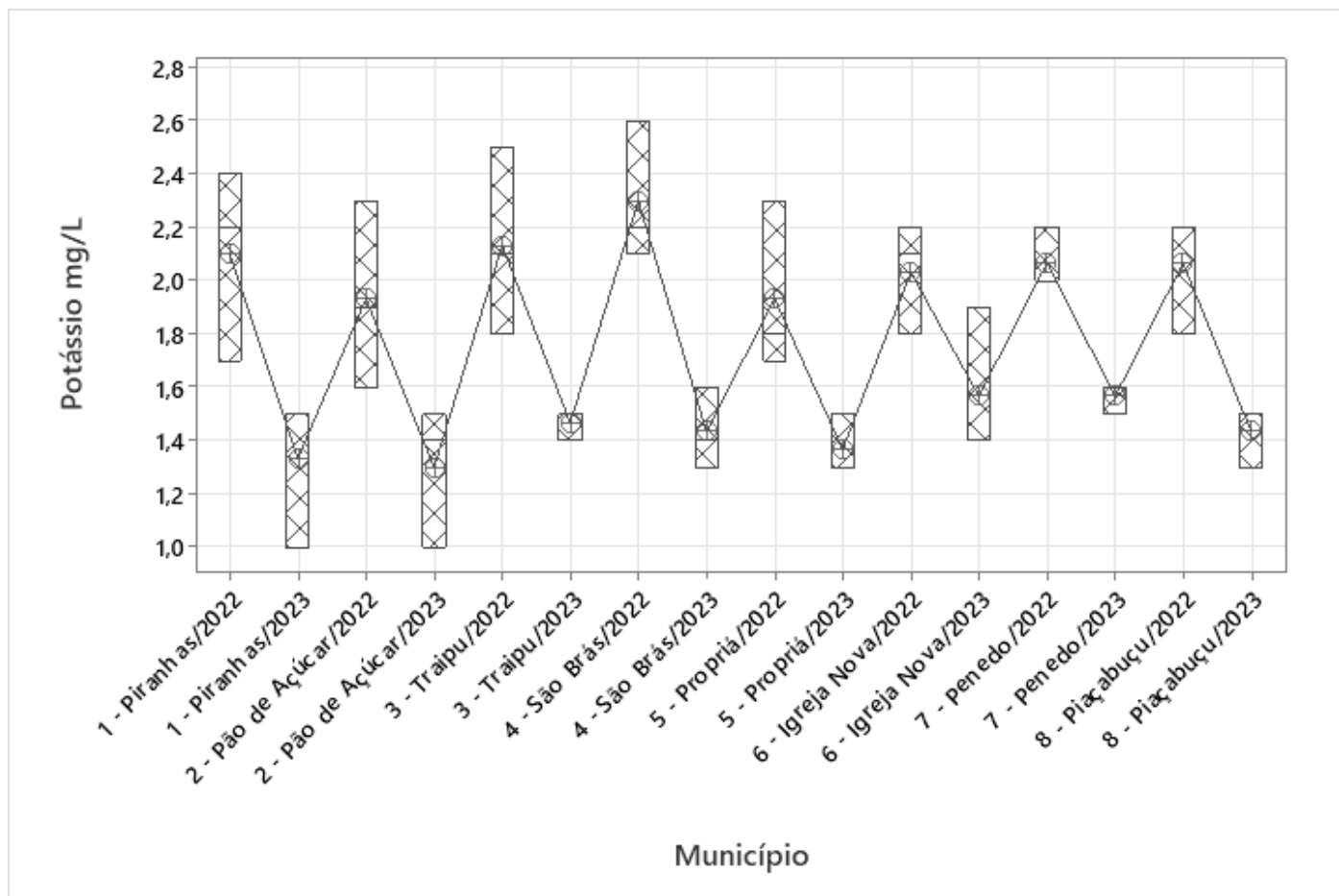
Fonte: Emerson Soares, 2024.

## POTÁSSIO (K)

O potássio, diferentemente de outros íons, não permanece em solução pois se incorpora facilmente as plantas e argilas; sua concentração em águas doces superficiais variam de 1 a 3 mg/L (CLESCERI et al, 1998). Não existe faixa limite estabelecida na resolução CONAMA 357/2005 para esta molécula, entretanto, o consumo das águas do São Francisco para fins de dessedentação é comum em comunidades ribeirinhas do baixo curso do rio, principalmente em área onde os níveis de alguns sais e cloretos são mais elevados, o risco está na formação da molécula cloreto de potássio, que pode atuar os problemas de saúde em pacientes com insuficiência renal, diabetes, problemas cardíacos e hipertensos.

Os níveis de potássio nos dois anos de coletas foram inferiores a 3,0 mg/L, entretanto os maiores valores encontrados são observados no ano de 2022 para todos os municípios, que não apresentaram diferenças significativas entre si ( $p < 0,05$ ), mas diferenciaram em relação ao ano de 2023. O nível mínimo encontrado foi em Pão de Açúcar (2023) com 1,3 mg/L enquanto o máximo foi observado em São Brás com 2,35 mg/L.

Figura 8: Avaliação dos índices de potássio nos municípios estudados durante as expedições científicas de 2022 e 2023.



Fonte: Emerson Carlos, 2024.

### COBRE (CU), MANGANÊS (MN) E FERRO (FE)

O cobre é um componente natural do ambiente aquático e pode ser encontrado nas formas, coloidal, dissolvido e particulada. Industrialmente o cobre é um dos metais mais importantes, é um bom condutor de eletricidade usado na confecção de cabos e fios, e ligas metálicas como latão de bronze (SOUZA et al, 1998). Para o cobre o valor máximo permitido é de 2,0 mg/L (Portaria 1469/2000 da vigilância ambiental em saúde), enquanto na resolução 357/2005 o valor máximo permitido de cobre dissolvido é de 0,009 mg/L

O ferro e o manganês são originários da dissolução de rochas e solos. O ferro apresenta-se na água nas formas insolúvel e dissolvida, como óxidos, silicatos, cloretos e sulfatos. O manganês embora menos abundante na água que o ferro, raramente excede 1,0 mg/L (LIBÂNIO, 2016).

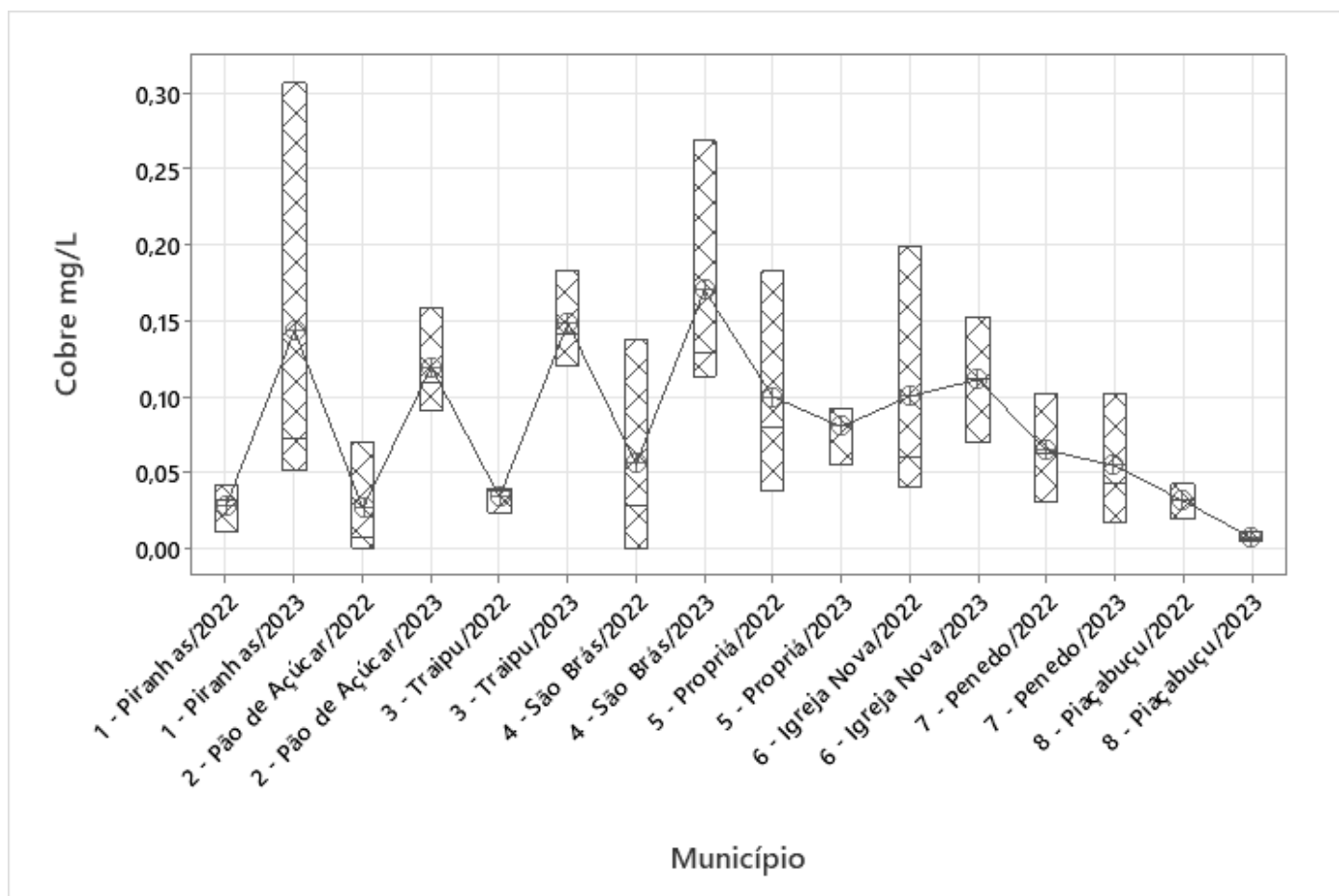
Segundo a Portaria 1.469/2000 do Ministério da Saúde para que a água seja aceitável para o consumo humano, ela deve atender alguns requisitos, como por exemplo, concentrações de ferro devem ser menor que 0,3 mg/L, esta concentração também se aplica a resolução CONAMA 357/2000, valores acima conferem sabor, odor e favorecem o aparecimento de manchas em equipamentos e estruturas que estejam em contato direto com a água. Quanto a potabilidade da água o limite recomendado é de 0,1 mg/L. Já o manganês tem como valor de referência máximo de 0,1 mg/L (classes 1 e 2) para ambas as portarias (CONAMA 357/2005 e 1.469/2000 do Ministério da Saúde).

Os valores de cobre dissolvido encontrados em 2023 foram mais elevados que no ano anterior (Teste de Fisher,  $p < 0,05$ ), conferindo a São Brás, Traipu e Piranhas valores médios de 0,17, 0,15 e 0,145 mg/L, respectivamente, seguidos de Pão de Açúcar, Igreja Nova e



Propriá, com média de 0,11 mg/L, portanto estes dois grupos de localidade diferiram, independente do ano, dos demais municípios. Os menores valores encontrados foram observados em Piaçabuçu (em 2023), com média de 0,008 mg/L, Piranhas em 2022 (0,02 mg/L) e Traipu em 2022 (0,03 mg/L). Levando-se em conta o limite permitido em resolução, apenas Piaçabuçu em 2023 ficou abaixo do valor tolerável, as localidades restantes ficaram todas acima do valor de 0,009 mg/L.

**Figura 9: Avaliação dos índices de cobre nos municípios estudados durante as expedições científicas de 2022 e 2023.**



Fonte: Emerson Soares, 2024.

Os maiores valores de ferro foram observados em Piaçabuçu em 2022 (0,14 mg/L) e Penedo em 2022 (0,073 mg/L), diferindo das demais localidades, independente do ano ( $p < 0,05$ ). Os menores valores foram observados em Piranhas, Pão de Açúcar para ambos os anos avaliados no presente estudo e Igreja Nova em 2022, todas estas localidades apresentaram média de 0,0013 0,0001 mg/L Levando-se em conta o valor máximo permitido em legislação os municípios de Piaçabuçu em 2022 e 2023, Penedo em 2022 e São Brás em 2023 ultrapassaram o valor recomendado. Os demais municípios, independente do ano ficaram dentro do limite aceitável.

Em relação aos limites de manganês, todas as localidades no ano de 2023 obtiveram valores médios (0,36 3 0,03 mg/L), acima do permitido pelo CONAMA 357/2005, diferindo dos valores encontrados em todos os municípios em 2022 (média de 0,039 3 0,004 mg/L), (Teste de Tukey e Teste de Fisher,  $p < 0,05$ ).

O cobre pode afetar o metabolismo dos peixes de diversas formas, sendo possível várias possibilidades em analisar os efeitos tóxicos deste metal nos organismos (OLIVEIRA et al, 2018). Para Sampaio (2013), as brânquias dos peixes são a principal via de absorção de metais, representando ampla área de superfície.

A toxicidade do ferro provoca quedas de produtividade primária, formação de ácido sulfúrico e problemas nas brânquias de peixes e devido a afinidade com a hemoglobina do sangue nestes animais impede a troca gasosa e a oxigenação dos tecidos. Quanto ao manganês, estando este formando a molécula de permanganato, provoca a oxidação da pele e brânquias.

## **FÓSFORO (P)**

O fósforo é essencial ao crescimento dos organismos, o teor existente em um corpo de água pode ser considerado um fator limitante (PIVELI; KATO, 2005). A presença do fósforo na água pode estar relacionada tanto a processos naturais, como carreamento de solo, dissolução de rochas, decomposição de matéria orgânica como também a processos antropogênicos como uso de pesticidas, fertilizantes, detergentes além do lançamento de esgotos in natura lançados diretamente no corpo hídrico.

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece para o fósforo total em ambientes lênticos, intermediário e lótico, os seguintes valores: 0,020 mg/L, 0,025 mg/L e 0,10 mg/L, respectivamente, todavia, o teor adotado para efeito deste trabalho foi o 0,10 mg/L (ambiente lótico com tributários intermediários).

Os resultados das análises observadas para este parâmetro na forma dissolvida, demonstram que as localidades de Pão de Açúcar em 2023 ( $1,13 \pm 0,44$  mg/L) e Piranhas em 2022 ( $0,50 \pm 0,18$  mg/L), obtiveram médias similares e acima do valor recomendado em legislação que é de 0,1 mg/L. Para os demais municípios os valores não apresentaram diferenças significativas (valor médio de 0,05 mg/L), e com exceção de Piaçabuçu em 2023 (0,11 mg/L), todos ficaram abaixo do limite aceitável.

Certamente a alta renovação de água proporcionada pelas vazões praticadas no ano de 2022 e defluências mais estáveis em 2023, proporcionaram condições melhores para que o fósforo presente fosse diluído. Esta condição foi comprovada pelas percepções ambientais realizadas na região tais; formação de banco de macrófitas inexistentes e estabilidade de outros parâmetros físico-químicos avaliados.

### **Zinco (Zn)**

O zinco é um elemento químico natural e geralmente apresenta índices maiores em águas de rios devido ao escoamento de resíduos naturais como: queima da vegetação, erosão e devido a ação do homem na utilização de defensivos agrícolas.

De acordo com a Portaria 1.469/2000 do Ministério da Saúde para que a água seja aceita para o consumo humano, ela deve atender alguns requisitos, como por exemplo, concentrações de zinco não devem exceder 5 mg/L. A Resolução do CONAMA 357/05 recomenda concentrações de zinco em até 0,18mg/L.

Os valores de zinco não apresentaram diferenças significativas entre os dois anos avaliados na maioria dos municípios ( $p > 0,05$ ), com exceção dos municípios de Traipu e Piaçabuçu em 2023, que obtiveram valores médios de  $0,7 \pm 0,2$  mg/L, medida acima do preconizado em legislação.

## **POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)**

O potencial hidrogeniônico (pH) refere-se a concentração de íons  $H^+$  nos corpos hídricos e caracteriza as condições do ambiente aquático em ácidas ou alcalinas (BACCAR et al., 2018). Segundo a Resolução do Conama 357/2005 e padrões de potabilidade nacional, o pH considerado aceitável para águas doces de Classe 1 deve estar no intervalo entre 6,0 e 9,0.

Os valores mínimos e máximos de pH independente do ano foi de 6,7 a 8,05 para Penedo em 2023 e Pão de Açúcar em 2022, respectivamente. Não há um padrão de diferenças de pH entre os anos, entretanto em 2022 a maioria dos locais de coleta obtiveram valores alcalinos acima de 7,8, enquanto em 2023 os dados coletados se

comportaram abaixo de 7,5. Porém todos as amostras coletadas e analisadas estão dentro do padrão de classe 1 do CONAMA 357.

## **SALINIDADE (PSU)**

A salinidade atua no controle da distribuição da fauna, flora e minerais, sendo oriunda da intrusão da água do mar no corpo d'água, intemperismo das rochas, balanço hídrico de precipitação e evaporação, influência das águas subterrâneas e lançamento de efluentes domésticos e industriais (MORHIT & MOUHIR, 2014). Segundo a Resolução Conama 357/2005 águas consideradas doces devem ter um percentual de salinidade igual ou inferior a 0,5%.

Os dados de salinidade demonstraram que em 2022 foram superiores aos observados em 2023 ( $p < 0,05$ ). Traipu em 2022 (0,19 PSU) obteve valor médio acima das demais localidades estudadas, independente do ano. Piaçabuçu (2022) foi o município com segundo maior índice obtendo média de 0,16 PSU, enquanto as localidades de Piranhas, Pão de Açúcar, São Brás, Propriá, Igreja Nova e Penedo, apresentaram valor médio de 0,12 3 0,02 PSU. No ano de 2023 todos os municípios apresentaram uniformidade, com média de 0,03 PSU.

Devido o regime de altas vazões no ano de 2022 (média anual de 2.632 m<sup>3</sup>/s) e com períodos mais estáveis, embora com fluxo de água no limite médio anual de 1.300 m<sup>3</sup>/s de vazão em 2023, os valores de salinidade e a cunha salina diminuíram em mais de 5 km com relação aos dados observados durante os anos de estiagens de 2012 a 2018, quando as defluências atingiram valores médios de 1.100 m<sup>3</sup>/s em 2012, 1.000 m<sup>3</sup>/s em 2015, com valor mínimo de defluência de 550 m<sup>3</sup>/s entre 2017 a 2018, obtendo leve aumento em 2019, na qual o valor atingiu média de 700 m<sup>3</sup>/s (CRUZ et al., 2020).

A partir de 2020 e 2021, os dados de vazão apresentaram valores médios anual entre 1.015 m<sup>3</sup>/s e 1250 m<sup>3</sup>/s, o que mitigou os efeitos da cunha salina principalmente na localidade de Piaçabuçu.

## **ANÁLISE MICROBIOLÓGICA (COLIFORMES TOTAIS E ESCHERICHIA COLI)**

Foi possível observar a presença de coliformes totais, em todos os pontos de coleta, com valores acima do limite indicado pela resolução CONAMA n.357, de 17 de maio de 2005 e Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 (BRASIL, 2017), os resultados das análises microbiológicas, em todos os pontos amostrados, indicaram a presença de coliformes e E. coli, fora dos padrões estabelecidos.

De acordo com a Portaria Gabinete do Ministro/Ministério da Saúde Nº 888, de 4 de maio de 2021 (BRASIL, 2021), a água potável deve estar sempre em conformidade com padrão microbiológico, e a detecção de microrganismos permite considerar esta como imprópria para o consumo humano.

Em 2022, houve um aumento da vazão do rio São Francisco de 4.000 m<sup>3</sup>/s, ele passou por um processo de “limpeza” melhorando a qualidade de água, e conseqüentemente a vida e o ciclo reprodutivo dos peixes nativos da região. Porém, com o alto índice populacional, e as cidades sem plano de saneamento básico faz com que os índices de contaminação microbiológica como coliformes totais e E. coli sejam altos e recorrentes mesmo que o rio tenha passado por este processo de “limpeza”. Adicionalmente a isto, as cidades localizadas às margens do rio São Francisco produzem sua cota de poluentes, acarretando a saturação do corpo hídrico.

## CONCLUSÃO

Por meio dos resultados de 2023, foi possível observar que as análises físico-químicas de amostras ficaram mais estáveis e com menor oscilação em relação ao ano de anterior, decorrente do processo de altas vazões praticadas em 2022 e vazões mais estáveis em 2023. Contudo, a elevada presença de coliformes totais e E. coli em todos os pontos avaliados sugere contaminação fecal das águas do Baixo São Francisco com condições insatisfatórias e fora dos padrões de potabilidade estabelecidos pelas Portarias vigentes do Ministério da Saúde.

Fatores como diminuição da vazão, maior adensamento populacional, ausência de políticas de educação ambiental, ausência de sistemas de tratamentos de esgotos e saneamento básico, lançamentos de esgotos in natura e limitação de políticas públicas voltadas para a questão ambiental, contribuem para a degradação da água.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, O. A. Qualidade da Água de Irrigação. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária, dezembro de 2010.

ANDRADE, N.J. Higiene na indústria de alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos, São Paulo, Varela. p. 412, 2008.

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância San RDC nº 275 de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnica de Características Microbiológicas para Água Mineral Natural e Água Natural. D.O.U. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.

ANJOS, F. R.; LUZZI, L.; STORTE, F. Estudo da viabilidade da descontaminação do rio Tietê na zona metropolitana de São Paulo. *Inovae - Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation*, v. 7, n. 1, p. 60-78, 2019. Disponível em: <http://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/inovae/article/view/1885/1443>. Acesso em: 3 jun. 2020.

ARAÚJO, M. C. de; OLIVEIRA, M. B M. de. Monitoramento da qualidade das águas de um riacho da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, v. 8, n. 3, p. 247-257, 2013. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1192>

BAIRD, C., CANN, M., & GRASSI, M. T. *Química Ambiental* (4ª ed.). São Paulo, São Paulo, Brasil: Bookman. 2011.

BRASIL - Ministério da Saúde, Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017.  
BRASIL - Portaria Gabinete do Ministro/Ministério da Saúde Nº 888, de 4 de maio de 2021.

BRITTO, Fábio Sergio Lima et al. Comportamento das variáveis físico-químicas da água do lago Bolonha-Bélem-PA. *Brazilian journal of development*, v. 6 n.1, p. 1738-1757, 2020.  
CARVALHO, Anésio R; OLIVEIRA, Maria C. V. *Princípios básicos de saneamento do meio*. 3. ed. São Paulo: Editora SENAC, 2003.

CONAMA Nº 357 - "Dispõe sobre classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências." Data da legislação: 17 de março de 2005 - Seção 1, p. 58-63, 2005.

COOPER, C. A.; et al. Influence of salinity and dissolved organic carbon on acute Cu toxicity to the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Environmental Science and Technology*, v. 48, p. 1213- 1221, 2014.

COLLISCHONN W.; DORNELLES, F. *Hidrologia para engenharia e ciências ambientais*. Porto Alegre: ABRH, 2013.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. *Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo, Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem*. São Paulo, 2009.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. *Qualidade de águas interiores do Estado de São Paulo – Significado Ambiental e Sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem*. Relatório Técnico. São Paulo, 2009. Disponível em: < <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf> > Acesso em: 03 de abril de 2017.

DISPONÍVEL <<https://tribunahoje.com/noticias/interior/2022/01/15/96874-aumento-de-vazao-do-rio-sao-francisco-para-alagoas-e-positivo>>. Acesso em: 05 de maio de 2023.

DOVIDAUSKAS et al. Parâmetros físico-químicos incomuns em água de abastecimento público de um município da região nordeste do Estado de São Paulo (Brasil). *Revista Visa em Debate. Sociedade, Ciência e Tecnologia*. 2016.

FARIAS, M. S. S.; *Monitoramento da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Cabelo*. 2006. 152f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, 2006.

FIGLIARELLI, C. H. U.; ANDRADE, D.; AGRIZZI, E. M.; TORRES, H. Análise preliminar dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas do Córrego Paraíso – trecho urbano do distrito de Vieira Machado, em Muniz Freire-ES. *Agrarian Academy*, v. 6, n. 11, p. 22-34, 2019. DOI: [https://doi.org/10.18677/Agrarian\\_Academy\\_2019a3](https://doi.org/10.18677/Agrarian_Academy_2019a3).

FREITAS, M. B., BRILHANTE, O. M., & ALMEIDA, L. M. Importância da análise de águas para a saúde pública em duas regiões do estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. 17(3), pp. 651-660. 2001.

GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D. da; ELESBON, A. A. A.; RIBEIRO, C. B. M.; MATOS, A. T. de; SOARES, J. H. P.. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pombo, MG. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.5, p.558-563, 2012.

ROSELL, M.; NIELSEN, C.; BIANCHINI, A. Taxa de rotatividade de sódio determina a sensibilidade ao cobre aguda e exposição de prata em animais de água doce. *Comparative Biochemistry and Physiology Parte C: Toxicologia e Farmacologia*. V 133, n. 1, p. 287-303, 2002.

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO <<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/explore-compare>> Acesso em 31 de maio de 2023.

ILLI, J. E.; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R.; COUTINHO, H. L. C. & NEVES, M.C.P. Diversidade microbiana como indicador da qualidade do solo. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 2, p. 391- 411, 2003.

KLEIN et al. FÓSFORO: DE NUTRIENTE À POLUENTE. *Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental* (e-ISSN: 2236-1170). UFSM. 2012.

LUSTOSA, M.C.J.; LAGES, A.M.G.; ARAUJO, J.S.; COSTA, F.J.C. O Velho Chico e sua nova cadeia produtiva: diagnóstico da piscicultura alagoana. EDUFAL. p.99. 2008.  
MARCOVECCHIO, J.E. The use of *Micropogonias furnieri* and *Mugil liza* as bioindicators of heavy metals pollution in La Plata river estuary, Argentina. *Sci. Total Environ.*, v. 323, p. 219-226, 2004.

MATTOS, M.L.T.; SILVA, M.D. Controle da qualidade microbiológica das águas de consumo na microbacia hidrográfica Arroio Passo do Pilão. Pelotas. Embrapa Clima Temperado, p. 2, 2002.

MELO, J. G. S.; SILVA, E. R. A. C.; ASSIS, D. R. S. Avaliação dos impactos ambientais na Lagoa do Araçá, Recife, Pernambuco, Brasil. *Acta Brasiliensis*, v. 2, n. 1, p. 6-10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22571/2526-433863>.

MELO, M. T.; QUEIROZ, T. M.; VINAGA, L.; FERREIRA, J. R. S.; MARCHETTO, M. Variabilidade das classes de água e índice de estado trófico do riacho Queima Pé.

*Revista Engenharia na Agricultura*, v. 27, n. 1, p. 68- 79, 2019. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v27i1.845>

MESCOLOTTI et al.; Fluvial Aggradation and Incision in the Brazilian Tropical Semi-arid: Climate-controlled Landscape Evolution of the São Francisco River. *Quaternary Science Reviews*, v. 263, 2021.

MORUZZI et al. Oxidação e Remoção de Ferro e Manganês em Águas para Fins de Abastecimento Público ou Industrial - uma abordagem geral. *Revista de Engenharia e Tecnologia*. ISSN 2176-7270. V. 4, No. 1, Abr/2012.

MOURA. T. S. Avaliação da qualidade da água do rio sanhauá na área de influência direta do antigo lixão do róger. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO. UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CENTRO DE TECNOLOGIA CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL. João Pessoa - PB. 2017.

MORUZZI, R. B., REALI, M. P. A. P. Oxidação e Remoção de ferro e manganês em águas para fins de abastecimento público ou industrial - uma abordagem geral, *Revista de Engenharia e Tecnologia*, V. 4, N 1, abril/2015.

MOTA, S. Introdução à engenharia ambiental. 5. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2012.

MOZETO, A. A.; ZAGATTO, P. A. Introdução de agentes químicos no ambiente. In: ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. (Ed.). *Ecotoxicologia aquática: métodos e aplicações*. São Carlos: Rima, 2006. p. 15-38.

NASCIMENTO, V.F.S.; ARAÚJO, M.F.F. Ocorrência de bactérias patogênicas oportunistas em um Reservatório do Semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil. *Ciências Ambientais*. n. 1, v. 7, p. 91-104. 2013.

NEVES, F.M.C.; CASTRO, F.B.G.; GODEFROID, R.S.; SANTOS, V.L.P.; WAGNER, R. (2015) Avaliação da qualidade da água do rio Bacacheri, Curitiba/PR. Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 8, n. 4, p. 81-98.

NEVARES, Ignacio et al. On-line monitoring of oxygen as a method to qualify the oxygen consumption rate of wines. Food Chemistry, [s. l.], v. 229, p. 588-596, 2017. Disponível em: Acesso em: 27 ago. 2019.

OLIVEIRA et al. AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA DOS EFEITOS DO COBRE NA ESPÉCIE *Carassius auratus*. R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 7, n. 2, p.260-275, abr./jun. 2018.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2011.

PARRON, L.; MUNIZ, D; PEREIRA, C. Manual de Procedimentos de amostragem e análises físico-química de água. Colombo, Paraná, 2011. p.14-21. Disponível em:<doc232ultimaversao.pdf(embrapa.br)> Acesso em: 19 de janeiro de 2021.

PÉNICAUD, C. et al. Oxygen transfer in foods using oxygen luminescence sensors: Influence of oxygen partial pressure and food nature and composition. Food Chemistry, [s. l.], v. 123, n. 4, p. 1275-1281, 2010. Disponível em: . Acesso em: 27 ago. 2019.

PILLAY, T. V. R.; KUTTY, M. N. Aquaculture Principles and Practices 2 ed. WileyBlackwell. 640p. 2005.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. 285p.

POLETO, C.; CARVALHO, S. L. de; MATSUMOTO, T. Avaliação da qualidade da água de uma microbacia hidrográfica no município de Ilha Solteira (SP). Holos Environment, v.10, n.1, 2010.

PULE, MOMPLOKI; YAHYA, ABID Y CHUMA, JOSEPH. Wireless sensor networks: A survey on monitoring water quality. J. appl, res. Technol [online]. Vol. 15, n. 6, pp. 562-570. ISSN 2448-6736. <https://doi.org/10.1016/j.jart.2017.07.004>. 2017.

ROBINSON, W. D. The Solid Waster Hanbook: a practical Guide. 1986.

RODRIGUES, J. R. D. D.; JORGE A. O. C.; UENO, M. Avaliação da qualidade das águas de duas áreas utilizadas para recreação do rio Piracuama-SP. Biociências, v. 15, n. 2, , p. 88-94, 2009.

SALAMENE, S. F.; M. R. V., R.; LANI, J. L.; SÁ, M. M. F. Estratificação e caracterização ambiental da área de preservação permanente do Rio Guandu/RJ. Revista Árvore, v.35, n.2, 221-231, 2011.

SAMPAIO, F. G.; BOIJINK, C. de L.; RANTIN, F. T. O uso do sulfato de cobre em ecossistemas aquáticos: fatores que afetam sua toxicidade em peixes de água doce. Embrapa Meio Ambiente-Docmentos (INFOTECA-E), 2013.

SAMPAIO, F. G. et al. O Uso do Sulfato de Cobre em Ecossistemas Aquáticos: fatores que afetam sua toxicidade em peixes de água doce. Jaguariúna, Sp: Embrapa, 2013. 101 p.

SOUSA et al. Análise físico-química e microbiológica da água consumida em bebedouros de creche no município de Coremas-PB. Relatório técnico. INTESA - Informativo Técnico do Semiárido (Pombal-PB), v.9, n 2, p 24-27, Jun -Dez , 2015.

SOUZA, M. O. G.; QUADRO, E. B.; RANGEL, M. C. Textural and catalytic properties of chromium and copper-doped iron oxides. *Química Nova*, v. 21, n. 4, p. 428-433, 1998.

SOUZA, M. N. Degradação e recuperação ambiental e desenvolvimento sustentável. 2004.

SOUZA, Juliana Rosa de et al. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, sul da Bahia, Brasil. *REDE-Revista Eletrônica do Prodepa*, v. 8, n. 1, 2014.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER F. J.; CROUCH, S. R. *Fundamentos de Química Analítica*, tradução da 8<sup>a</sup> edição Norte-Americana, Thomson Learning, São Paulo, 2006. URBINATI, E.C., and P.C.F. Carneiro. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. Páginas 171-193 in J.E.P. Cyrino, E.C. Urbinati, D.M. Fracalossi, and N. Castagnolli, editores. *Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva*. Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática (Aquabio). Jaboticabal, SP. 2004.

VAN HAUTE S., ZHOU, B., LUO, Y., SAMPERSI., VENHAVERBEKE, M., MILHER, P. The use of redox potential to estimate free chlorine in fresh produce washing operations: Possibilities doi: 10.1016/j.postharvbio.2019.110957. 2019.

VON SPERLING, M. *Princípios do tratamento biológico das águas residuárias*. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

WEF, 2006. Water Environment Federation. Standard methods for the examination of water and wastewater: online. Washington, DC, c2006. Disponível em: <<http://www.standardmethods.org/store>>. Acesso em: 10/03/2014.

WHITE.C. G. *White's Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants*. (5th ed.), John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey. 2010.

YU, R-F. Feed-forward dose control of wastewater chlorination using on-line pH and ORP titration. *Chemosphere* 56,973-980. doi: 10.1016/j.chemosphere. 2004.03.015. 2004.



## 4. FITOPLÂNCTON DO BAIXO RIO SÃO FRANCISCO

**Área de conhecimento:** Taxonomia e ecologia do fitoplâncton.

Élica Amara Cecília Guedes Coelho<sup>1</sup>

Manoel Messias da Silva Costa<sup>2</sup>

Fernando Pinto Coelho<sup>3</sup>

Giovanna Silva dos Anjos<sup>4</sup>

Alana Santos Oliveira<sup>4</sup>

### RESUMO

Estudos com o fitoplâncton contribuem preponderantemente para a compreensão do funcionamento do sistema aquático e dessa forma, o presente relatório preliminar tem como objetivo analisar a estrutura da comunidade fitoplanctônica e fatores de risco que esses organismos ocasionam na qualidade da água do baixo Rio São Francisco inicialmente nos municípios de Piranhas e Penedo no dia 21/11/2023 e Penedo no dia 27/11/2023. Para análise do fitoplâncton foram coletadas amostras através de arrastos subsuperficiais, com rede de plâncton (malha de 20 Qm). As amostras foram acondicionadas em frascos e preservadas em solução de Transeau, devidamente etiquetados. Foram examinadas alíquotas de 1 mL em câmaras de Sedgewick-Rafter durante a expedição na embarcação e procedendo as análises diretamente em microscópio óptico binocular e a identificação baseada em bibliografias pertinentes na área. Foram analisados, riqueza de espécies, abundância relativa (%), diversidade de Shannon ( $H'$ ), equitabilidade ( $J$ ), dominância de Simpson ( $\lambda$ ) e densidade de células (cél/mL), posteriormente após a complementação das análises, serão avaliados a frequência de ocorrência (%) e testes estatísticos. Os resultados preliminares encontrados nos municípios de Piranhas e Penedo para cianobactérias apresentaram acima do limite de tolerância para corpos d'água em mananciais, demonstrando índice de "risco muito elevado". A portaria do Ministério da Saúde com referência de 10.000 células/mL para cianobactérias, que estabelece esse parâmetro como limite de segurança e conferindo riscos à saúde pública e investimentos elevados na implantação de Estação de Tratamento de Água e nos seus diversos usos múltiplos.

**Palavras-chaves:** Fator de risco, cianobactérias, densidade de células, abundância relativa.

1 Setor de Botânica, Laboratório de Ficologia – LABOFIC/ICBS/UFAL

2 Laboratório de Aquicultura e Ecologia Aquática – LAQUA/CECA/UFAL.

3 Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA/UFAL.

4 Laboratório de Ficologia – LABOFIC/ICBS/UFAL.

## INTRODUÇÃO

Dentre os inúmeros organismos que habitam os ambientes aquáticos, a comunidade fitoplanctônica se constitui como uma das mais importantes, por serem, em sua grande maioria, dotados de pigmentos fotossintetizantes (sendo a clorofila “a” o mais abundante) e constituindo o primeiro elo das cadeias alimentares. São responsáveis pela produtividade primária dos ambientes aquáticos, cuja variedade, abundância e distribuição são próprias e dependem da adaptação às características abióticas, sendo de extrema importância para a compreensão do meio, pois refletem com fidelidade os impactos antrópicos que ocorrem no meio aquático (RODRIGUES, 2004; REYNOLDS, 2006; RAVEN, EVERT e EICHHORN, 2014).

A distribuição, variação, profusão, coexistência, predomínio e variedade do fitoplâncton estão relacionadas à presença de gradientes verticais e horizontais, ao tempo de permanência, a estratificação hidráulica, ao transporte de partículas, às relações entre partículas sedimentares e a água, ao sistema de transporte vertical e horizontal, bem como à composição, diversificação e estrutura das comunidades biológicas (TUNDISI e TUNDISI, 2008).

Com o aumento da eutrofização em ambientes lóticos advindos de múltiplos usos, como abastecimento público, lazer, aquicultura e pesca, além de se modificar rapidamente tanto no tempo como no espaço, tem ocorrido um rápido crescimento de algumas espécies de fitoplâncton que estão se tornando cada vez mais comum e dominante nestes ambientes, tanto qualitativamente quanto quantitativamente, implicando em potenciais danos à saúde da população (PANOSSO et al., 2007; COSTA et al., 2009).

As variações na ecologia do fitoplâncton são reconhecidas por alterações em seu ciclo sazonal e na composição dos grupos dominantes, por meio da sucessão ecológica e, principalmente, devido às florações de algas. Nesse cenário, o nível trófico das águas oferece uma perspectiva sobre como a luz e os nutrientes influenciam o crescimento do fitoplâncton (CUNHA et al., 2013).

Dado que o fitoplâncton responde rapidamente a alterações ambientais, esses seres podem ser empregados como marcadores do nível trófico dos corpos aquáticos onde habitam, proporcionando uma importante referência quanto à qualidade da água (PARMAR, RAWTANI e AGRAWAL, 2016; TRIPATHI e GAUR, 2021).

Dessa forma, o presente relatório teve como objetivo analisar a estrutura da comunidade fitoplanctônica e os fatores de riscos que esses organismos ocasionam, proporcionando importantes informações sobre o ecossistema em estudo como bioindicadores da qualidade da água.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Coleta e armazenamento das amostras

Foram coletadas 33 amostras no período de 21 a 30/11/2023, sendo determinados pontos de coleta ao longo do trecho do Baixo São Francisco entre os Estados de Alagoas e Sergipe, sendo definidos da seguinte forma: P1 (região próxima a margem do rio, lado de Alagoas), P2 (região entre Alagoas e Sergipe), P3 (região próxima a margem do rio, lado de Sergipe) e ponto de captação d'água (CAP). As amostras de água foram obtidas por meio de arrasto horizontal e subsuperficial (50 cm), utilizando rede de plâncton, confeccionadas em tecido com abertura de malha de 20 Qm, durante cinco minutos e velocidade de 1 nó, ao longo do trecho do Baixo São Francisco (Figura 1).

**Figura 1: Coleta do material fitoplanctônico através de arrastos horizontais utilizando rede de plâncton (abertura de malha de 20 Qm).**



**Fonte: Coelho, 2023.**

As amostras foram acondicionadas em frascos plásticos com capacidade de aproximadamente 150 mL, devidamente identificados com etiquetas e adicionadas à solução de Transeau (6:3:1, água destilada, álcool etílico a 70% e formaldeído a 4%), a fim de preservar os organismos presentes.

## **ANÁLISE DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA**

A composição da comunidade fitoplanctônica foi determinada por meio da análise da montagem de lâminas temporárias das amostras coletadas, tendo sido visualizadas sob microscópio binocular Zeiss (Axioscop 40). Para o estudo quantitativo, foram analisadas alíquotas de aproximadamente 1mL, de acordo com o método de Sedgewick-Rafter (S-R) (CETESB, 2011; RICE e BRIDGEWATER, 2012).

Para a identificação dos gêneros/espécies foram utilizadas chaves de identificação específicas de cada grupo algal: diatomáceas (ROUND et al., 1990; MORENO et al., 1996), cianobactérias (ANAGNOSTIDIS e KOMAREK, 1988, 1990; KOMAREK e ANAGNOSTIDIS, 1998; KOMAREK e ANAGNOSTIDIS, 2005), clorofíceas (BUCHHEIM et al., 2001) e para os demais grupos taxonômicos foram consultados trabalhos de Bourrely (1970), Streble e Krauter (1987), Parra e Bicudo (1995) e Bicudo e Menezes (2006). Todos os nomes científicos das espécies foram checados junto ao banco de dados internacional ITIS (Integrated Taxonomic Information System) e AlgaeBase (GUIRY e GUIRY, 2014).

## ANÁLISE DOS PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS E ÍNDICES ECOLÓGICOS

Subsequentemente à identificação dos táxons, foram realizadas contagens dos organismos e calculada a abundância relativa (AR), por meio da fórmula:  $A=N \times 100/n$ , na qual N equivale ao número de espécies na amostra e n ao número total de espécies; a partir disto, foram estabelecidos os seguintes critérios: dominante - ocorrência maior que 50%; abundante - ocorrência entre 50% e 30%; pouco abundante - ocorrência entre 30% e 10%; e rara - ocorrência menor que 10% (LOBO e LEIGHTON, 1986).

A medida de riqueza consistiu-se no número de espécies identificadas em cada amostra. O cálculo do índice de diversidade específica foi realizado conforme proposto por Shannon (H') ( $-\sum p_i \cdot \log_2$ ) (SHANNON e WEAVER, 1963). Os resultados foram classificados nas seguintes categorias: alta diversidade, quando  $\geq 3,0$  bits.cel-1; média diversidade, para valores  $< 3,0 \geq 2,0$  bits.cel-1; baixa diversidade, quando  $< 2 > 1,0$  bits.cel-1; e muito baixa diversidade, para valores  $< 1,0$  bits.cel-1 (VALENTIN, 2000).

A equitabilidade (J) foi determinada seguindo a metodologia proposta por Pielou (1977) e os resultados variam entre 0 e 1. Valores superiores a 0.50 são considerados elevados ou equitativos, indicando uma distribuição uniforme dos táxons na amostra analisada. A dominância de Simpson ( $\lambda$ ), que varia de 0 a 1 e quanto mais alto for, maior a probabilidade de dominância de uma ou duas espécies e conseqüentemente, menor a diversidade de espécies. Para os cálculos de índices ecológicos e elaboração de gráficos e tabelas, foram utilizados o programa estatístico PAST (HAMMER et al., 2001) e o Microsoft Office Excel (Pacote Office 2016).

A frequência de ocorrência (%) foi determinada com base no número de vezes que cada táxon foi identificado, utilizando a fórmula:  $F= P \times 100/p$ , onde P representa o número de amostras contendo a espécie e p é o número total de amostras. Foram estabelecidas as seguintes categorias: muito frequente (MF) - quando ocorre em mais de 70% das amostras; frequente (F) - ocorrendo entre 70% e 40% das amostras; pouco frequente (PF) - com ocorrência entre  $< 40\%$  e 20% das amostras; e esporádica (E) - ocorrência inferior a 20% (MATEUCCI e COLMA, 1982).

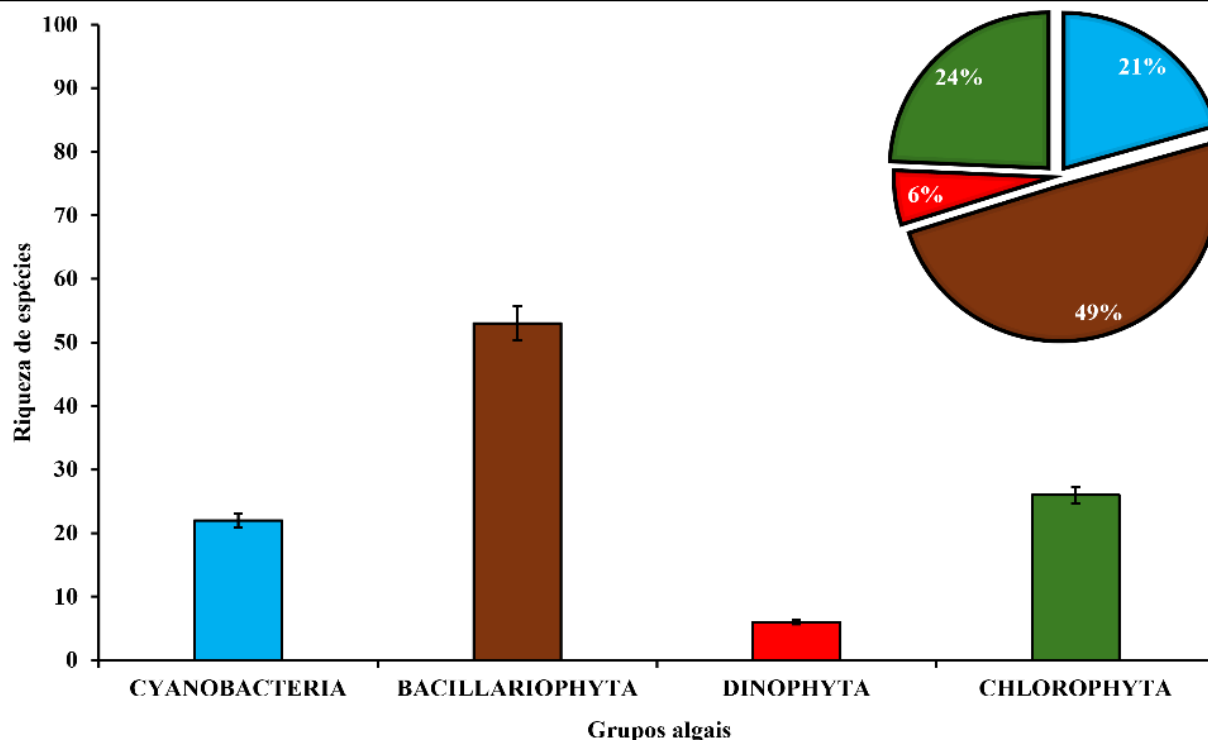
## ANÁLISE DE RISCO

Quando a biota aquática incide em variáveis que podem ser avaliados por critérios representados por valores que variam de 0 a 1, sendo que quanto maior for o valor, maior será o impacto. A proporcionalidade relativa ao impacto estima o risco = 100% no seu valor máximo = 1. Progressivamente a escala proporcional dimensiona risco mínimo para impactos até 30%, 31-50% risco moderado, 51-70% para risco elevado, 71-100% para risco crítico ou muito elevado (SOUZA, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comunidade fitoplanctônica esteve representada por 107 táxons, distribuídos nas divisões Bacillariophyta (53 spp.), Chlorophyta (26 spp.), Cyanobacteria (22 spp.) e Dinophyta (6 spp.) (Figura 2 e Tabela 1).

**Figura 2: Riqueza de espécies fitoplanctônicas do Baixo Rio São Francisco no trecho entre Piranhas/AL à Foz do São Francisco.**



Fonte: Autores, 2024.

**Tabela 1:** Abundância relativa (%) e densidade de células (cél/mL) do fitoplâncton do Baixo Rio São Francisco. (PI) Piranhas, (PA) Pão de Açúcar, (TR) Traipu, (PR) Propriá, (IN) Igreja Nova, (PE) Penedo, (SB) São Brás, (PU) Piaçabuçu, (FOZ) Foz do São Francisco, (FO) frequência de ocorrência, (MF) muito frequente, (F) frequente, (PF) pouco frequente, (E) esporádico, (-) dados não existentes.

TÁXONS	PI	PA	TR	PR	IN	PE	SB	PU	FOZ	F.O
<b>CYANOBACTERIA</b>										
<i>Anabaena</i> sp.	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	E
<i>Anabaenopsis cunningtonii</i> Taylor	-	-	0,2	-	-	-	0,1	-	0,7	PF
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> Ralfs ex Bornet	-	-	-	-	-	8,7	-	-	-	E
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) Cronberg & Komárek	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	E
<i>Aphanocapsa koordersii</i> Strøm	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	E
<i>Aphanocapsa grevillei</i> (Berkeley) Rabenhorst	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Asterocapsa submersa</i> Azevedo, Sant'Anna, Senna, Komárek & Komárková	-	-	-	-	2,6	-	-	-	-	E
<i>Dolichospermum spiroides</i> (Klebahn) Wacklin, Hoffmann & Komárek	47,5	9,5	-	-	-	-	-	-	-	PF
<i>Eucapsis densa</i> Azevedo, Sant'Anna, Senna, Komárek & Komárková	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	E
<i>Limnococcus limneticus</i> (Lemmermann) Komárková, Jezberová, Komárek & Zapomelová	-	17,2	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Lyngbya lutea</i> Gomont	-	-	-	-	5,2	-	-	-	-	E
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	E
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	0,3	-	0,2	-	-	-	0,4	-	-	PF
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek) Komárek ex Komárek	-	-	-	-	43,3	-	4,5	-	-	PF
<i>Oscillatoria limosa</i> Agardh ex Gomont	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	E
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	E
<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	E
<i>Pseudanabaena galeata</i> Böcher	-	-	-	-	-	-	1,4	5,0	-	PF
<i>Radiococcus skujae</i> Kostikov, Darienko, Lukesová, & Hoffmann	-	-	0,4	-	3,0	-	-	-	-	PF
<i>Raphidiopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Aguilera & al.	46,6	47,4	36,0	81,1	-	26,1	28,4	16,4	-	MF
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák	-	-	-	-	1,3	-	-	-	-	E
<b>BACILLARIOPHYTA</b>										
<i>Achnanthes inflata</i> (Kützing) Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	E
<i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	E
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	0,4	3,4	1,3	0,9	11,3	-	3,6	3,8	7,6	MF
<i>Biddulphia biddulphiana</i> (Smith) Boyer	-	-	0,7	-	3,0	-	-	-	1,4	PF
<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve	-	-	2,4	-	-	-	0,4	-	-	PF
<i>Chaetoceros</i> sp.	-	-	-	-	-	4,3	-	-	-	E

Fonte: Autores, 2024.

TAXONS	PI	PA	TR	PR	IN	PE	SB	PU	FOZ	F.O
<b>BACILLARIOPHYTA</b>										
<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	4,3	-	-	4,8	PF
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) Mann	-	-	0,2	-	-	-	0,8	-	0,7	PF
<i>Cymbella</i> sp.	-	-	-	-	1,7	-	-	-	-	E
<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	E
<i>Entomoneis alata</i> Ehrenberg	-	-	1,8	-	-	-	0,4	-	13,8	PF
<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	PF
<i>Epithemia gibba</i> (Ehrenberg) Kützing	-	-	0,7	-	-	-	0,4	-	-	PF
<i>Epithemia zebra</i> (Ehrenberg) Kützing	-	-	-	-	-	-	-	-	4,1	E
<i>Epithemia sores</i> Kützing	-	-	-	-	-	-	-	-	15,2	E
<i>Eunotia incisa</i> Smith ex Gregory	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	E
<i>Eunotia monodon</i> Ehrenberg	0,1	0,9	-	-	-	4,3	-	-	-	PF
<i>Eunotia exigua</i> (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst	-	-	0,2	-	1,3	-	-	0,6	-	PF
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	0,3	-	7,7	0,9	2,6	8,7	1,8	-	-	MF
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni	-	-	-	-	-	-	0,7	-	0,7	PF
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	E
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	-	-	-	-	-	-	-	-	8,3	E
<i>Iconella delicatissima</i> (Lewis) Ruck & Nakov	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	E
<i>Iconella linearis</i> (Smith) Ruck & Nakov	-	-	0,2	-	-	-	-	-	4,1	PF
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	-	-	0,4	-	5,6	-	0,6	-	-	PF
<i>Navicula gracilis</i> Ehrenberg	-	-	1,1	-	2,6	-	1,3	-	-	PF
<i>Navicula confervacea</i> (Kützing) Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	E
<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	E
<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer	-	-	0,2	-	-	-	1,9	3,8	1,4	F
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) Smith	-	0,9	0,2	-	-	-	1,1	-	0,7	F
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	E
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt	-	-	3,5	-	-	-	-	4,4	-	PF
<i>Nitzschia hungarica</i> Grunow	-	-	-	-	-	8,7	-	-	-	E
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson ex Kützing) Grunow	-	-	-	-	4,8	4,3	5,7	13,2	-	F
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) Smith	-	3,4	-	3,6	-	-	-	1,3	-	PF
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	E
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	E
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Pinnularia acuminata</i> Smith	-	-	0,4	0,9	-	-	1,9	-	-	PF

TAXONS	PI	PA	TR	PR	IN	PE	SB	PU	FOZ	F.O
<b>BACILLARIOPHYTA</b>										
<i>Pinnularia elegans</i> Ehrenberg	0,1	-	0,2	-	-	-	1,6	-	-	PF
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	6,0	10,1	10,3	PF
<i>Pinnularia lata</i> (Brébisson) Smith	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	E
<i>Pinnularia elegans</i> (Smith) Okuno	-	-	1,1	-	-	-	1,3	1,9	-	PF
<i>Pleurosigma normanii</i> Ralfs	-	0,9	0,2	-	-	-	3,4	7,5	0,7	F
<i>Stephanocyclus meneghinianus</i> (Kützing) Kulikovskiy, Genkal & Kociolek	-	-	-	-	3,0	8,7	-	-	-	PF
<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg	-	-	0,4	-	-	-	1,6	2,5	-	PF
<i>Surirella delicatissima</i> Lewis	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	E
<i>Surirella elegans</i> Ehrenberg	-	-	-	2,7	-	-	-	2,5	-	PF
<i>Synedra</i> sp.	-	-	0,9	-	-	-	0,7	-	-	PF
<i>Terpsinoë musica</i> Ehrenberg	0,4	-	-	-	-	8,7	-	-	-	PF
<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli	0,1	6,9	1,5	-	1,3	-	0,8	5,7	-	F
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg	0,6	-	28,0	6,3	-	-	9,6	10,7	4,8	F
<b>DINOPHYTA</b>										
<i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg) Claparède & Lachmann	-	-	-	-	-	4,3	-	-	-	E
<i>Ceratium</i> sp.	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	E
<i>Glenodiniopsis uliginosa</i> (Schilling) Wołoszyńska	-	1,7	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Peridinium cinctum</i> (Ehrenberg) Perty	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Tripes furca</i> (Ehrenberg) Gómez	-	1,7	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Tripes lineatus</i> (Ehrenberg) Gómez	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<b>CHLOROPHYTA</b>										
<i>Actinastrum aciculare</i> Playfair	-	-	0,2	-	-	-	0,7	0,6	-	PF
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	-	-	-	-	-	-	1,9	-	6,9	PF
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda	-	-	0,2	-	-	-	0,1	-	-	PF
<i>Closterium acerosum</i> Ehrenberg ex Ralfs	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	E
<i>Closterium moniliferum</i> Ehrenberg ex Ralfs	-	-	1,1	-	-	-	0,4	-	0,7	PF
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	-	-	-	-	-	-	1,9	3,1	-	PF
<i>Cosmarium margaritatum</i> (Lundell) Roy & Bisset	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	E
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg	0,3	0,9	-	-	-	-	4,5	1,9	2,8	F
<i>Hyalotheca dissiliens</i> Brébisson ex Ralfs	-	-	0,2	-	-	-	0,2	-	-	PF
<i>Kirchneriella diana</i> (Bohlin) Comas	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	E
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	E

TÁXONS	PI	PA	TR	PR	IN	PE	SB	PU	FOZ	F.O
<b>CHLOROPHYTA</b>										
<i>Microspora abbreviata</i> (Rabenhorst) Lagerheim	0,2	-	-	0,9	-	8,7	0,2	-	-	F
<i>Microspora willeana</i> Lagerheim	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Monactinus simplex</i> (Meyen) Corda	-	-	-	-	1,3	-	-	-	0,7	PF
<i>Pediastrum clathratum</i> (Schröder) Lemmermann	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	E
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	E
<i>Pleodorina californica</i> Shaw	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	E
<i>Raphidocelis danubiana</i> (Hindák) Marvan, Komárek & Comas	-	-	-	-	3,5	-	-	-	-	E
<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	E
<i>Scenedesmus quadricauda</i> var. <i>ellipticus</i> West & West	-	-	-	-	-	-	1,3	2,5	-	PF
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i> Chodat	-	-	0,7	-	-	-	0,4	-	-	PF
<i>Spirogyra</i> sp.	-	0,9	-	-	-	-	0,1	-	-	PF
<i>Staurastrum leptocladum</i> Nordstedt	1,0	3,4	2,2	-	-	-	3,0	2,5	-	F
<i>Staurastrum sebaldi</i> Reinsch	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	E
<i>Treubaria setigera</i> (Archer) Smith	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	E
<i>Volvox aureus</i> Ehrenberg	0,1	-	0,4	2,7	2,6	-	0,8	-	-	F
<b>Diversidade de Shannon (H')</b>	1,03	1,80	2,20	0,83	2,18	2,31	2,99	2,67	2,81	
<b>Equitabilidade (J)</b>	0,33	0,66	0,59	0,38	0,75	0,93	0,74	0,89	0,84	
<b>Dominância de Simpson (λ)</b>	0,44	0,27	0,22	0,66	0,22	0,12	0,11	0,09	0,08	

Fonte: Autores, 2024.

Com relação à densidade de células, observou uma variação de 20 cel.mL<sup>-1</sup>, para o grupo dos dinoflagelados (Traipu e Penedo/AL) a 52040 cel.mL<sup>-1</sup> para as cianobactérias (Piranhas/AL), sendo observadas diferenças significativas no número de células entre os grupos algais amostrados. De maneira geral, as cianobactérias contribuíram com as maiores densidades e dominância desses organismos, seguido pelas diatomáceas (Tabela 2 e Fig. 3).

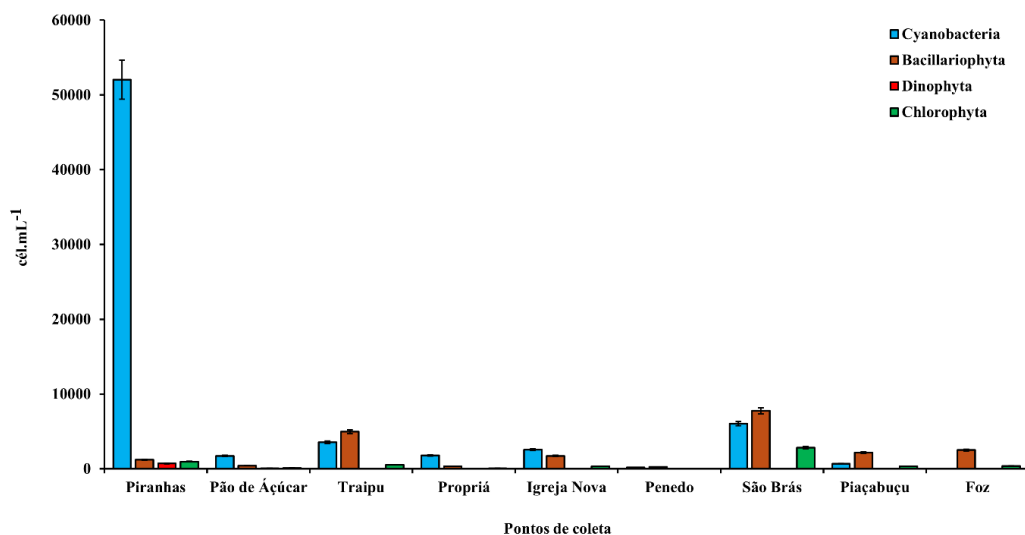
**Tabela 2:** Densidade total de células (cél.mL<sup>-1</sup>) do fitoplâncton do Baixo Rio São Francisco, no trecho de Piranhas/AL à Foz do São Francisco. (-) dados não existentes.

Divisão	Piranhas	Pão de Açúcar	Traipu	São Brás	Igreja Nova	Propriá	Penedo	Piaçabuçu	Foz	
Cyanobacteria	52040 <sup>a</sup>		1720 <sup>a</sup>	3540 <sup>b</sup>	6040 <sup>a</sup>	2560 <sup>a</sup>	1800 <sup>a</sup>	160 <sup>b</sup>	680 <sup>b</sup>	20 <sup>c</sup>
Bacillariophyta	1220 <sup>b</sup>		400 <sup>b</sup>	4980 <sup>a</sup>	7760 <sup>a</sup>	1720 <sup>b</sup>	340 <sup>b</sup>	240 <sup>a</sup>	2160 <sup>a</sup>	2500 <sup>a</sup>
Dinophyta	700 <sup>b</sup>		80 <sup>c</sup>	20 <sup>c</sup>	-	-	-	20 <sup>c</sup>	-	-
Chlorophyta	960 <sup>b</sup>		120 <sup>c</sup>	520 <sup>b</sup>	2820 <sup>b</sup>	340 <sup>c</sup>	80 <sup>c</sup>	40 <sup>c</sup>	340 <sup>c</sup>	380 <sup>b</sup>
<i>Anova</i>	<i>Between groups</i>		<i>df</i>	<i>Mean square</i>		<i>F</i>	<i>P</i>	<i>Levene's test</i>		
	3,19E+08		3	1,06E+08		1,475	0,2399	0,01152		

Se houver letras diferentes, as médias são diferentes conforme o teste t de Student ( $P < 0,05$ ).

Fonte: Autores, 2024.

**Figura 3:** Densidade total de células (cél.mL<sup>-1</sup>) do fitoplâncton do Baixo Rio São Francisco, no trecho de Piranhas/AL à Foz do São Francisco.



Fonte: Autores, 2024.

A Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, exige monitoramento mensal e que a densidade de células de cianobactérias presentes nos mananciais de até 10.000 céls. mL<sup>-1</sup>, enquanto os limites estabelecidos pelo CONAMA Nº 357 de 2005, estabelece a quantidade de cianobactérias de até 20.000 cél.mL<sup>-1</sup> (BRASIL, 2004).

Valores elevados de cianobactérias implicam em monitoramento que deverá ser realizado semanalmente, devido a possível presença de cianotoxinas, trazendo riscos a população local, não sendo viável a sua utilização no abastecimento público, recreação e irrigação, além do risco de bioacumulação em peixes e moluscos bivalves (BRASIL, 2004).

Ocorrendo a dominância e abundância de diatomáceas, com valores acima de 5.000 cel.mL<sup>-1</sup>, a qualidade da água é classificada como ruim, demonstrando que o ambiente está sofrendo em processo de eutrofização e, não sendo própria para o consumo e recreação (CETESB, 2005).

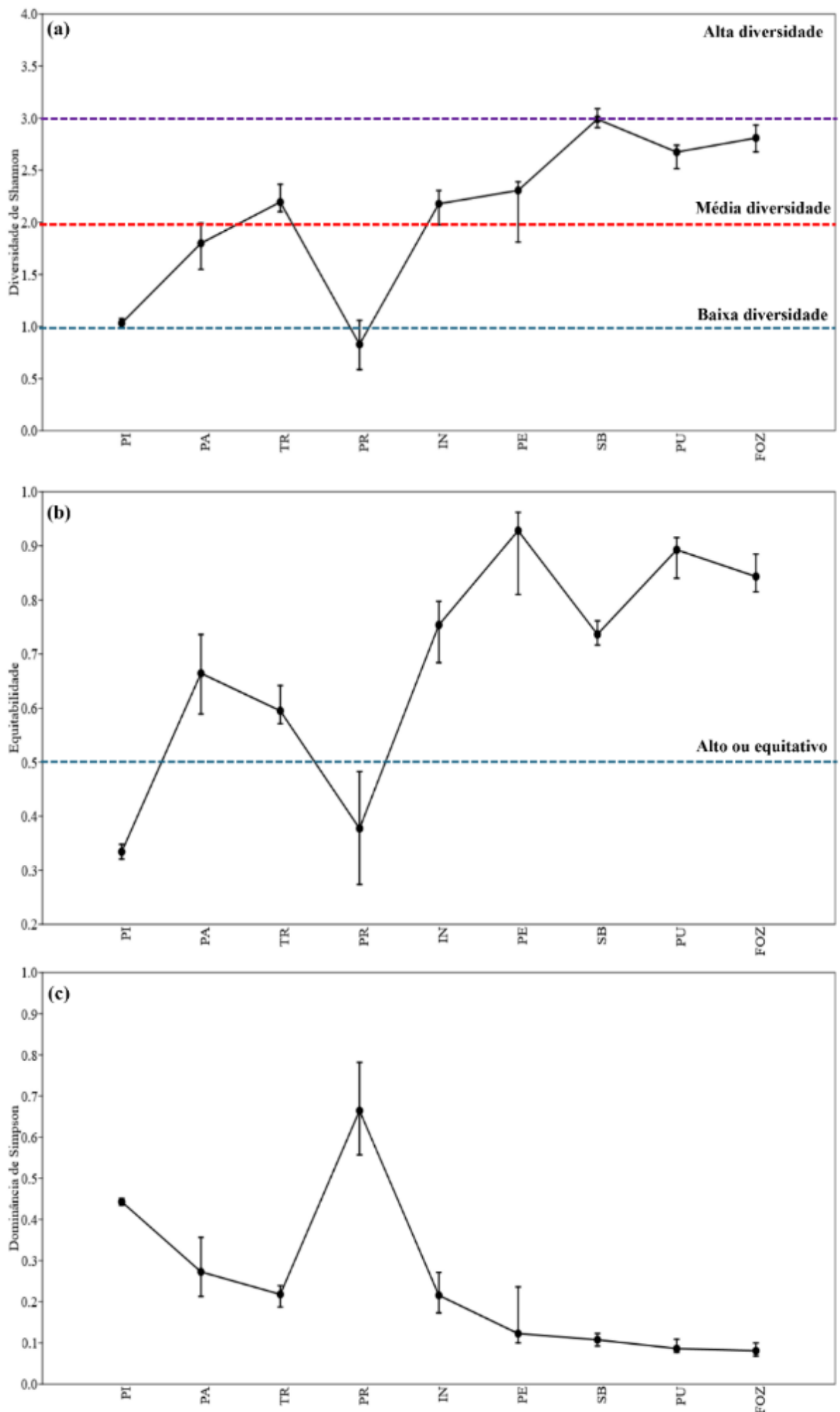
Durante o período estudado, foram observadas espécies abundantes que contribuíram na densidade de células, dentre elas podemos destacar as cianobactérias: *Dolichospermum spiroides*, *Limnococcus limneticus*, *Microcystis wesenbergii*, *Raphidiopsis raciborskii*; as diatomáceas: *Entomoneis alata*, *Epithemia sorex*, *Nitzschia longissima*, *Pinnularia viridis* e *Ulnaria ulna*. Espécies estas que influenciaram os índices de diversidade de Shannon (H'). Sendo até o presente momento, as amostras analisadas apresentaram de um modo geral, de baixa a média diversidade específica (Tabela 1 e Fig. 4).

Com relação à equitabilidade de Pielou (J) observou-se uma distribuição alta e equitativa das espécies, com exceção dos municípios de Piranhas e Propriá. Apesar de observar espécies abundantes (%), observando o índice de dominância de Simpson ( $\lambda$ ), a cianobactéria *Raphidiopsis raciborskii* foi considerada dominante e diminuindo a riqueza de espécies no município de Propriá/SE (Fig. 3).

Dentre as espécies do fitoplâncton identificadas durante o período de estudo consideradas muito frequente (MF) e frequentes (F) por estarem presente em mais de 50% das amostradas analisadas foram, as clorofíceas: *Eudorina elegans*, *Microspora abbreviata*, *Neidium affine*, *Staurastrum leptocladum* e *Volvox aureus*. As espécies que mais se destacaram no grupo das diatomáceas foram: *Aulacoseira granulata*, *Fragilaria crotonensis*, *Nitzschia acicularis*, *Nitzschia longissima*, *Pleurosigma normanii*, *Tryblionella hungarica* e *Ulnaria ulna*. E entre as cianobactérias apenas a espécie *Raphidiopsis raciborskii* foi considerada muito frequente (Tabela 1).

**Figura 4:** (a) Índice de diversidade específica de Shannon, (b) Equitabilidade de Pielou e (c) Dominância de Simpson do fitoplâncton do Baixo Rio São Francisco, no trecho de Piranhas/AL à Foz do São Francisco (2023). (FOZ) foz do São Francisco, (SB) São Brás, (IN) Igreja Nova, (TR) Traipu, (PR) Propriá, (PE) Penedo, (PU) Piaçabuçu, (PA) Pão de Açúcar, (PI) Piranhas.





Fonte: Autores, 2024.

## ANÁLISE PRELIMINAR DOS PARÂMETROS ABIÓTICOS PARA SUSTENTABILIDADE DO FITOPLÂNCTON

O monitoramento dos dados abióticos permite analisar o equilíbrio adequado para sobrevivência do fitoplâncton no ecossistema fluvial. A temperatura da água se mostrou estável com variação de 24 a 25° C. O pH está dentro de parâmetros equilibrados com variações de 6 a 7,3. A salinidade apresentou maiores índices com a proximidade da foz, o que traduz normalidade. Os padrões de turbidez e condutividade elétrica mantiveram-se normais.

Os índices de Oxigênio dissolvido (OD) - 17,8% e 1,5 mg/L no município de Piranhas em um ponto de coleta, com média de 29,92% em quatro pontos de coleta, estão bem abaixo do índice médio dos municípios do Baixo São Francisco - 59,96% (OD) (Quadro 1). Os índices da cidade de Piranhas com 100% abaixo dos valores padrões de sustentabilidade do ecossistema fluvial, configuram preocupação quanto a fauna e a biodiversidade do ecossistema do rio. A escala de análise de risco apresenta a categoria “risco crítico ou muito elevado” para índices de 71 a 100% acima do limite tolerável.

**Quadro 1:** Análise de parâmetros abióticos para sustentabilidade do fitoplâncton.

<b>DADOS ABIÓTICOS DA VI EXPEDIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>PIRANHAS - AL PONTO 1 - 21/11/2023</b>	
<b>COORDENADAS GEOGRÁFICAS: Lat. 9:37:35 S / Long. 37:45:16 W</b>	<b>Resultados</b>
Transp. Disco secchi	1,60 m
Temp. Ar	27
V. ar (vento)	2,4
Altitude	8 m
mVpH	21,7
pH	6,75
ORP	218,4
OD %	17,8
mg/LDO	1,5
uS/tcm	76
uStcm <sup>-1</sup>	75
MQ.cm	0,0130
mg/L Tds	38
FNU	0,3
Salinidade	0,03
Temp. C	24,1
Psi	14,599

Fonte: Autores, 2024.

Dentre os fatores que propiciam a diminuição de OD em sistemas fluviais a presença de material orgânico na água, como esgotos lançados nos rios, pode diminuir porque ele atua como oxidante desse material. Se a Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) for elevada, será necessário um grande volume de OD para oxidá-la, e não restará oxigênio suficiente para a respiração dos peixes. A resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 357, de 17 de março de 2005 preconiza o limite desse parâmetro para águas doces (classe 2), em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L. A média de 2,48 mg/L nesse município com índice 100% inferior ao padrão dessa resolução, confirma o fator de risco de categoria “risco crítico ou muito elevado”.

## CONCLUSÃO

Os elevados índices de cianobactérias no município de Piranhas apresentados nos resultados dessa pesquisa, com índice 100% acima dos níveis regulamentados pelo Ministério da Saúde, coincidem com a determinação da resolução CONAMA 357, art. 2, inciso VIII, no qual os nutrientes nitrogênio e fósforo se tornam agentes potenciais para processos de eutrofização favorecendo o aparecimento de cianobactérias. Os reduzidos índices de OD confirmam a elevada carga de efluentes de esgotos potencialmente contaminantes em processos de eutrofização.

A historicidade em dois anos consecutivos desses resultados negativos, apresentando dados ainda mais preocupantes e incisivos na VI Expedição do Rio São Francisco, sinaliza a necessidade de medidas preventivas de saúde pública que venham a proteger a população de possíveis contaminações através de cianobactérias e possam salvaguardar a biodiversidade das espécies dentro do ecossistema na região fisiográfica da bacia hidrográfica do Baixo São Francisco.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAGNOSTIDIS, K.; KOMAREK, J. Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 3: Oscillatoriales. *Algological Studies*, v. 80, n. 1/4, p. 327-472, 1988.

ANAGNOSTIDIS, K.; KOMAREK, J. Modern approach to the classification system of Cyanophyta, 5: Stigonematales. *Algological Studies*, v. 59, p. 1-73. 1990.

BICUDO, C. E. M; MENEZES, M. Gêneros de Algas de águas continentais do Brasil. RiMa, São Carlos, 2006.

BOURRELLY, P. Lês Algues d' Eau Douce: Algues vertes. Paris: Edition Boubée N. et Cie, 1970.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004: estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, n. 59, 26/03/2004, p. 266-270.

BUCCHEIM, M. A.; MICHALOPULOS, E. A.; BUCHHEIM, J. A. Phylogeny of the Chlorophyceae with special reference to the Sphaeropleales: a study of 18S and 26S rDNA data. *Journal of Phycology*, v. 37, p. 819-935, 2001.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. Norma Técnica L5.303: Fitoplâncton de Água Doce - Métodos Qualitativo e Quantitativo (Método de Ensaio). São Paulo, 2005.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras. Brasília: CETESB, 2011. (Relatório Técnico).

COSTA, I. A. S.; CUNHA, S. R. S.; PANOSSO, R.; ARAÚJO, M. F. F.; MELO, J. L. S.; ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semiárido do Rio Grande do Norte. *Oecologia Brasiliensis*, v. 13, n. 2, p. 382-401, 2009.

CUNHA, D. G. F.; BONECKER, C. C.; VELHO, L. F. M. Phytoplankton as an indicator of environmental changes in a subtropical shallow lake in Southern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 25, n. 1, p. 25-37, 2013.

- GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. Algae Base: Worldwide electronic publication. National University of Ireland, Galway. 2014. <http://www.algaebase.org> (acessado em 3 de junho de 2023).
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, v. 4, 2001.
- KOMAREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales. Pp. 1-548. In: Ettl, H.; Gartner, G.; Heynigh, H. & Mollenhauer, D. (Eds.). *Susswasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer, Jena-Stuttgart-Lubeck-Ulm. 1998.
- KOMAREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota. 2. Oscillatoriales. Pp. 1-759. In: Bridel, B.; Krienitz, L.; Gartner, G.; Scharger, M. (Eds.), *Oscillatoriales. Subwasserflora von Mitteleuropa*. Munchen, Elsevier GmbH. 2005.
- LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estruturas comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Biologia Marina*, v.22, p.1-29, 1986.
- MAGURRAN, A. E. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press, 1988.
- MATEUCCI, S.; COLMA, A. La metodologia para el estudio de la vegetacion. *Coleccion de monografias cientificas. Serie Biologia*, v. 22, p. 1-168, 1982.
- MORENO, J. L.; LICEA, S.; SANTOYO, H. *Diatomeas del Golfo de California*. 1ed. Mexico. Universidad Autonoma de Baja California Sur, SEP-FOMES, PROMARCO. 1996.
- PANOSSO, R. F.; COSTA, I. A. S.; SOUZA, N. R.; ATTAYDE, J. L.; CUNHA, S. R. S.; GOMES, F. C. F. Cianobactérias e cianotoxinas em reservatórios do Estado do Rio Grande do Norte e o potencial controle das florações pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Oecologia Brasiliensis*, v. 11, n. 3, p. 433-449, 2007.
- PARMAR, T. K.; RAWTANI, D.; AGRAWAL, Y. K. Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution. *Frontiers in Life Science*, v. 9, n. 2, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/21553769.2016.1162753>
- PARRA, O. O.; BICUDO, C. E. M. *Introducción a la Biología y Sistemática de las Algas de Aguas Continentales*. Santiago, Andes, 1995.
- PIELOU, E. C. *Mathematical Ecology*. New York: John Wiley & Sons Incorporated, 1977
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biología Vegetal*. 8ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. 2014. 876p.
- REYNOLDS, C. S. *Ecology of phytoplankton*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.
- RICE, E. W.; BRIDGEWATER, L. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21ed. Washington, D.C: American Public Health Association, 2012. ISBN: 9780875530475, 0875530478.

RODRIGUES, S. C. Estudo comparativo da estrutura da comunidade fitoplanctônica na foz dos rios formadores do delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. 2004. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. URI: <http://hdl.handle.net/10183/4563>

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. The diatoms: biology and morphology of the genera. New York, Cambridge University Press. 1990.

STREBLE, H.; KRAUTER, D. Atlas de los microorganismos de agua dulce: la vida en una gota de agua. Barcelona: Omega, 1987.

TRIPATHI, B. N.; GAUR, J. P. Recovery Responses of Freshwater Phytoplankton Assemblage After the Disappearance of Metal Toxicity in Semi-Continuous Cultures. Research Square, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-657719/v2>. Acesso em 03 de outubro de 2023.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Limnologia. Oficina de textos, São Paulo, 2008.

VALENTIN, J. L. Ecologia Numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Rio de Janeiro: Interciência, 2000.

## 5. AVALIAÇÃO DE GENOTOXICIDADE UTILIZANDO PEIXES COLETADOS NA VI EXPEDIÇÃO DO SÃO FRANCISCO.

Área de conhecimento: Genotoxicidade.

Alexandre Santos da Costa<sup>1</sup>  
Mariana Fonseca Cavalcante<sup>2</sup>  
Edmara Ramos Melo<sup>3</sup>  
Emerson Carlos Soares<sup>4</sup>  
Themis Jesus Silva<sup>5</sup>

### RESUMO

O Rio São Francisco é de extrema importância socioeconômica para a região Nordeste, mas vem enfrentando uma série de problemas relacionado com a qualidade da água. O rio está dividido em alto, médio, submédio e baixo, sendo o Baixo São Francisco (BSF) a região mais prejudicada, por receber e concentrar todo o fluxo de contaminantes das demais partes do rio. Os principais problemas enfrentados pelo São Francisco ao longo de todo o seu curso são: uso de agroquímicos em plantações próximas ao rio, desmatamento das matas ciliares, mudanças bruscas nas vazões, pesca predatória, introdução de peixes exóticos e lançamento de esgotos nas suas águas. Estes problemas alteram de maneira significativa o ambiente aquático e podem afetar a saúde de todos os organismos que vivem ou utilizam este ambiente. Entre estes organismos, os peixes, são diretamente afetados e tornam-se excelentes bioindicadores da qualidade da água, devido a sensibilidade aos poluentes, mesmo que em baixas concentrações. Deste modo, quatro espécies de peixes (pacu, piau, pirambeba e tucunaré) coletadas durante a VI Expedição do Baixo Rio São Francisco, nos municípios de Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Propriá (SE), Penedo e Piaçabuçu, foram utilizados para identificar e quantificar as anormalidades nucleares eritrocitárias (ANE's). A identificação das ANEs foi feita por meio do teste do micronúcleo, onde foram preparados esfregaços sanguíneos (3 lâminas por indivíduo) e contabilizados 1500 eritrócitos por lâmina (4500 por indivíduo). As cidades de Propriá (0,736%) e São Brás (0,667%) apresentaram as maiores frequências de ANEs, enquanto as espécies com maiores anormalidades foram o pacu (*Metynnis maculatus*) seguida do piau-branco (*Schizodon knerii*). É de extrema importância tratar os esgotos que são despejados no São Francisco, bem como impedir que diferentes compostos usados nas lavouras atinjam suas águas.

**Palavras-chave:** Anormalidades nucleares. Biomarcador. Danos genéticos. Micronúcleo.

1 Graduando em Agroecologia, Laboratório de Aquicultura e Análise de Água (LAQUA), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

2 Graduanda em Zootecnia, Laboratório de Aquicultura e Análise de Água (LAQUA), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

3 Mestre em Meteorologia, Laboratório de Aquicultura e Análise de Água (LAQUA), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

4 Professor, Laboratório de Aquicultura e Análise de Água (LAQUA), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

5 Professora, Laboratório de Aquicultura e Análise de Água (LAQUA), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA), Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

## **INTRODUÇÃO**

Entre os organismos aquáticos, os peixes são considerados eficientes bioindicadores da qualidade do ambiente por possuírem grande diversidade ecológica, que implica em apresentarem diferentes estilos de vida e habitat durante seu ciclo de vida (RIBEIRO e AMÉRICO-PINHEIRO, 2018).

Uma técnica utilizada para identificar a presença de xenobióticos e seus efeitos nos organismos é o teste do micronúcleo (MN), uma técnica rápida, confiável e de baixo custo. Este teste permite a identificação de mutações em células expostas a grandes quantidades de agentes genotóxicos. De acordo com Obiakor et al. (2012), micronúcleo é um biomarcador do tipo genético e, origina-se como resultado de aberrações cromossômicas, que podem ser irreversíveis e herdadas pelas progênes, sendo capaz de ocasionar diminuição na taxa reprodutiva dos animais, levando a uma diminuição da diversidade de espécies no ecossistema afetado. A ação nociva causadas pelos estressores ambientais sobre essas espécies é revelada por esses biomarcadores, que podem estimar a magnitude dos danos (LIONETTO et al., 2021), muito importante para a avaliação dos impactos ambientais em uma zona ecologicamente afetada, a exemplo da região do Baixo São Francisco

O micronúcleo (MN) é classificado como corpos de cromatina não refrativos, circulares ou ovoides, menores do que um terço do núcleo principal e apresentando o mesmo padrão de coloração e de focalização como o núcleo principal, (AL-SABTI; METCALFE, 1995). Carrasco et al. (1990), classificaram outras anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs) além do micronúcleo, como: binucleada, blebbed, lobed e notched.

Os peixes são bastante utilizados como bioindicadores, além de preferidos para testar possíveis efeitos genotóxicos (dano ao material genético) de agentes físicos e químicos, pois são expostos diretamente a diversas substâncias, através da água, ou indiretamente, através da cadeia alimentar (ARSLAN et al. 2015).

Portanto, este teve como objetivo verificar possíveis efeitos genotóxicos em peixes coletados em municípios do Baixo São Francisco durante a VI Expedição, devido seu grande valor econômico, social e ambiental às comunidades ribeirinhas.

## **METODOLOGIA**

### **CAPTURA DOS ANIMAIS**

As coletas ocorreram durante a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco no período de 21 a 30 de novembro de 2023, com início no município de Piranhas, seguiu-se por Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Propriá (SE), Penedo finalizando o percurso em Piaçabuçu.

A captura dos peixes ocorreu pela manhã, em todos os municípios visitados por meio de redes de pesca (MMA/ICMBio nº 75591). Ao chegar na embarcação, os animais passaram por biometria e logo em seguida foi realizada a coleta do sangue através de punção na região branquial.

### **TESTE DO MICRONÚCLEO E ANORMALIDADES NUCLEARES ERITROCITÁRIAS (ANES)**

A partir dos esfregaços sanguíneos foi avaliada a genotoxicidade (dano ao DNA) por meio do teste do micronúcleo, onde foram visualizados e quantificados os micronúcleos e as demais anormalidades eritrocitárias (célula com núcleo blebbed, núcleo com anomalia lobbed, alteração nuclear do tipo notched e célula binucleada) (Figura 01).

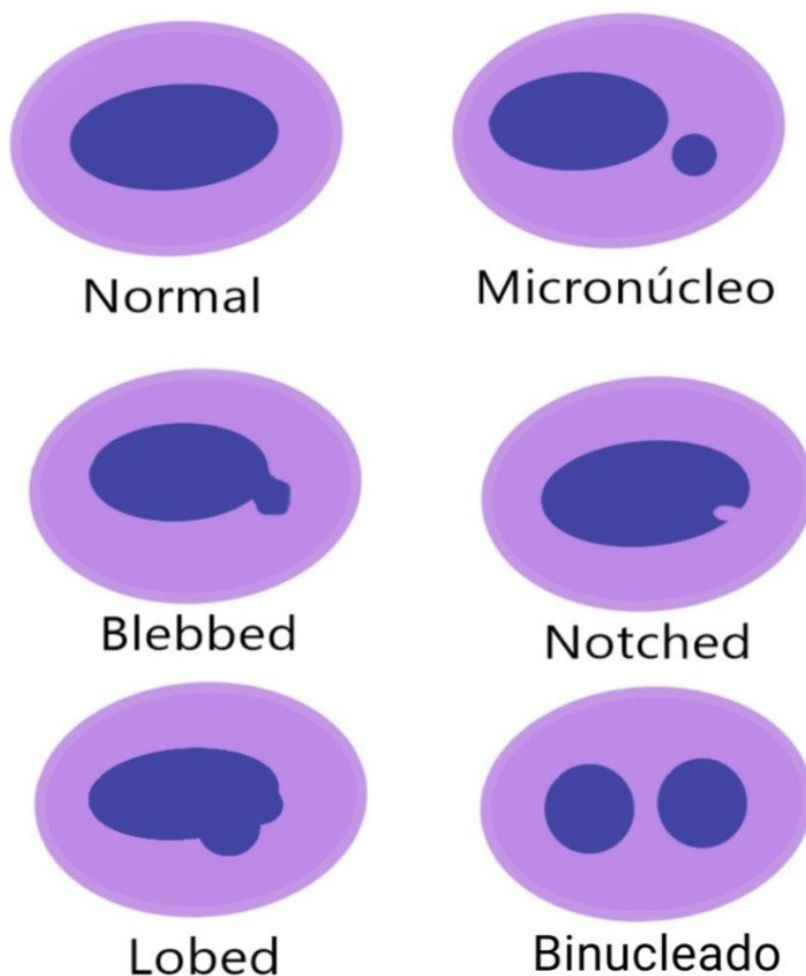
Os esfregaços foram preparados em lâminas de microscópio utilizando 10 QL da solução de sangue/heparina por lâmina. Após o esfregaço, as lâminas secaram em temperatura ambiente, foram fixadas em metanol absoluto durante 1 hora e coradas com

Giemsa 10% durante 30 minutos. Preparou-se três lâminas por indivíduo e as anormalidades foram contadas e identificadas conforme descrito por Carrasco et al. (1990).

A análise microscópica ocorreu no Laboratório de Aquicultura e Análises de água (LAQUA/CECA/UFAL), com a contagem de 1500 eritrócitos periféricos por lâmina, totalizando 4500 eritrócitos por indivíduo, com o auxílio do microscópio óptico (Nikon Corporation, modelo 550S, objetiva 1000X). Também foram feitos registros fotográficos das anormalidades mais frequentes. O cálculo das frequências de todas as anormalidades observadas foi realizado conforme Nwani et al. (2011).

**Figura 1: Ilustração de diferentes anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs).**

Fonte: Emily Valentim, baseado em Carrasco et al. (1990).



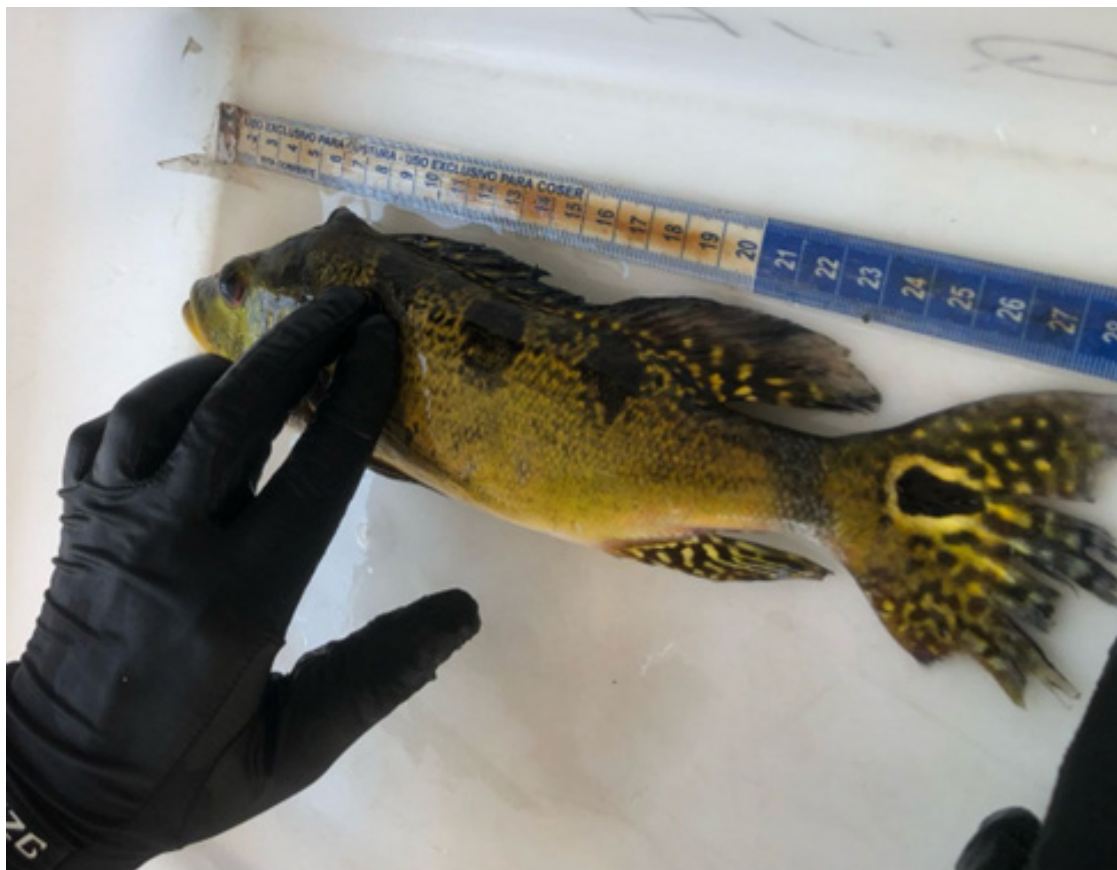
## RESULTADOS

### ESPÉCIES

As espécies coletadas para a avaliação da genotoxicidade foram: pacu (*Metynnis maculatus*), piau branco (*Schizodon knerii*), pirambeba (*Serrasalmus brandtii*) e tucunaré (*Cichla monoculus*) (Figura 02 e 03).

**Figura 2: Biometria da espécie *Cichla monoculus* (tucunaré) coletado na VI Expedição Científica do Baixo São Francisco.**





Fonte: Autores, 2023.

**Figura 3:** *Serrasalmus brandtii* (pirambeba) coletada durante a VI Expedição do Baixo São Francisco.



Fonte: Autores, 2023.

## ANORMALIDADES NUCLEARES ERITROCITÁRIAS NOS MUNICÍPIOS DO BAIXO SÃO FRANCISCO

As cidades que apresentaram as maiores frequências de ANEs foram Propriá-SE (0,736%) e São Brás-AL (0,667%) (Tabela 01). Estes municípios também apresentaram as maiores frequências de algumas anormalidades quando analisadas cada uma delas separadamente, como micronúcleo (MN) e blebbed em Propriá e lobbed e notched em São Brás (Figura 04).

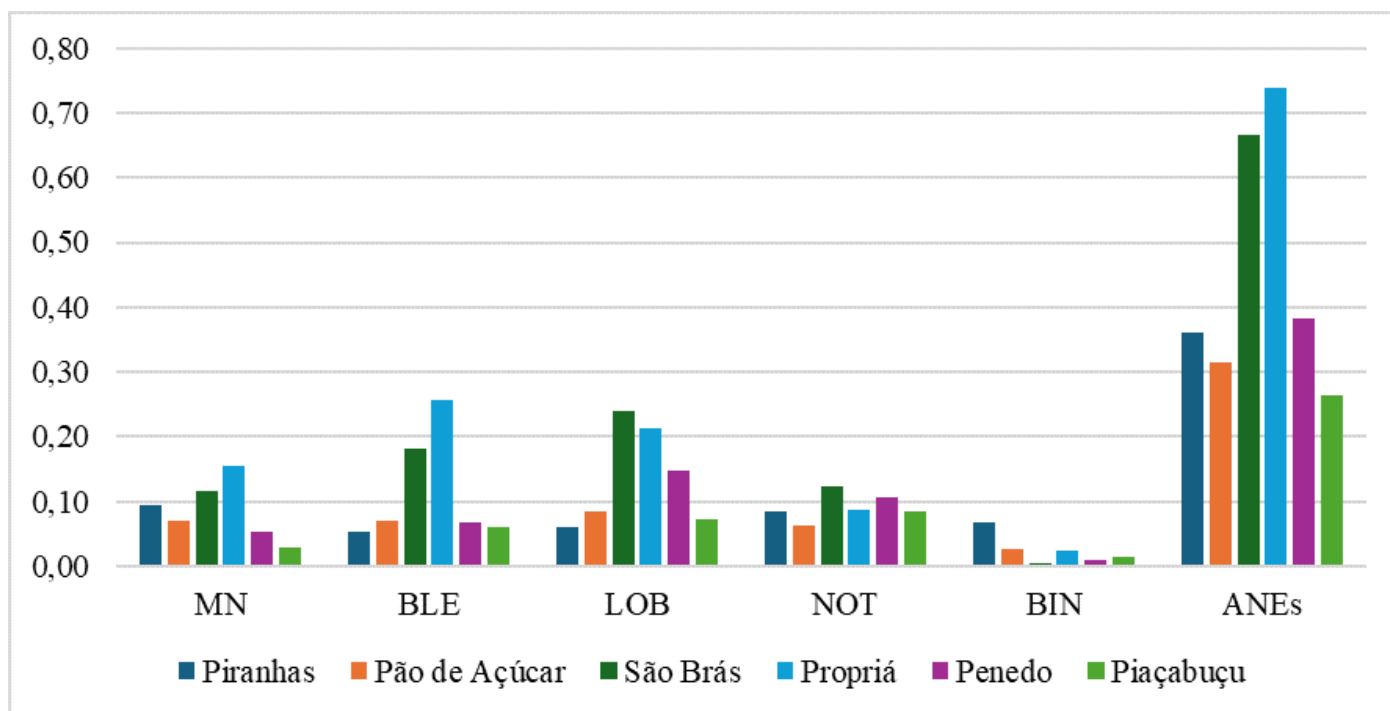
**Tabela 1: Frequência (%) de anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs) nos municípios do Baixo São Francisco (2023).**

Cidade	MN	BLE	LOB	NOT	BIN	ANEs
Piranhas	0,094	0,054	0,061	0,085	0,067	0,361
Pão de Açúcar	0,070	0,070	0,086	0,063	0,025	0,314
São Brás	0,116	0,182	0,240	0,124	0,004	0,667
Propriá	0,156	0,258	0,213	0,087	0,024	0,738
Penedo	0,053	0,067	0,147	0,107	0,009	0,382
Piaçabuçu	0,029	0,062	0,072	0,085	0,015	0,263
Total	0,518	0,692	0,819	0,552	0,145	2,725

MN: eritrócito com micronúcleo; BLE.: eritrócito com núcleo blebbed ; LOB.: núcleo com anomalia lobbed; NOT.: alteração nuclear do tipo notched; BIN.: célula binucleada; ANEs: Anormalidades Nucleares Eritrocitárias totais (somatório de todas as anormalidades analisadas).

Fonte: Autores, 2024.

**Figura 4: Gráfico das frequências (%) das anormalidades individuais e ANEs totais do ano 2023 nas diferentes cidades.**

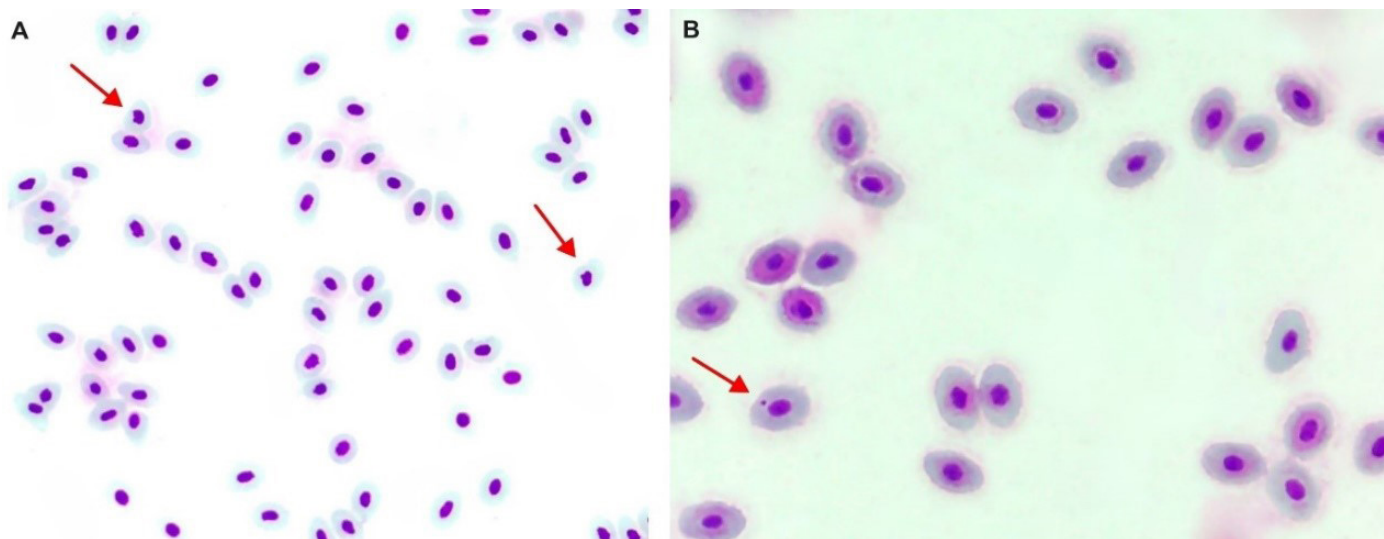


Fonte: Autores, 2024.

MN: eritrócito com micronúcleo; BLE.: eritrócito com núcleo blebbed ; LOB.: núcleo com anomalia lobbed; NOT.: alteração nuclear do tipo notched; BIN.: célula binucleada; ANEs: Anormalidades Nucleares Eritrocitárias totais (somatório de todas as anormalidades analisadas).

Quando avaliadas as espécies, diferente dos anos anteriores, em 2023 as espécies pacu (0,518%) e piau-branco (0,472%) se destacaram por apresentarem as maiores frequências de ANEs. O pacu também apresentou as maiores frequências de micronúcleo e blebbed quando verificadas de forma separada (Figura 05).

**Figura 5: Anormalidades visualizadas em eritrócitos do pacu (*Metynnis maculatus*). A -blebbed (setas). B - micronúcleo (seta).**



Fonte: Autores, 2024.

Vários estudos já provaram a associação das altas frequências de ANEs e de MNs com águas poluídas, seja com esgotos (doméstico e/ou industrial) ou com resíduos (herbicidas, inseticidas, fungicidas etc.) da agricultura praticada nas margens dos corpos hídricos (OLIVEIRA et al., 2022; CASTRO et al., 2018; DEL- GUERCIO et al., 2017; SILVA; NEPOMUCENO, 2010 KIRSCHBAUM et al., 2009; AMADO et al., 2006).

Quanto as espécies que apresentaram as maiores frequências de ANEs (pacu e piau-branco), mesmo não sendo carnívoras e não estando no topo da cadeia alimentar, parecem estar bioacumulando compostos tóxicos vindo dos diversos itens alimentares que consomem, visto que ambas, pacu e piau-branco, são onívoras.

Além do hábito alimentar das espécies analisadas, a presença de anormalidades nucleares pode ser explicada pelo estresse oxidativo induzido por poluentes dispersos no ambiente que pode modificar a permeabilidade e seletividade das membranas, tornando o núcleo mais sensível a deformações e alterações (SERIANE et al., 2011; THOMÉ et al., 2016).

A comparação das frequências das ANEs nos seis anos de coletas realizadas durante as expedições (2018 a 2023) também mostra que as vazões praticadas no Rio São Francisco pelas hidrelétricas, pode aumentar os danos ao material genético das células; que ficou evidente com as maiores frequências das ANEs em anos com menores vazões (2018 e 2021), pois a menor quantidade de água deixa as espécies em contato com uma maior concentração dos contaminantes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É de extrema importância evitar, ou minimizar, a presença de contaminantes vindo das cidades e/ou dos cultivos próximos as margens do Rio São Francisco, pois estes tem colocado em risco a sobrevivência e conseqüentemente a perpetuação das espécies aquáticas neste tão importante habitat e também a sobrevivência das comunidades ribeirinhas que precisam deste recurso alimentar. Além de atentar para o nível das vazões praticado pelas hidrelétricas presentes ao longo de todo o Rio São Francisco, que afetam vários aspectos da vida das espécies aquáticas desde reprodução e alimentação, até o aumento das anormalidades nucleares.

## AGRADECIMENTOS

Ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF), à Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), ao Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) e ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCIT).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-SABTI, K.; METCALFE, C. D. Fish micronuclei for assessing genotoxicity in water. *Mutation Research/Genetic Toxicology*. v. 343, n. 2-3, p. 121-135. 1995.

AMADO, L.L. et al. Biomarkers of exposure and effect in the Brazilian flounder *Paralichthys orbignyanus* (Teleostei: Paralichthyidae) from the Patos Lagoon estuary (Southern Brazil). *Mar Pollut Bull*, v.52, p. 207-213, 2006.

ARSLAN, O. C.; BOYACIOGLU, M.; PARLAK, H.; KATALAY, S.; KARAASLAN, M. A. Assessment of micronuclei induction in peripheral blood and gill cells of some fish species from Aliğa Bay Turkey. *Marine Pollution Bulletin*, 94: p. 48-54, 2015.

CARRASCO, K. R.; TILBURY, K. L.; MYERS, M. S. Assessment of the Piscine Micronucleus Test as an in situ Biological Indicator of Chemical Contaminant Effects. *Canadian Journal Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 47, 1990.

CASTRO, J. D. S. et al. Histopathological and hematological biomarkers in tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) from an environmental protection area of Maranhão, Brazil. *Revista Ambiente & Água*, v. 14, n. 1, p. 1-10, 2019.

DEL-GUERCIO, A. M. F.; CHRISTOFOLETTI, C. A.; FONTANETTI, C. S. Avaliação da eficiência do tratamento de esgoto doméstico pelo teste do micronúcleo em *Oreochromis niloticus* (Cichlidae). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, n. 6, p. 1121-1128, 2017.

KIRSCHBAUM, A.A. et al. Cytogenotoxicity biomarkers in fat snook *Centropomus parallelus* from Cananéia and São Vicente estuaries, SP, Brazil. *Genetics and Molecular Biology*, v.32, p.151-154, 2009

LIONETTO, M.G.; CARICATO, R.; GIORDANO, M.E. Pollution Biomarkers in the Framework of Marine Biodiversity Conservation: State of Art and Perspectives. *Water* 2021, 13, 1847. <https://doi.org/10.3390/w13131847>

NWANI, C.D.; NAGPURE, N.S.; KUMAR, R.; KUSHWAHA, B.; KUMAR, P.; LAKRA, W.S. Mutagenic and genotoxic assessment of atrazine-based herbicide to freshwater fish *Channa punctatus* (Bloch) using micronucleus test and single cell gel electrophoresis. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 31, p. 314-322, 2011. <<https://doi.org/10.1016/j.etap.2010.12.001>>

OBIAKOR, M. O.; OKONKWO, J. C.; NNABUDE, P. C.; EZEONYEJIAKU, C. D. Ecogenotoxicology: Micronucleus Assay in Fish Erythrocytes as in situ Aquatic Pollution Biomarker: a Review. *Journal of Animal Science Advances*, v. 2, n.1, p. 123-133. 2012.

OLIVEIRA, C.A.C.R. et al. Genotoxicity assessment in two Amazonian estuaries using the

Plagioscion squamosissimus as a biomonitor. Environmental Science and Pollution Research, p.1-13, 2022.

RIBEIRO, N. U. F., AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P. (2018). Peixes como bioindicadores de agrotóxicos em ambientes aquáticos. Revista Científica ANAP Brasil, v.11, n.22, p. 65-75, 2018.

SERIANE, R.; RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SILVA-SOUZA, A.T.; NAPOLEÃO, S.R. Hematology, micronuclei and nuclear abnormalities in fishes from São Francisco river, Minas Gerais state, Brazil. Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 33, n. 1, p. 107-112, 2011.

SILVA, C. A.; NEPOMUCENO, J. C. Avaliação da frequência de micronúcleos em eritrócitos periféricos de mandi-amarelo (*Pimelodus maculatus*) do rio Paranaíba. Perquirere, v. 1, n. 7, p. 167-179, 2010.

THOMÉ, R. G.; SILVA, P. M.; SANTOS, H.B. Avaliação de genotoxicidade da água de um rio urbano utilizando estudo de células sanguíneas de *Danio rerio*. Revista Conexão Ciência (online), v. 11, n.2, p. 9-16, 2016.

## 6. AVALIAÇÃO DE BIOMARCADORES ANTIOXIDANTES ENZIMÁTICOS E HISTOPATOLÓGICOS NOS PEIXES COLETADOS DURANTE A VI EXPEDIÇÃO NO SÃO FRANCISCO

**Área de conhecimento:** Biologia oxidativa e histopatologia.

Maraísa Bezerra de Jesus Feitosa<sup>1</sup>  
Rafaela Ellen Rocha da Silva<sup>1</sup>  
Maryana Vitória da Paz<sup>1</sup>  
Lívia Almeida de Souza<sup>1</sup>  
Virgínia Fonseca Pedrosa<sup>1</sup>  
Emerson Carlos Soares<sup>1</sup>

### RESUMO

A utilização de animais no monitoramento ambiental, com auxílio de técnicas como os biomarcadores enzimáticos, permite inferir acerca da alteração metabólica dos indivíduos sob influência de contaminantes. Estas alterações podem ser tanto no nível celular, bioquímico, como no molecular ou fisiológico, e podem ser medidos em células, fluidos corporais, tecidos e órgãos, bem como indicar a presença e/ou efeitos de um xenobiótico. Como as brânquias de peixes constituem uma rota direta de exposição aos contaminantes ambientais da água e o fígado, por ser um órgão de importância ímpar na detoxificação, estes órgãos geralmente têm sido utilizados como alvo de atividade desta enzima, mas neste trabalho, além destes, também se investigou atividade enzimática em músculo de peixes coletados em sete cidades do Baixo São Francisco, Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Propriá, Penedo e Piaçabuçu durante a VI expedição Científica. Foi avaliada a atividade das enzimas antioxidantes superóxido dismutase e glutathione S-transferase, normalizados pela dosagem de proteína. Em cada cidade, os animais foram coletados através de redes de espera posicionadas durante a madrugada. Os animais foram identificados, mensurados e eutanasiados. Aproximadamente 150mg de brânquias, fígado e músculo foram retirados e imersos em nitrogênio. Em laboratório, os tecidos foram descongelados sob gelo, homogeneizados em tampão PBS (10:1), pH 7.4, e o sobrenadante foi utilizado para as análises. Para análise histopatológica, as amostras teciduais de fígado foram fixadas em solução de formol a 10% por 24 horas, e transferidas para álcool a 70% e, posteriormente emblocadas em historesina, cortadas em micrótomo e a lâminas então foram coradas com hematoxilina e eosina. O fígado, por ser o órgão mais associado ao processo de desintoxicação e biotransformação, representa um dos órgãos mais afetados pelos contaminantes da água. Dessa forma, as alterações enzimáticas e teciduais observadas no fígado podem fornecer informações sobre o estado de saúde do animal, frente a ação de xenobióticos e poluição antrópica nas células que compõem o órgão.

**Palavras-chave:** Estresse oxidativo, histopatologia, efluentes, pirambeba, tucunaré, necrose

<sup>1</sup> Laboratório de Aquicultura e Ecologia Aquática/ Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas – LAQUA/CECA/UFAL, Alagoas, Brasil.

## INTRODUÇÃO

O monitoramento utilizado pela equipe expedicionária ao longo dos anos, reflete os valores de ESG (do inglês, meio ambiente social e governança), por incluir questões ambientais, questões sociais e governança que podem ser considerados no investimento, principalmente para a população ribeirinha. Associado ao ESG, durante a expedição também foram promovidos alguns dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS - da ONU pois entre as atividades a equipe promoveu boa saúde e bem estar, educação de qualidade, igualdade de gênero, água limpa e saneamento, entre outras. Aqui neste capítulo, nosso estudo visou gerar subsídios para as prefeituras e gestores para a proteção da vida debaixo d'água pois, as águas interiores têm potencialmente um alto risco para receber efluentes de origem antrópicas, como o escoamento urbano e efluentes de estações de tratamento de esgoto, que eventualmente podem causar efeitos adversos na biota (MONTAGNER, VIDAL, et al., 2017).

Com isso, vem se destacado nos últimos anos, a potencial utilidade de biomarcadores de monitoramento para ambos, qualidade ambiental e saúde de organismos que habitam estes ecossistemas (ABDEL-MONEIM, ABU EL-SAAD, et al., 2012). Muitos destes poluentes são capazes de induzir o estresse oxidativo. As enzimas antioxidantes estão na linha de frente de defesa e são cruciais no esforço de neutralizar o estresse oxidativo causado por substâncias tóxicas, uma vez que esteja esgotado o suprimento de outros agentes antioxidantes, como por exemplo, as vitaminas (SAGLAM, ATLI, et al., 2014).

Para o controle das ROS em estado estacionário, existem cinco vias principais: a dismutação do ânion superóxido em peróxido de hidrogênio pela SOD; a seguinte decomposição deste peróxido em oxigênio e água pela catalase (CAT); o ciclo redox da glutathione, onde o peróxido de hidrogênio e outros peróxidos são decompostos pela glutathione peroxidase, usando a glutathione como doador de elétrons; e ainda pelo ciclo redox tioredoxina onde a tioredoxina reduzida é utilizada como doador de elétrons. Por fim, a última via, por desintoxicação xenobiótica através da GST (ZHANG, WANG, et al., 2019).

Além deste biomarcador, investigações histopatológicas tem se mostrado promissoras, principalmente utilizando as brânquias e fígado, por meio da identificação de lesões teciduais que surgem como resultado de uma exposição anterior ou atual do organismo a uma ou mais toxinas. Tais lesões refletem o efeito de vários poluentes antropogênicos, sendo um reflexo da saúde geral de toda a população do ecossistema, podendo detectar efeitos nocivos agudos e crônicos da exposição nos tecidos e órgãos (REDDY, 2012).

Considerando que os peixes desempenham um papel ecológico importante nas cadeias alimentares, uma vez que transferem energia dos níveis tróficos basais inferiores para os níveis superiores, optamos por estudar os efeitos dos parâmetros abióticos e antrópicos, como os efluentes, em espécies herbívoras e piscívoras. Por isso, o propósito deste estudo foi avaliar biomarcadores enzimáticos antioxidantes e histopatológico nas espécies selecionadas, a saber, piau branco (*Schizodon kneri*), pacu (*Metynnis maculatus*), pirambeba (*Serrasalmus brandtti*) e a invasora tucunaré (*Cichla monoculus*), além destes também foram coletados mais duas espécies de piau, o preto (*Leporinus piau*) e o três pintas (*Leporinus freiderici*)

## METODOLOGIA

### CAPTURA DOS ANIMAIS

As coletas ocorreram durante a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, no período de 20 a 30 de novembro de 2023, respectivamente nos municípios de Piranhas,

Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Propriá, Penedo e Piaçabuçu. As espécies alvo foram pirambeba, tucunaré, pacu e piau.

A captura dos peixes ocorria pela manhã, e foi repetida durante os sete dias de expedição em cada município visitado. Ao chegar na embarcação-laboratório os animais eram identificados (sexo e espécie), pesados, mensurados e era realizada a coleta de sangue. Em seguida os peixes foram sacrificados para a retirada de fragmentos de fígado, músculo e brânquias. Os tecidos foram identificados e armazenados de diferentes formas, as amostras enzimáticas foram imersas em nitrogênio líquido para congelamento rápido e armazenados em freezer até o processamento em laboratório. Já, as amostras histológicas foram imersas em formol até o processamento e posterior análise, ambas realizadas no laboratório (Laboratório Aquicultura e Análise de Águas (LAQUA) do Centro de Ciências agrárias (CECA-UFAL).

## **MARCADORES DE ESTRESSE OXIDATIVO**

### **PREPARO DAS AMOSTRAS**

No LAQUA, os fragmentos de fígado, músculo e brânquias foram descongelados a  $-4^{\circ}\text{C}$ , pesados e homogeneizados (10:1) em tampão fosfato de potássio salino (PBS, pH 7.4). A mistura foi centrifugada por 10 minutos a  $4^{\circ}\text{C}$ , com velocidade de 12.000 rpm. O sobrenadante resultante foi utilizado para as análises da atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD) e glutathione S-transferase (GST), normalizados pelo teste de Bradford.

### **ENZIMAS ANTIOXIDANTES**

A atividade da SOD foi investigada nos tecidos através da técnica utilizada por Dieterich et al., (2000), com pequenas modificações, onde ocorre uma mensuração indireta utilizando a auto oxidação do pirogalol ( $\lambda = 570\text{nm}$ ). Os resultados foram expressos em U SOD mg proteína<sup>-1</sup>. (DIETERICH, BIELIGK, et al., 2000)

A atividade da enzima GST foi mensurada segundo Habig et al., (1974), onde a formação do conjugado glutathione-2,4-dinitrobenzeno (CDNB) causa um aumento da absorbância ( $\lambda = 340\text{ nm}$ ). O coeficiente de extinção molar utilizado para os cálculos do CDNB foi  $\epsilon_{340} = 9,6\text{ mM cm}^{-1}$ .

### **DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE PROTEÍNA**

A concentração de proteína foi avaliada utilizando um método espectrofotométrico a 595 nm (Bradford et al., 1976), com corante de Coomassie brilliant blue - G250. A quantidade de proteína em cada amostra foi estimada por meio da curva de calibração baseada em diferentes concentrações de albumina bovina, que foi utilizada como padrão.

## **BIOMARCADORES HISTOPATOLÓGICOS**

### **PROCESSAMENTO HISTOLÓGICO**

Após a retirada dos órgãos, os mesmos foram acondicionados em tubos de 5mL contendo formol a 10%, após 24 horas, a solução foi trocada por álcool 70%, para manutenção da fixação até o processamento no LAQUA, onde os estudos histológicos foram desenvolvidos.

Posteriormente realizou-se a desidratação em série alcoólica crescente a 80 e 90% (10 minutos cada) e três banhos em álcool etílico a 99% (10 minutos cada). As amostras em seguida foram infiltradas, à temperatura ambiente, inicialmente em banho



contendo mistura de historesina e álcool (1:1) por duas horas e, a posteriori, imersas em historesina pura por 24h. Para a inclusão tecidual em historesina foram utilizados moldes de polietileno (histomold). O material foi mantido em temperatura ambiente, no dessecador, até a polimerização completa dos blocos. Em seguida, as amostras de ambos os órgãos foram seccionadas em cortes de 5 Qm de espessura e coradas com Hematoxilina de Harris e Eosina aquosa.

## **ANÁLISE ATRAVÉS DOS INDICADORES HISTOPATOLÓGICOS**

As alterações identificadas no fígado foram avaliadas semi-quantitativamente de acordo com o protocolo adaptado descrito por Bernet et al. (1999). O Índice Histopatológico do Fígado (IHF) foi calculado para cada peixe, multiplicando o fator de importância pelo valor de ocorrência de cada alteração. O fator de importância tem como premissa os níveis de lesões do tecido: (1) mínima - alteração facilmente reversível; (2) moderada - reversível se o fator de stress for neutralizado; e (3) grave - frequentemente irreversível, levando assim a uma diminuição da função hepática. E o valor de ocorrência, corresponde ao nível e extensão das alterações do tecido, sendo estes: (0) inalterado; (2) ocasional; (4) moderado e (6) grave (lesão difusa). As alterações pela metodologia supracitada são divididas em quatro categorias: (1) perturbações circulatórias (condição patológica do fluxo de sangue e tecido), incluindo hemorragia e aneurisma; (2) alterações regressivas (causa redução ou perda ou a função dos órgãos) que envolvem alteração do citoplasma, esteatose hepática, necrose, e degeneração vacuolar; (3) alterações progressivas (aumento da atividade das células ou tecidos) representadas por hipertrofia e hiperplasia no parênquima hepático; e, (4) inflamação (consequência de outros padrões de reação), tais como infiltração e parasitas.

Os resultados que serão obtidos a partir do IHF é a representação quantitativa levando em consideração o nível e a intensidade das lesões encontradas. Com base nisso, o método recomenda a utilização da frequência das alterações histológicas, calculada a partir da ocorrência de uma alteração dividida pelo IHF total da amostra multiplicado por 100, em todos os peixes e para cada local. (BERNET, SCHMIDT, et al., 1999, ZIMMERLI, BERNET, et al., 2007)

O Índice de Saúde dos Peixes (ISP) (Zimmerli et al., 2007) foi utilizado para classificar a gravidade das lesões hepáticas e, se tem como referência, o produto gerado pelo IHF. Este índice está dividido em cinco classes, como se segue: Classe I (<10), estrutura do tecido normal/saudável sem deficiências ou alterações patológicas; Classe II (11-20), estrutura do tecido normal com ligeiras alterações histológicas; Classe III (21-30), modificações moderadas do tecido normal e morfologia; Classe IV (31-40), alterações histológicas acentuadas; e Classe V (>40), alterações histológicas graves do tecido normal e morfologia. SCHMIDT, et al., 1999, POLEKSIC, MITROVIC-TUTUNDZIC, 1994, ZIMMERLI, BERNET, et al., 2007)

## **ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Para avaliar os dados genotóxicos foi realizada uma análise de variância e teste de Tukey a 95% de confiança. Os dados enzimáticos foram mostrados como média  $\pm$  3 desvio padrão da média (SD). Inicialmente utilizou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, para atestar a normalidade dos dados e, como não houve impedimento para a aplicação de testes paramétricos, foram analisados através do teste ANOVA de uma via com pós teste de Tukey, quando apropriado. Para tratamento estatístico, foi utilizado o software Prism 5.1 (GraphPad, Califórnia, Estados Unidos). Para efeito estatístico, foram considerados significativos os valores que apresentavam  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 2023, foram coletados 113 animais (Tabela 1 e 2). Foram retirados fígado, brânquias e músculo para análises enzimáticas e brânquias e fígado para análises histológicas (CEUA/UFAL - 14/2023). Desde 2021, foi selecionado 4 espécies alvo, o pacu (*Metynnis maculatus*), piau - branco (*Schizodon knerii*), pirambeba (*Serrassalmus brandtti*) e tucunaré (*Cichla monoculus*). Porém este ano, foi coletado mais duas espécies de piau, o preto (*Leporinus piau*) e o três pintas (*Leporinus freiderici*) provavelmente, frutos dos peixamentos promovido pela CODEVASF nos últimos anos.

**Figura 1: Detalhes dos cortes de tecido e armazenamento**



Fonte: Autores, 2023.

Nas tabelas abaixo pode-se identificar um resumo dos animais encontrados da VI expedição. Destaca-se as diferentes espécies de piau coletadas, mostrando o efeito benéfico do peixamento realizado no ano anterior promovido pela CODEVASF. Em 2023, houve um menor número de pacu e tucunaré coletados, além do aumento de pirambeba. Também merece destaque a quantidade de fêmeas ovadas de pirambeba, em 2022 o maior quantitativo de fêmeas ovadas foi encontrado em pacu, talvez esta diferença seja pelo fato de em 2023 a expedição ter acontecido entre os dias 22 e 30 de novembro, enquanto que em 2022 aconteceu entre 04 e 11 de novembro.

**Tabela 1:** Valores globais das espécies coletadas em 2023

<b>Espécies coletadas</b>	<b>Indivíduos</b>	<b>Sexo</b>
Piau três pintas	17	M = 7 F = 9 FO = 1
Piau branco	6	M = 3 F = 3 FO = 0
Piau preto	13	M = 0 F = 7 FO = 6
Pacu	22	M = 0 F = 16 FO = 6
Pirambeba	43	M = 19 F = 11 FO = 13
Tucunaré	12	M = 4 F = 7 FO = 1
<b>Total</b>	<b>113</b>	

Onde: M= macho; F = fêmea; FO = fêmea ovada

Fonte: Autores, 2024.

**Tabela 2:** Espécies capturadas durante a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco.

<b>PONTO DE COLETA: PÃO DE AÇÚCAR - AL</b>		<b>Data: 23/11/2023</b>				
<b>VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS</b>						
<b>Id. Ponto</b>	<b>Espécie (comum/científico)</b>	<b>CTO (cm)</b>	<b>CPA (cm)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>SEXO</b>	<b>Peso do fígado (g)</b>
PA-25	PACU	13,5	28,5	55	F	–
PA-26	PACU	14	22,5	70	F	–
PA-27	PACU	14	20	45	F	0,7
PA-28	PIRAMBEBA	26	14,4	335	F	4,8
PA-29	PACU	14	13,2	55	F	0,8
PA-30	TUCUNARÉ	29	13,5	260	M	1,5
PA-31	PIRAMBEBA	23,5	12,8	260	F	2,7
PA-32	TUCUNARÉ	27	23,5	260	F	1,4
PA-33	PACU	14,5	16	55	F	1,1
PA-34	PIRAMBEBA	26	15	385	M	3,7
PA-35	PIRAMBEBA	26,5	14	420	M	4,4
PA-36	PIRAMBEBA	25	24	310	F	3,4
PA-37	PACU	15	21,5	100	F	1
PA-38	PIRAMBEBA	24,5	22	215	F.O	4
PA-39	PIRAMBEBA	24	22	225	F.O	3,1

<b>PONTO DE COLETA: TRAIPIÚ - AL</b>		<b>Data: 24/11/2023</b>				
<b>VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS</b>						
<b>Id. Ponto</b>	<b>Espécie (comum/científico)</b>	<b>CTO (cm)</b>	<b>CPA (cm)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>SEXO</b>	<b>Peso do fígado (g)</b>
TR-40	PACU	15	13,5	85	F.O	0,5
TR-41	PIRAMBEBA	18	16,5	100	M	0,8
TR-42	PIAU PRETO	34	32,5	435	F.O	4,7
TR-43	PIAU PRETO	27	26	295	F.O	4,2
TR-44	PIAU PRETO	33	31	370	F.O	3,5
TR-45	PIAU PRETO	34	31,5	410	F.O	3,7
TR-46	PIAU PRETO	30,5	28,5	355	F.O	3,2
TR-47	PIRAMBEBA	22,5	20	240	M	1,3
TR-48	PIRAMBEBA	24	21,5	280	F.O	3
TR-49	PIRAMBEBA	24	22,5	300	F.O	3,7
TR-50	PIRAMBEBA	25	23	245	F.O	2,8
TR-51	PIRAMBEBA	22	18,5	160	M	0,5
TR-52	PIRAMBEBA	21,5	19,5	205	F.O	2,8

<b>PONTO DE COLETA: SÃO BRÁS - AL</b>		<b>Data: 25/11/2023</b>				
<b>VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS</b>						
<b>Id. Ponto</b>	<b>Espécie (comum/científico)</b>	<b>CTO (cm)</b>	<b>CPA (cm)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>SEXO</b>	<b>Peso do fígado (g)</b>
SB-53	PIRAMBEBA	22,5	21	220	M	1,9
SB-54	PIRAMBEBA	23	21	185	F	1,5
SB-55	PIRAMBEBA	21,5	19,5	160	M	1,1
SB-56	TUCUNARÉ	28	25	285	F	3,1
SB-57	PIRAMBEBA	23	20,5	285	M	2,5
SB-58	PIRAMBEBA	24,5	22,5	290	M	2,3
SB-59	PIRAMBEBA	21	19	135	F.O	2
SB-60	PIRAMBEBA	21,5	19,5	205	M	1
SB-61	PIAU 3 PINTAS	26	23,5	315	F	3
SB-62	PIAU BRANCO	30	27,5	310	F	2,2
SB-63	PIAU BRANCO	26	23,4	290	M	3,3
SB-64	PIAU 3 PINTAS	30	27	340	F	4,1
SB-65	TUCUNARÉ	25,5	22,5	225	F.O	2
<b>PONTO DE COLETA: PROPRIÁ - SE</b>		<b>Data: 26/11/2023</b>				
<b>VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS</b>						
<b>Id. Ponto</b>	<b>Espécie (comum/científico)</b>	<b>CTO (cm)</b>	<b>CPA (cm)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>SEXO</b>	<b>Peso do fígado (g)</b>
PR-66	TUCUNARÉ	33,5	30	490	F	3,5
PR-67	PIAU 3 PINTAS	21,5	19,5	110	F	1,1
PR-68	PACU	14	12	80	F	0,9
PR-69	PACU	14	12	60	F	0,8
PR-70	PACU	14	12	60	F	1
PR-71	PIAU PRETO	24,5	22	285	F	1,9
PR-72	PIAU 3 PINTAS	20,5	25,5	240	F	4,4
PR-73	PIAU BRANCO	28	24,5	360	F	3,1
PR-74	PIAU BRANCO	33,5	30,5	510	F	10,6
PR-75	PACU	30	26,5	335	F	3,3
PR-76	PIRAMBEBA	24	22,5	190	M	1,6
PR-77	PIRAMBEBA	24	22,5	330	F.O	3,5
PR-78	PIRAMBEBA	22,5	20,5	275	F.O	3,6
PR-79	PIRAMBEBA	24	22,5	240	M	2,3

<b>PR-80</b>	PIRAMBEBA	21	19	190	M	0,9
<b>PR-81</b>	PIAU BRANCO	34	30	520	M	4,6
<b>PR-82</b>	PIRAMBEBA	22,5	20,5	220	M	1,3

**PONTO DE COLETA:**  
**PENEDO - AL**

**Data: 28/11/2023**

**VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS**

<b>Id. Ponto</b>	<b>Espécie (comum/científico)</b>	<b>CTO (cm)</b>	<b>CPA (cm)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>SEXO</b>	<b>Peso do fígado (g)</b>
<b>PE-83</b>	PIAU 3 PINTAS	23,5	20,5	215	M	1,6
<b>PE-84</b>	PACU	14	12	65	F.O	0,7
<b>PE-85</b>	PACU	14	12	65	F.O	1,3
<b>PE-86</b>	PIRAMBEBA	22	20	205	M	1,8
<b>PE-87</b>	PIAU 3 PINTAS	29	26	425	F.O	4,8
<b>PE-88</b>	PIAU 3 PINTAS	27	23,5	240	M	2,4
<b>PE-89</b>	PIAU 3 PINTAS	26	23	300	M	4,2
<b>PE-90</b>	TUCUNARÉ	32,5	29,5	435	F	3,2
<b>PE-91</b>	PIAU 3 PINTAS	25	23	235	M	2,9
<b>PE-92</b>	PIAU 3 PINTAS	25	22	270	M	2
<b>PE-93</b>	PIAU 3 PINTAS	25	23,5	315	F	2,7
<b>PE-94</b>	PACU	13,5	12	70	F.O	0,8
<b>PE-95</b>	PIRAMBEBA	24	22	200	M	2,6

**PONTO DE COLETA:**  
**PIAÇABUÇU - AL**

**Data: 29/11/2023**

**VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS**

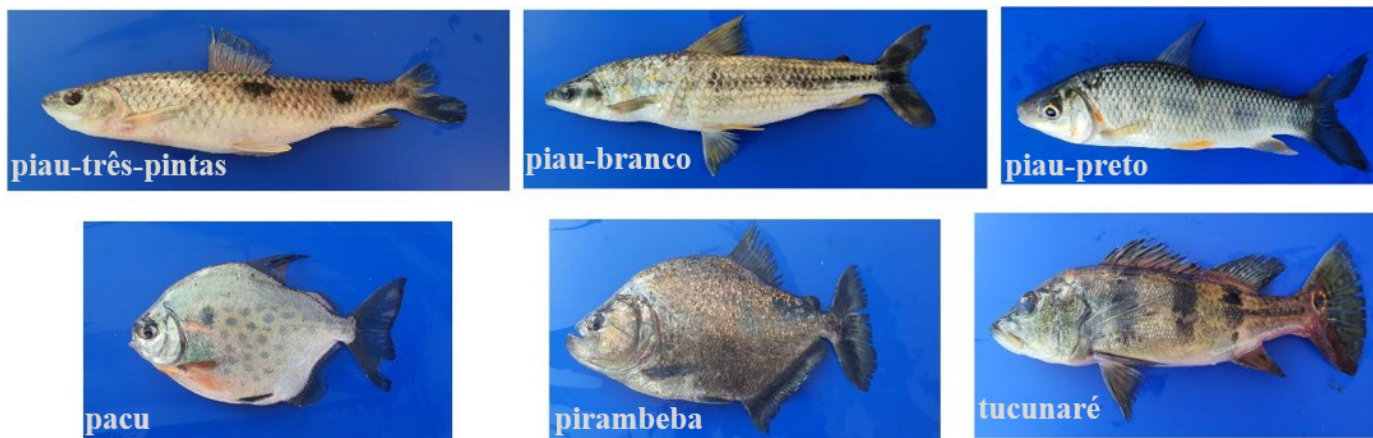
<b>Id. Ponto</b>	<b>Espécie (comum/científico)</b>	<b>CTO (cm)</b>	<b>CPA (cm)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>SEXO</b>	<b>Peso do fígado (g)</b>
<b>PU-96</b>	TUCUNARÉ	32	28,5	225	F	1,4
<b>PU-97</b>	TUCUNARÉ	27,5	24,5	210	F	1,7
<b>PU-98</b>	PIAU BRANCO	29	25,5	235	M	3,8
<b>PU-99</b>	PIAU 3 PINTAS	29,5	25,5	415	F	4,2
<b>PU-100</b>	PIAU 3 PINTAS	28	24,5	210	M	2,8
<b>PU-101</b>	TUCUNARÉ	25	22,5	250	M	1,6
<b>PU-102</b>	PIRAMBEBA	26,6	24	455	F	4,2
<b>PU-103</b>	TUCUNARÉ	27	23,5	205	F	2,2
<b>PU-104</b>	PIAU 3 PINTAS	25	23,5	265	M	3,6
<b>PU-105</b>	PIRAMBEBA	22	20	190	F.O	2,5
<b>PU-106</b>	PIRAMBEBA	21,5	20	135	M	1,3

PU-107	PACU	14	11,5	60	F.O	0,7
PU-108	TUCUNARÉ	30	25,5	260	M	1,9
PU-109	TUCUNARÉ	25	21,5	200	M	1,4
PU-110	PIRAMBEBA	27	24,5	300	M	1,8
PU-111	PIRAMBEBA	27	24	265	M	2,7
PU-112	PIRAMBEBA	24	22,5	260	F.O	2,8
PU-113	PIRAMBEBA	26	24	345	F.O	3,9

Onde: CTO = comprimento total; CPA = comprimento padrão

Fonte: Autores, 2024.

**Figura 2: Espécies de peixes coletadas na expedição.**



Fonte: Autores, 2024.

## BIOMARCADORES DE ESTRESSE OXIDATIVO

Os biomarcadores bioquímicos mais intensamente estudados são as enzimas envolvidas no processo de detoxificação de xenobióticos e seus metabólitos (KAUR, JINDAL, 2017). Além destas, estão as que atuam remediando as espécies reativas de oxigênio (ROS) geradas pelo metabolismo aeróbico e que não são adequadamente neutralizadas pelos sistemas antioxidantes endógenos (SHI, XIONG, et al., 2022). Portanto, parâmetros enzimáticos e antioxidantes, além dos índices de estresse oxidativo são considerados potenciais biomarcadores e são frequentemente utilizados como ferramentas de triagem para avaliar os impactos do estresse ambiental (FAHEEM, PARVEZ LONE, et al., 2018)

Para avaliar os parâmetros bioquímicos em peixes, é necessária mensurar a qualidade da água e, em comparação ao ano de 2022, 2023 apresentou valores médios de OD, pH, salinidade, TDS, turbidez, condutividade e ORP menores, com ligeiro aumento de temperatura na água. Outros marcadores abióticos também foram mensurados e pode ser visto detalhadamente no capítulo sobre a qualidade da água. Mas como os biomarcadores refletem esta qualidade, neste texto, vale destacar que em 2023, os valores de amônia foram maiores do que o ano anterior, com exceção da cidade de Traipu, Igreja Nova e Piaçabuçu. Os valores de nitrito foram menores do que o ano anterior, com exceção da cidade de Piranhas. Em 2023, os valores de potássio foram menores do que o ano anterior. Os valores de sulfato foram maiores, com exceção de Piranhas, que em 2022 apresentou alto índice deste marcador. O nitrato apresentou pouca variação assim como o ferro. Vale destacar o aumento de concentração de cobre de Piranhas até a cidade de São Brás, do zinco nas cidades de Pão de Açúcar e Traipu e do Fósforo em Pão de açúcar.

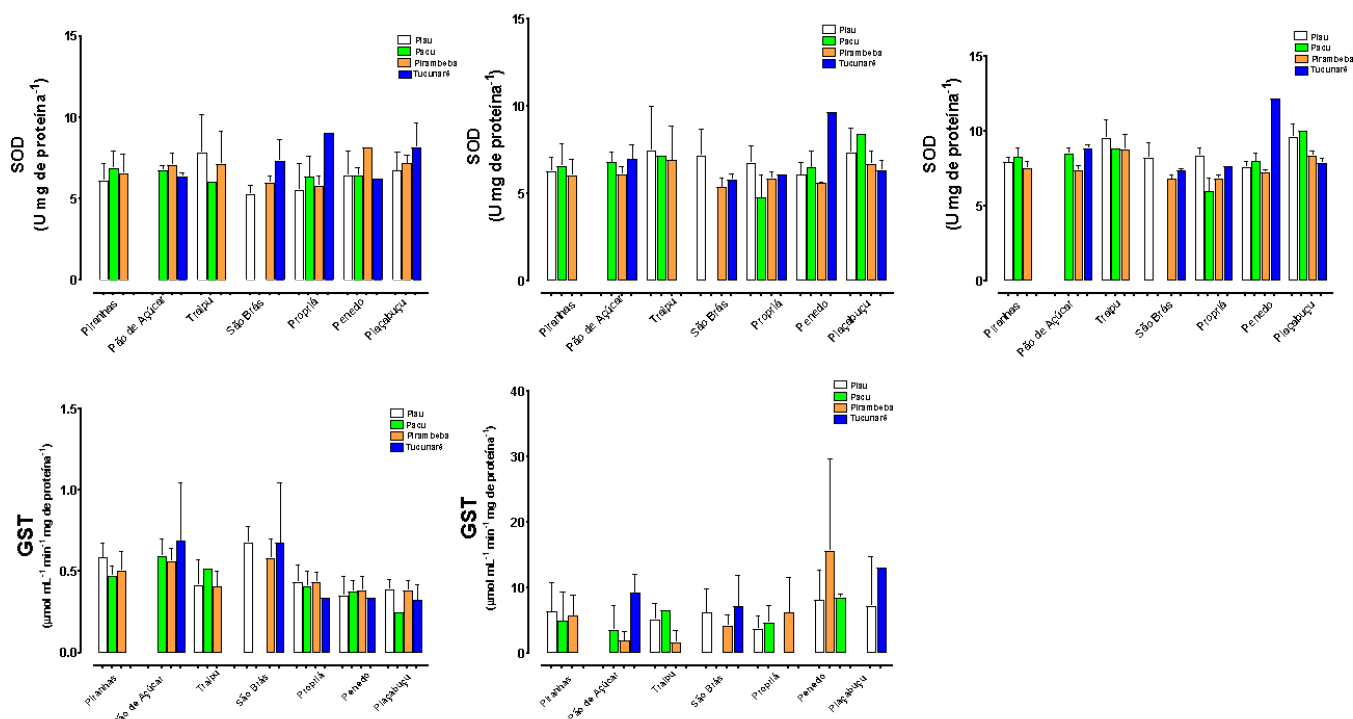
Todos estes parâmetros, podem modular a resposta de enzimas antioxidantes e, como pode ser visto na figura 5, os valores de SOD em brânquias, fígado e músculo no ano de 2023. Quando comparado ao ano de 2022, pode-se observar um aumento

significativo da atividade desta enzima em todos os tecidos investigados.

Quando avaliamos a espécie por cidade de coleta, pode-se observar que não houve diferença significativa, com exceção da atividade da SOD em fígado e músculo dos tucunarés coletados na cidade de Penedo, que foi maior.

Pode-se observar também que a atividade da GST em brânquias tende a diminuir no sentido à foz, enquanto que a GST em fígado tende a aumentar. O que precisa ser melhor investigado.

**Figura 3:** Atividade das enzimas antioxidantes da superóxido dismutase (SOD) e glutatona S-transferase (GST) em brânquias, fígado e músculo.



Fonte: Autores, 2023.

Avaliação da atividade da enzima antioxidante da superóxido dismutase (SOD) e da glutatona S-transferase (GST) em brânquias, fígado e músculo de piau (barra branca), pacu (barra verde), pirambeba (barra laranja) e tucunaré (barra azul), coletados durante a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco. A atividade de SOD nos tecidos foi expressa em unidade de SOD por miligramas de proteína. A atividade da glutatona S-transferase foi expressa pela taxa de aumento da absorbância da formação do conjugado GS-DNB, em Qmol por minuto por miligramas de proteína. Os dados estão plotados em média 3 desvio padrão. Os resultados foram analisados por ANOVA de uma via seguido do pós-teste de Tukey.

## BIOMARCADORES HISTOPATOLÓGICOS

Na análise histopatológica foi analisado o fígado de 90 animais. Todos as amostras analisadas apresentaram algum tipo de lesão, variando de leve a grave a intensidade, sendo identificadas dez alterações histopatológicas (Tabela 3).

A utilização do fígado como um importante biomarcador de contaminação da água já vem sendo amplamente estudada, por desempenhar funções essenciais do corpo, incluindo a regulação do metabolismo, a síntese de proteínas plasmáticas, o armazenamento de energia de certas vitaminas e minerais e a desintoxicação de xenobióticos. Dentre outros órgãos preconizados na análise histopatológica, o fígado representa um órgão-alvo devido ao grande suprimento sanguíneo, contribuindo na exposição e acúmulo de substâncias tóxicas e distúrbios metabólicos (Au, 2004).

O Índice de Alteração Histopatológica do Fígado (IHF) apresentou valores absolutos entre 5,33 e 58,60, sendo o maior índice observado na cidade de São Brás no Piau 3 pintas. Com relação a severidade das lesões, pode-se observar na figura 4 uma maior severidade de lesões encontradas nessa cidade. Com base nos valores do IHF, podemos classificar o estado de saúde dos peixes por meio das alterações histopatológicas listadas na Tabela 3, segundo Zimmerli et al. (2007).

Tabela 3: Classificação das alterações histopatológicas nas brânquias e do fígado em relação ao tipo, localização e estágio das lesões, em que ocorrem. Modificado de Poleksić e Mitrovic - Tutundzic (1994) para brânquias (estágio) e Bernet et al. (1999) para fígado (fator de importância).

<b>Brânquias /fígado histopatologia</b>	<b>Estágio/ Fator de importância</b>
<b>Hipertrofia e hiperplasia do epitélio branquial</b>	
Deslocamento do tecido epitelial	I
Hiperplasia Lamelar	I
Hiperplasia no epitélio lamelar	I
Hiperplasia focal das células epiteliais	I
Infiltração de leucócitos no epitélio branquial	I
Fusão incompleta de algumas lamelas	I
Fusão completa de todas as lamelas	II
Ruptura do epitélio lamelar	II
Necrose	III
<b>Alterações nas células mucosa</b>	
Hipertrofia e hiperplasia das células mucosas	I
<b>Alterações no vasos sanguíneos</b>	
Congestão dos vasos sanguíneos	II
Trombus	II
Aneurisma Lamelar	II
<b>Alterações no hepatócitos</b>	
Granulomas	I
Paréquima hepático	I
Centro Melanomacrofago	I
Vacuolar degeneração	III
Necrose	III
Alteração no ducto biliar	I
Infiltração de leucócitos	II
<b>Alterações no vasos sanguíneos</b>	
Congestão sanguínea	I

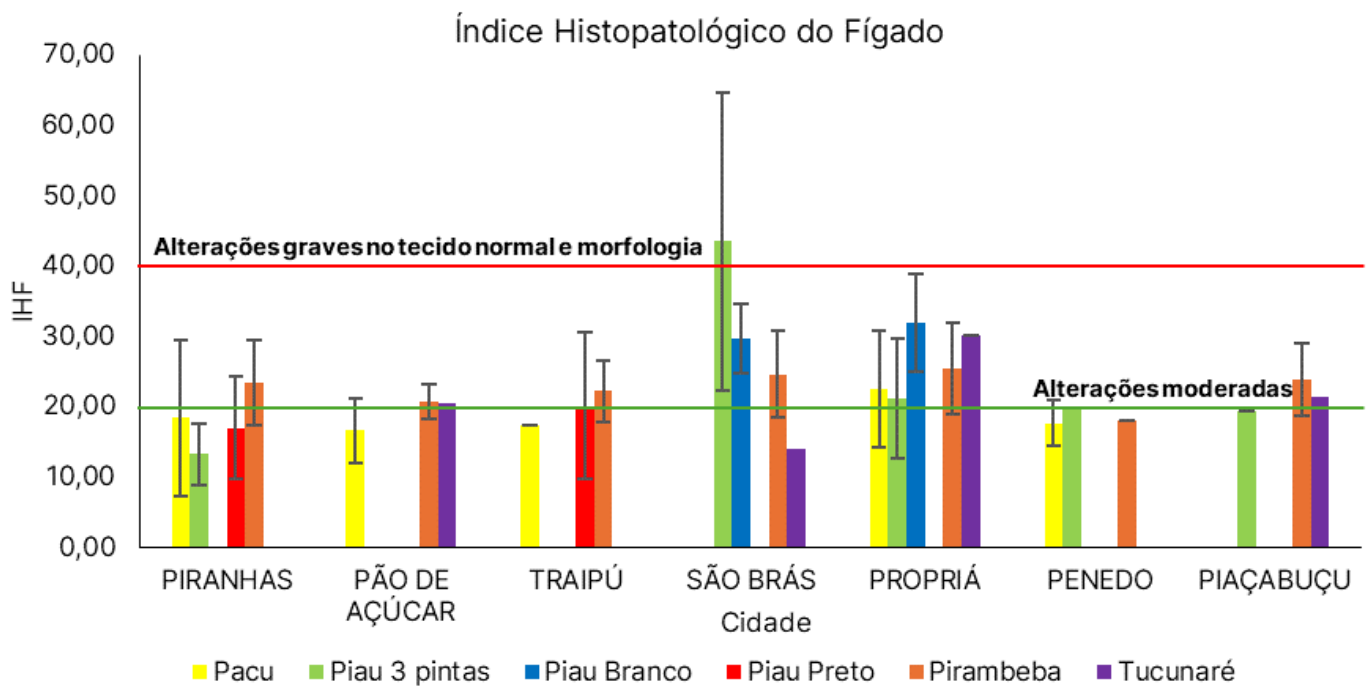
Fonte: Autores, 2024.

Através do gráfico do Índice de Alteração Histopatológica do Fígado (IHF), podemos observar a Classe III, em que são identificadas as modificações moderadas no tecido normal. Nessa classe encontramos a grande maioria das amostras analisadas, onde podemos observar na pirambeba (Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Propriá e Piaçabuçu), tucunaré (Pão de Açúcar, Propriá e Piaçabuçu), pacu (Propriá), piau preto (Traipu), piau três pintas (Propriá), piau branco (São Brás). Na Classe IV ( $31 > IHF < 40$ ), os peixes começam a apresentar alterações mais acentuadas, e dentro dessa classe, uma única espécie foi acometida, que foi o Piau branco (Propriá).

O piau três pintas (São Brás) foi a única espécie que apresentou alterações histológicas graves, podendo interferir na funcionalidade do órgão de maneira irreversível, estando enquadrada dentro da classe V ( $IHF > 40$ ). Com o resultado obtido, é possível que as espécies piau branco e piau três pintas representem às mais suscetíveis aos impactos antrópicos localizadas nos municípios onde se realizaram as coletas.

#### **Figura 4: Índice Histopatológico do Fígado**





**Gráfico ilustrativo do índice histopatológico em fígado- IHF. Dados estão demonstrados em média 3 desvio padrão da média. As espécies estão agrupadas por município durante a VI expedição científica do Baixo São Francisco.**

Fonte: Autores, 2023.

Como destacado anteriormente, foi detectado um aumento de concentração de cobre de Piranhas até a cidade de São Brás, do Zinco nas cidades de Pão de Açúcar e Traipu e do Fósforo em Pão de açúcar. Níveis elevados de cobre são bem relatados na literatura como potencializadores de alterações histopatológicas no fígado (ZHANG et al., 2022), principalmente quando associados a um baixo nível de oxigênio dissolvido na água. Dentre as lesões mais frequentes, podemos citar muitas das lesões que foram identificadas nos animais analisados.

A frequência da ocorrência das lesões histopatológicas (Figura 5) pode nos fornecer dados importantes sobre os tipos de lesões encontradas, uma vez que o índice pode não se apresentar alto em determinadas amostras, mas a ocorrência de lesões mais graves pode gerar um comprometimento maior do órgão nesses animais, como é o exemplo da alta ocorrência de necrose (BERNET et al., 1999). O mecanismo de ação de vários xenobióticos pode causar alterações no metabolismo, levando ainda à intoxicação e morte celular, que a nível celular se manifesta como necrose, ou seja, tal lesão pode ser considerada um biomarcador histopatológico a nível tecidual (VELKOVA, 2002). Entre as amostras analisadas, ainda que com o IHF baixo, algumas espécies apresentaram necrose, como o caso do pacu (Piranhas, Pão de Açúcar e Penedo), a pirambeba (Piranhas, Pão de Açúcar, Traipú, São Brás, Propriá e Penedo), o tucunaré (Pão de Açúcar e Propriá), piau preto (Piranhas), e para as duas espécies que se enquadraram no IHF na classe IV e V (piau branco e piau três pintas, respectivamente, a presença de necrose foi observada nos municípios de São Brás (piau branco), e Piranhas e Propriá (piau três pintas), onde seus índices estavam  $IHF < 31$ .

As lesões que apresentaram uma maior frequência nas amostras analisadas foram infiltração e congestão. Tais lesões já foram reportadas em estudo histopatológico de fígado de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em ambientes poluídos (ABDEL-MONEIM et al., 2012), onde encontraram alterações sob a forma de hiperemia, um distúrbio da circulação sanguínea caracterizado por congestão, algumas áreas hepáticas com necrose focal e infiltração grave de leucócitos.

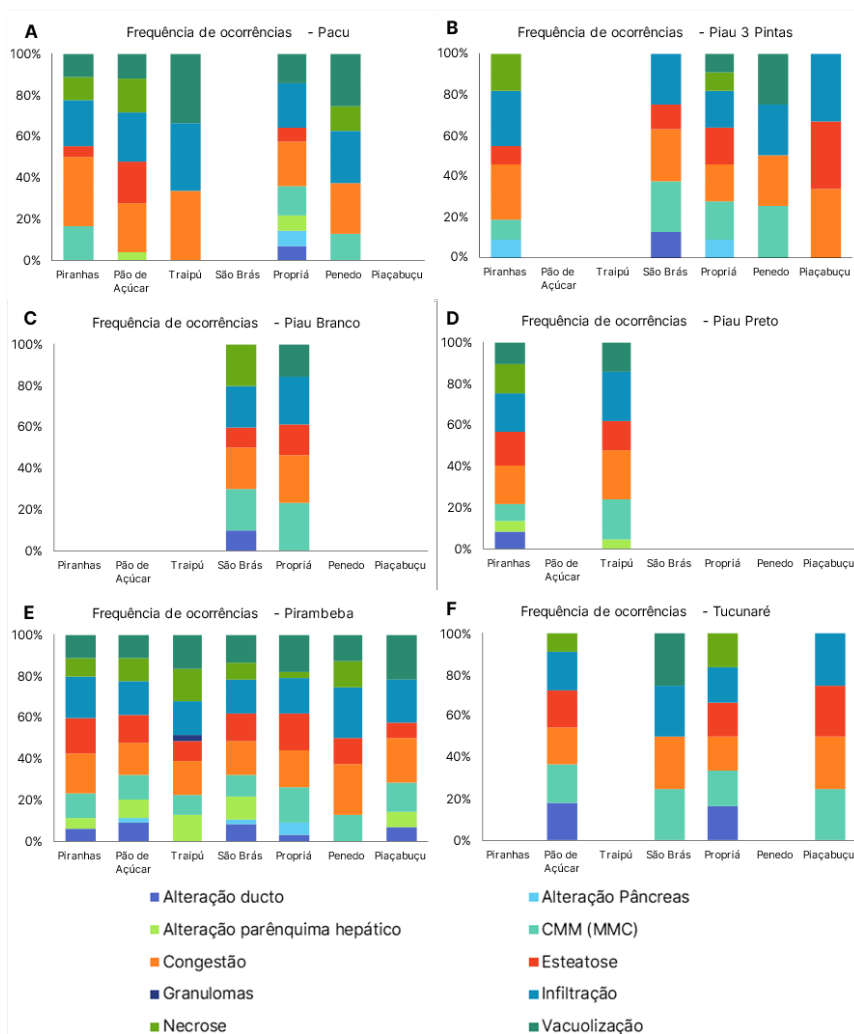
A vacuolização citoplasmática também é bem apontada nos estudos de biomarcadores histopatológico no fígado. A lesão foi observada em todas as espécies

analisadas: pirambeba (em todos os municípios), pacu (Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, Propriá e Penedo), tucunaré (São Brás), piau preto (Piranhas e Traipu), piau três pintas (Propriá e Penedo) e piau branco (Propriá). Em uma pesquisa em águas com água aumento na condutividade elétrica, alcalinidade total, nitratos, fósforo, cloreto e potássio, foi associada a tais características, a poluição com resíduos orgânicos e deterioração do oxigênio dissolvido (FATHI & AL-KAHTANI, 2009). Na ocasião, a vacuolização dos hepatócitos foi a mais comum das patologias hepáticas. Neste tipo de distúrbio, vários vacúolos aparecem no citoplasma celular, e posteriormente se fundem para formar um grande vacúolo. O citoplasma e o núcleo são forçados para a periferia da célula. A vacuolização dos hepatócitos pode indicar um desequilíbrio entre a taxa de síntese de substâncias nas células parenquimatosas e a taxa de sua liberação no sistema circulatório (REDDY, 2012).

Os Centros Melanomacrófagos (CMM) foram observados em todos os municípios, enquanto que a presença de granulomas só foi observada em Traipu (em pirambeba), sendo tais lesões consideradas respostas inflamatórias e/ou mecanismo de defesa dos animais mediante agentes poluidores presentes na região, com extensão e severidade variando conforme o comportamento individual de cada organismo (BERNET et al., 1999) A presença de centros melanomacrófagos no fígado de peixes são indicadores de condições ambientais, assim como estão envolvidos na biotransformação xenobiótica (VIANA et al., 2021).

Alterações no ducto biliar estiverem presentes nos municípios de Piranhas, Pão de Açúcar, São Brás e Propriá, e a esteatose hepática foi observada em todos os municípios, porém em uma frequência maior em pirambeba.

**Figura 5:** Frequência de ocorrência das espécies analisadas por município amostrado na VI expedição científica do Baixo São Francisco.



Fonte: Autores, 2024.

Gráficos ilustrativos sobre a frequência de ocorrência em (A) porcentagens encontradas em Pacu; (B) porcentagens encontradas em Piau três pintas; (C) porcentagens encontradas em Piau branco; (D) porcentagens encontradas em Piau preto; (E) porcentagens encontradas em Pirambeba; (F) porcentagens encontradas em Tucunaré. A ocorrência de cada lesão está sinalizada através da cor correspondente que se encontra abaixo de cada gráfico.

## CONCLUSÃO

A utilização de biomarcadores, quer sejam histopatológico e/ou antioxidantes, permitiram uma avaliação mais complexa sobre os impactos os quais as espécies estudadas estão submetidas nos municípios margeados no baixo São Francisco. Mediante às inúmeras fontes de contaminação disponíveis nas áreas de estudo, foi possível identificar os efeitos nos organismos, através das respostas fisiológicas mensuradas pelos marcadores. A SOD apresentou valores similares em todos os pontos das diversas espécies, com exceção do tucunaré na cidade de penedo. A GST em brânquias apresentou forma sinusoidal e em fígado uma tendencia de aumento no sentido da foz, o que será melhor investigado.

De acordo com os dados obtidos com a análise histopatológica, pode ser observada uma frequência de lesões mais graves nas regiões que englobam de Piranhas à Propriá, com índices histopatológicos do fígado maiores no piau branco e piau três pintas, porém a presença de necrose em outras espécies merece atenção, com destaque para a pirambeba, pacu e tucunaré, que apresentaram os maiores graus de necrose. Tendo em vista que as alterações histopatológicas identificadas no fígado não correspondem a uma fonte específica, além dos índices encontrados nas enzimas antioxidantes é necessário levar em consideração os níveis de metais traço, bem como a descarga antrópica de agentes poluentes, aliados aos baixos níveis de oxigênio dissolvido, que torna perigosa a presença de tais compostos para os peixes no ambiente aquático.

## REFERÊNCIAS

ABDEL-MONEIM, A. M.; AL-KAHTANI, M. A.; ELMENSHAWY, O. M. Histopathological biomarkers in gills and liver of *Oreochromis niloticus* from polluted wetland environments, Saudi Arabia. *Chemosphere*, 88, 1028-1035, 2012.

AU, D.W.T. The application of histo and cytopathological biomarkers in marine pollution K.M. Gilmour, 1996. Physiological responses of monitoring: a review. *Marine Pollution Bulletin*, rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to prolonged exposure to soft water. 48: 817-834. 16. Cotran, R.S., V. Kumar and S.L. Robbins, 1994. *Zool.*, 69: 1419-1441, 2004.

BERNET, D., SCHMIDT, H., MEIER, W., et al. "Histopathology in fish: proposal for a protocol to assess aquatic pollution", *Journal of Fish Diseases*, v. 22, n. 1, p. 25-34, 1 jan. 1999. DOI: 10.1046/J.1365-2761.1999.00134.X. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-2761.1999.00134.x>. Acesso em: 18 maio 2023.

BUEGE, J. A., AUST, S. D. "Microsomal lipid peroxidation", *Methods in enzymology*, v. 52, n. C, p. 302-310, 1 jan. 1978. DOI: 10.1016/S0076-6879(78)52032-6. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/672633/>. Acesso em: 9 mar. 2022.

DIETERICH, S., BIELIGK, U., BEULICH, K., et al. "Gene Expression of Antioxidative Enzymes in the Human Heart", *Circulation*, v. 101, n. 1, p. 33-39, 4 jan. 2000. DOI: 10.1161/01.CIR.101.1.33. Disponível em: <http://www.circulationaha.org>. Acesso em: 6 abr. 2021.

FATHI, A. A., AL-KAHTANI, M. Water quality and planktonic communities in Al-Khadoud spring, Al-Hassa, Saudi Arabia. *Am. J. Environ. Sci.*, 5, 434-443, 2009.

HABIG, W. H., PABST, M. J., JAKOBY, W. B. "Glutathione S-Transferases THE FIRST ENZYMATIC STEP IN MERCAPTURIC ACID FORMATION", *The Journal of biological chemistry*, v. 249, n. 22, p. 7130-7139, 1974. DOI: 10.1016/S0021-9258(19)42083-8.

JENTZSCH, A. M., BACHMANN, H., FURST, P., et al. "Improved analysis of malondialdehyde in human body fluids", *Free Radical Biology and Medicine*, v. 20, n. 2, p. 251-256, 1996. DOI: 10.1002/ajpa.21646. Disponível em: <Go to ISI>://A1996TN60000010.

MONTAGNER, C. C., VIDAL, C., ACAYABA, R. D. "CONTAMINANTES EMERGENTES EM MATRIZES AQUÁTICAS DO BRASIL: CENÁRIO ATUAL E ASPECTOS ANALÍTICOS, ECOTOXICOLÓGICOS E REGULATÓRIOS", *Quim. Nova*, v. 40, n. 9, p. 1094-1110, 2017. DOI: 10.21577/0100-4042.20170091. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170091>. Acesso em: 22 maio 2023.

NELSON, D. P., KIESOW, L. A. "Enthalpy of decomposition of hydrogen peroxide by catalase at 25 degrees C (with molar extinction coefficients of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> solutions in the UV).", *Analytical biochemistry*, v. 49, n. 2, p. 474-478, 1972.

POLEKSIC, V., MITROVIC-TUTUNDZIC, V. "Fish gills as a monitor of sublethal and chronic effects of pollution", *Sublethal and Chronic Effects of Pollutants on Freshwater Fish*, n. August, p. 339-352, 1994.

REDDY, P. B. Histopathological studies as potential and direct biomarkers of pollution. *Trends in life sciences*, Vol. 1 No. 1, 2012.

SAGLAM, D., ATLI, G., DOGAN, Z., et al. "Response of the antioxidant system of freshwater fish (*Oreochromis niloticus*) exposed to metals (Cd, Cu) in differing hardness", *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 14, n. 1, p. 43-52, 2014. DOI: 10.4194/1303-2712-v14\_1\_06.

VELKOVA J. L. Histopathological and molecular-diagnosical study of the hepatic capillary in black barbel (*Barbus meridionalis petenyi* Heck.) in Lake Ohrid. MSc Thesis, Univ. St. Cyril and Methodius, Skopje, R. Macedonia (in Macedonian), 2002.

VIANA, H. C.; JESUS, W. B.; SILVA, S. K. L.; JORGE, M. B.; SANTOS, D. M. S.; CARVALHO NETA, R. N. F. Aggregation of hepatic melanomacrophage centers in *S. herzbergii* (Pisces, Ariidae) as indicators of environmental change and well-being. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.73, n.4, p.868-876, 2021.

YANG, C., LIM, W., SONG, G. "Mediation of oxidative stress toxicity induced by pyrethroid pesticides in fish", *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C*, v. 234, n. February, p. 108758, 1 ago. 2020. DOI: 10.1016/j.cbpc.2020.108758. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2020.108758>. Acesso em: 21 fev. 2022.

ZHANG, L., WANG, X., CUETO, R., et al. Biochemical basis and metabolic interplay of redox regulation. *Redox Biology*. [S.l.], Elsevier B.V., 1 set. 2019.

ZHANG, L.; YANG, Z.; YANG, M.; YANG, F.; WANG, G.; LIU, D.; LI, X.; YANG, L.; WANG, Z. Copper-induced oxidative stress, transcriptome changes, intestinal microbiota, and histopathology of common carp (*Cyprinus carpio*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 246, 114136, 2022.

ZIMMERLI, S., BERNET, D., BURKHARDT-HOLM, P., et al. "Assessment of fish health status in four Swiss rivers showing a decline of brown trout catches", *Aquatic Sciences*, v. 69, n. 1, p. 11-25, 2007. DOI: 10.1007/s00027-006-0844-3.

# 7. INVESTIGAÇÃO DE SALMONELLA SPP E BOLORES EM PESCADOS COMERCIALIZADOS EM FEIRAS LIVRES DO BAIXO SÃO FRANCISCO

Área de conhecimento: Microbiologia do pescado.

Julieta de Fátima Xavier da Silva<sup>1</sup>  
Ana Paula de Almeida Portela da Silva<sup>1</sup>  
Abraão José da Silva Júnior<sup>2</sup>  
Renata Correia Barros<sup>3</sup>  
Hyago Magno Ramos<sup>4</sup>  
Hygor Maycon Ramos<sup>4</sup>

## INTRODUÇÃO

O presente estudo teve como objetivo verificar a ocorrência de *Salmonella* spp e bolores em pescados comercializados em feiras livres e/ou mercados públicos de oito Municípios do Baixo São Francisco. Foram coletadas amostras de tilápia (*Oreochromis niloticus*), camarão marinho fresco (*Litopenaeus vannamei*, *Litopenaeus schmitti*) e *Xiphopenaeus kroyeri* salgado e cozido, e transportados em sacos plásticos estéreis, acondicionados em caixa isotérmica com gelo, para processamento no Laboratório de Tecnologia do Pescado (LATEPE) e no Laboratório de Diversidade Microbiana (LABDIMI)/UFAL. Posteriormente, as amostras foram inoculadas em placas CompactDry *Salmonella* spp, incubadas a 42°C, por 24 h, para análise de bactérias; o Ágar Sabouraud Dextrose (SDA-Himedia®), foi utilizado para detectar bolores, incubados a 25 ± 3°C, por até 12 dias. Foi identificada a presença de *Salmonella* spp em todas as amostras de pescado, estando em não conformidade com a legislação vigente (IN 161/2022) que determina ausência de *Salmonella* spp em 25 g de amostra. *Salmonella* spp. é uma bactéria responsável por uma grave infecção alimentar que pode ser inserida na cadeia do pescado por meio de manipulação e higiene imprópria ou por contato do pescado com águas contaminadas. Em todas as amostras houve crescimento fúngico, exceto nas amostras dos municípios de Propriá, Pão de Açúcar e Piranhas. Deve-se buscar um avanço na qualidade dos produtos comercializados nas feiras livres, passando pelo treinamento constante em boas práticas de manipulação do pescado para feirantes, bem como a adoção de instalações adequadas para a comercialização do pescado e fiscalização pelos órgãos competentes.

**Palavras-chave:** Microbiologia; peixe; camarão; segurança do alimento.

1 Docentes do curso de Engenharia de Pesca/ UFAL/ Campus Arapiraca/ Unidade Educacional Penedo, Av. Beira Rio, s/n, Centro Histórico, CEP: 57200-000

2 Biólogo da UFAL/ Campus Arapiraca/ Unidade Educacional Penedo.

3 Graduanda em Engenharia de Pesca da UFAL/Campus Arapiraca/ Unidade Educacional Penedo

4 Graduandos em Licenciatura em Ciências Biológicas da UFAL/Campus Arapiraca/ Unidade Educacional Penedo.

## INTRODUÇÃO

O pescado é uma alternativa saudável enquanto alimento proteico, possuindo aminoácidos essenciais e ácidos graxos poli-insaturados; baixo teor de gordura, e fonte de minerais, principalmente cálcio e fósforo, vitaminas A, D e complexo B (Evangelista-Barreto et al., 2017).

O consumo per capita de pescado no Brasil subiu de 10 para 14 kg por ano, de acordo com dados da FAO em 2018. Entretanto, o desenvolvimento da cadeia do pescado pode ser acometido por problemas sanitários, causados por bactérias e fungos, decorrendo em prejuízos à saúde humana. O comércio informal do pescado gera diversas preocupações, pois tanto comerciantes quanto consumidores, muitas vezes, não conhecem os cuidados para higienização e conservação dos alimentos e os possíveis riscos de doenças relacionadas à proliferação de microrganismos (Oliveira, et al., 2019).

Dentre as doenças vinculadas ao consumo de pescado, destaca-se a salmonelose. As salmonelas são bactérias da família Enterobacteriaceae, frequentemente patogênicas para humanos, pois, são parasitas intestinais e patógenos intracelulares. No Brasil, a *Salmonella* spp representou 17% dos surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's) de 2009 a 2019 (Amaral et al., 2021). A legislação brasileira, INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 161, DE 01 DE JULHO DE 2022, determina ausência de *Salmonella*/25g, para diferentes categorias de pescado (BRASIL, 2022).

Assim como as bactérias, os fungos causam deterioração e até mesmo enfermidades, pois podem propiciar alterações no odor e sabor dos alimentos, causando diferentes graus de deterioração através de uma contaminação cruzada, acarretando perigo a saúde humana principalmente, pela produção de micotoxinas (Oliveira et al., 2019). Micotoxinas são metabólitos secundários com diferenciadas estruturas químicas e propriedade biológica; podem estar bioacumuladas no pescado e causar efeitos diretos no animal e indiretos, no consumidor; ao serem ingeridas podem causar micotoxicoses em animais e no homem, com efeitos carcinogênico, nefrotóxico e teratogênico (Atayde et al., 2014; Barreto et al., 2016).

Diante do exposto, o presente estudo objetivou pesquisar *Salmonella* spp e bolores em pescados comercializados em feiras livres/mercados públicos de oito Municípios do Baixo São Francisco, durante a VI Expedição do São Francisco.

## METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido nas feiras livres dos Municípios de Pão de Açúcar, Piranhas, Traipu, São Brás, Propriá, Igreja Nova, Penedo e Piaçabuçu, no período de 21 a 30 de novembro de 2023.

Foram obtidas amostras de tilápias frescas (*Oreochromis niloticus*) de Igreja Nova, Traipu, São Brás, Pão de Açúcar, Piranhas, Penedo, Piaçabuçu e Propriá (Figura 1); amostras de camarão marinho fresco (*Litopenaeus vannamei*) de Penedo, Igreja nova e Propriá; *Litopenaeus schmitti* fresco de Piaçabuçu e *Xiphopenaeus kroyeri* salgado e cozido de Piranhas (Figura 2). As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos estéreis e transportadas em caixa isotérmica com gelo para o Laboratório de Tecnologia do Pescado - LATEPE da Universidade Federal de Alagoas - UFAL para iniciar as análises microbiológicas.

**Figura 1:** Tilápia (*Oreochromis niloticus*) comercializada nas feiras dos Municípios de Traipu (A), Piaçabuçu (B), Penedo (C), Piranhas (D).



Fonte: Autores, 2023.

**Figura 2:** Camarão marinho (*Xiphopenaeus kroyeri*) cozido na água e sal, comercializado em Piranhas (A) e (*Litopenaeus vannamei*) fresco, nas feiras de e Propriá (B) e Penedo (C).



Fonte: Autores, 2023.

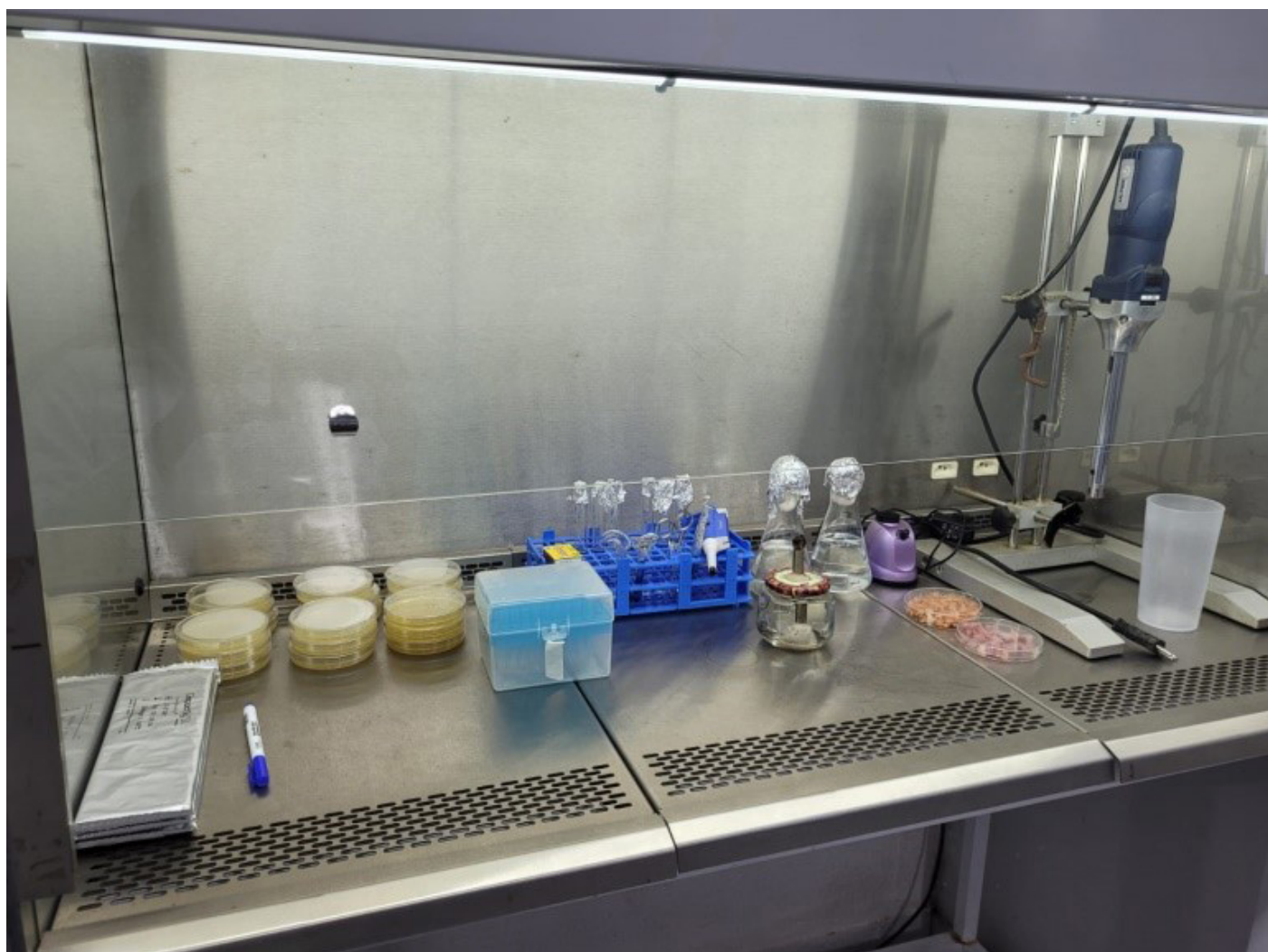


## IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE SALMONELLA SPP E BOLORES

A identificação *Salmonella* spp foi realizada através de placas estéreis para detecção e quantificação microbiológica em matérias primas tipo CompactDry SL da Nissui Pharmaceutical®. A primeira etapa da análise consistiu na preparação e diluição das amostras coletadas, onde 25 g de cada amostra foi homogeneizada em 225 mL de água peptonada a 0,1%, referente à solução mãe, e realizadas diluições seriadas de 10<sup>-1</sup> até 10<sup>-3</sup>. Em seguida, utilizou-se a técnica de plaqueamento em superfície (spread-plate), no qual 1 mL de cada diluição foi inoculada em superfície em placas CompactDry, incubadas a 42°C, por 24 h, o resultado foi expresso em ausência ou presença, em 25 g de amostra.

A inoculação dos fungos foi realizada com 1 mL de cada diluição em placa de Petri contendo Ágar Sabouraud Dextrose (SDA-Himedia®) suplementado com Tetraciclina a 0,1 Qg/mL-1, para evitar crescimento bacteriano (Silva et al., 2007) (Figura 3). Em seguida, as placas foram incubadas a 25 ± 2°C e monitoradas por até 12 dias, para a observação do crescimento e posterior, isolamento dos fungos. A purificação dos fungos ocorreu por meio de repiques sucessivos em SDA (Himedia®). Uma vez purificados, os isolados serão preservados, sob refrigeração, para posterior identificação por taxonomista da Micoteca (URM/UFPE).

**Figura 3:** Cabine de fluxo laminar higienizada, soluções de água peptonada e meios de cultura para a inoculação de amostras de pescado e identificação e quantificação de *Salmonella* spp e bolores.



Fonte: Autores, 2023.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### IDENTIFICAÇÃO DE SALMONELLA SPP

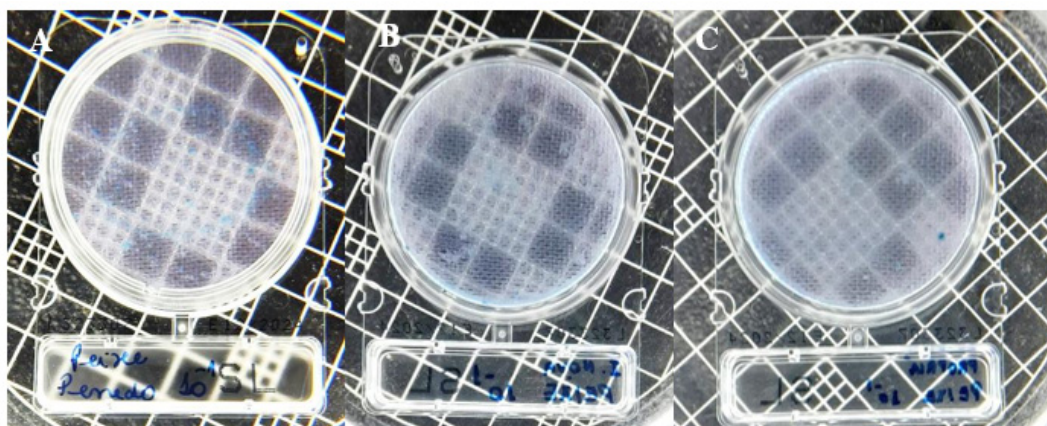
Foi detectada *Salmonella* spp em todas as amostras coletadas de peixes e camarão. Penedo, Igreja Nova e Propriá apresentaram um número maior de unidades formadoras de colônias (UFC/g) em peixes; por outro lado, Pão de Açúcar e Traipu apresentaram menos unidades. A amostra de camarão que apresentou um número maior de unidades formadoras de colônias (UFC/g) foi em Propriá, contudo Penedo e Igreja Nova apresentaram menores unidades. Na Tabela 1 consta a ocorrência de *Salmonella* spp dos produtos analisados em 25 g de amostras, incubadas a 42°C, por 24 h. As figuras 4 e 5 mostram culturas de *Salmonella* spp isoladas de amostras de peixes e camarão, respectivamente, e evidenciam a presença dessa bactéria. A legislação vigente, ANVISA (IN 161/2022), determina sua ausência em 25 g de amostra de qualquer alimento, abrangendo os pescados, devido a todas as cepas de *Salmonella* serem patogênicas.

**Tabela 1:** Identificação de *Salmonella* spp em amostras de peixe e camarão coletadas em municípios do Baixo São Francisco, após 24h de incubação, a 42°C.

Local de coleta	Peixe	Camarão
	<i>Salmonella</i> spp	<i>Salmonella</i> spp
Penedo	Presença	Presença
Piranhas	Presença	Presença
Pão de açúcar	Presença	Presença
Piaçabuçu	Presença	Presença
Traipu	Presença	Presença
São Brás	Presença	Presença
Igreja Nova	Presença	Presença
Propriá	Presença	Presença

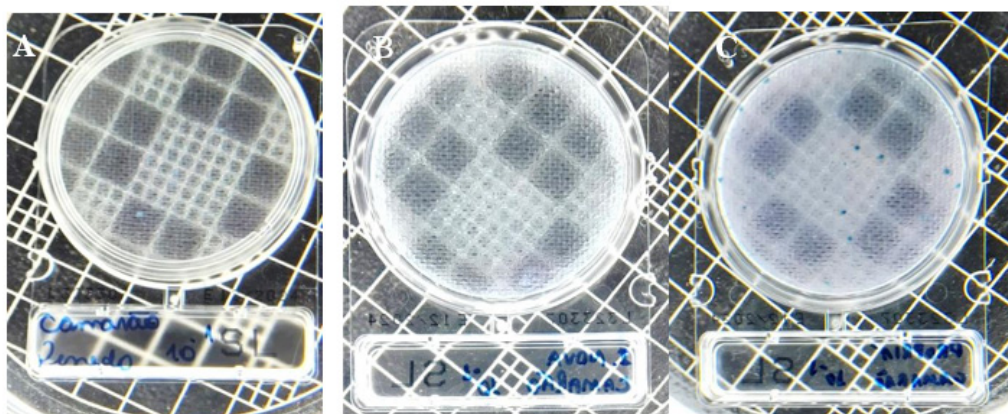
Fonte: Autores, 2024.

**Figura 4:** Culturas de *Salmonella* spp isoladas de amostras de peixes (*Oreochromis niloticus*) comercializados em feiras livres (A = 10-1 - Penedo), (B = 10-1 - Igreja Nova), (C = 10-1 - Propriá).



Fonte: Autores, 2023.

**Figura 5:** Culturas de *Salmonella* spp isoladas de amostras de camarões (*Litopenaeus vannamei*) comercializados em feiras livres (A = 10-1 - Penedo), (B = 10-1 - Igreja Nova), (C = 10-1 - Propriá).



Fonte: Autores, 2023.

A contaminação de *Salmonella* spp quando presente em pescados pode ser proveniente de manipulação ou através da contaminação do ambiente de onde os mesmos foram provenientes, pois a carência de saneamento básico ou disposição de dejetos animais e humanos de forma inadequada contribuem para a poluição desses ambientes (Gazal et al., 2018). De acordo com Fernandes et al, (2018), a *Salmonella* spp. é uma bactéria responsável por uma grave infecção alimentar que pode ser inserida na cadeia do pescado por meio de manipulação e higiene imprópria ou por contato do pescado com águas contaminadas. Almeida e Morales (2021) analisaram 30 amostras de peixes comercializados no mercado público do Município de Itacoatiara/AM e identificaram a presença de *Salmonella* spp em 83,3% das amostras. Amaral et al., (2021), ao analisar a situação epidemiológica dos surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's) no Brasil, nos anos 2009 a 2019, identificou que entre os 10 principais agentes etiológicos envolvidos, a bactéria *Escherichia coli* representa 29% do total, seguido de *Salmonella* spp. e *Staphylococcus aureus*, com 17% e 16%, respectivamente. Dentre os alimentos envolvidos nesses surtos o pescado, frutos do mar e processados contribuem com 2,18%.

A contaminação por *Salmonella* sp pela perspectiva sanitária, indica que o alimento está inapropriado para o consumo humano, sendo um fator de risco para à saúde dos consumidores, pois encontra-se fora dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira.

## **CONTAGEM E ISOLAMENTO DE FUNGOS FILAMENTOSOS**

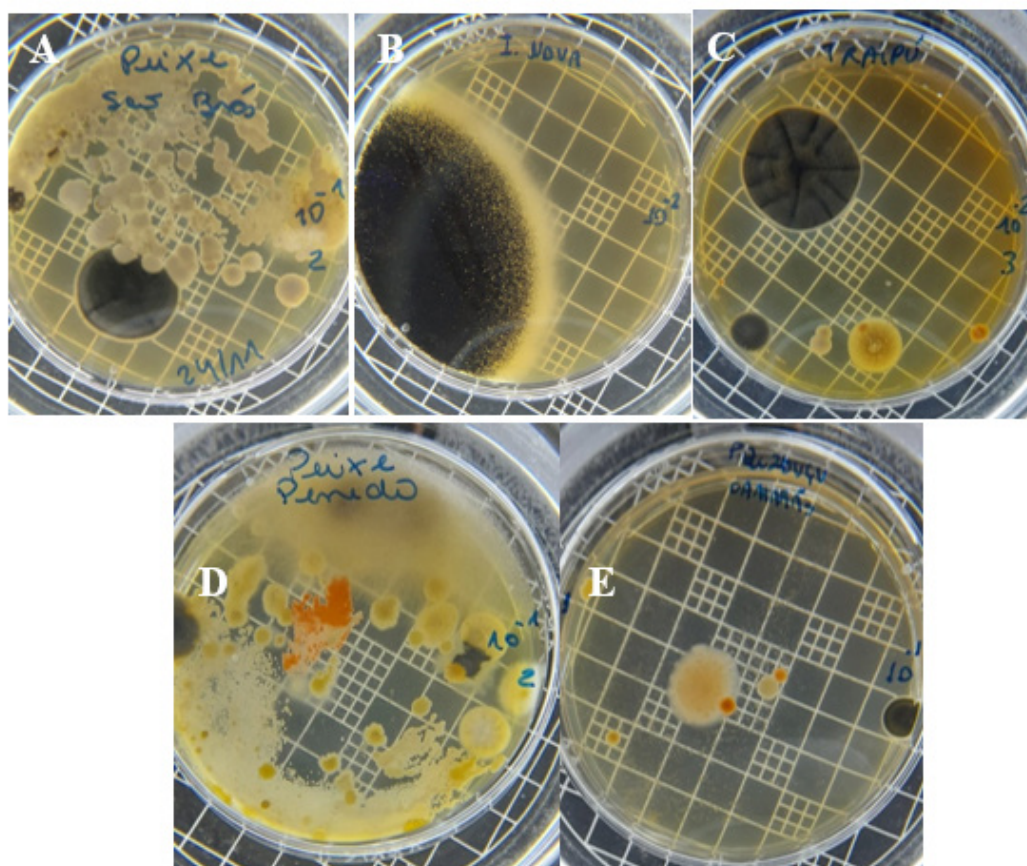
Foram obtidas 13 amostras de pescado (peixe e camarão), das 8 cidades visitadas pela VI Expedição Científica do São Francisco. Em todas as amostras houve crescimento fúngico (Figura 6), exceto nas amostras dos municípios de Propriá, Pão de Açúcar e Piranhas. Na Tabela 2, estão quantificadas as Unidades Formadoras de Colônia (UFCs), por cidade e por pescado analisado.

**Tabela 2:** Quantificação de Unidades Formadoras de Colônia (UFCs) em amostras de pescado de feiras livres, coletadas em municípios do Baixo São Francisco.

Local de coleta	Peixe	Camarão
	<i>Salmonella</i> <u>SDD</u>	<i>Salmonella</i> <u>SDD</u>
<b>Penedo</b>	Presença	Presença
<b>Piranhas</b>	Presença	Presença
<b>Pão de açúcar</b>	Presença	Presença
<b>Piaçabuçu</b>	Presença	Presença
<b>Traipu</b>	Presença	Presença
<b>São Brás</b>	Presença	Presença
<b>Igreja Nova</b>	Presença	Presença
<b>Propriá</b>	Presença	Presença

\* N<sup>o</sup> UFCs = número de unidades formadoras de colônia/g; x= não amostrado.  
 Fonte: Autores, 2024.

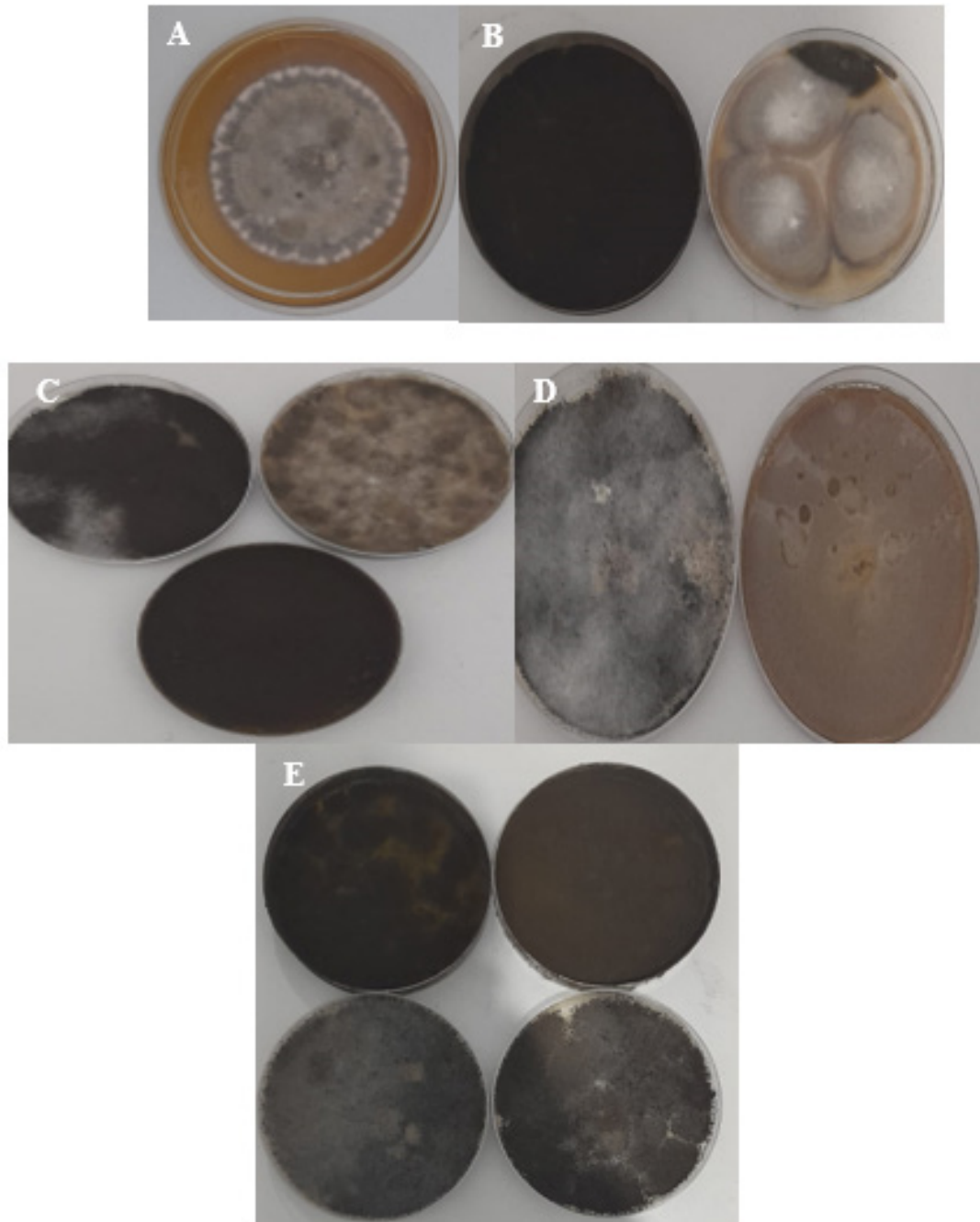
**Figura 6:** Colônias de fungos filamentosos presentes em amostras de pescado coletadas de feiras livres, em municípios do Baixo São Francisco, em crescimento (27 ± 3 1°C). (A- São Brás, B- Igreja Nova, C- Traipu, D- Penedo, E- Piaçabuçu).



Fonte: Autores, 2023.

No total, foram isoladas 12 culturas fúngicas de todas as cidades amostradas, conforme pode ser visualizado o aspecto macroscópico das colônias abaixo (Figura 7). Os fungos filamentosos foram isolados e identificados como pertencentes aos gêneros: *Aspergillus* (5), *Penicillium* (4) e *Rhizopus* (3).

**Figura 7:** Colônias de fungos filamentosos isolados do pescado, coletadas em feiras livres de municípios do Baixo São Francisco, após 10 dias de crescimento (27 ± 3 °C). (A- São Brás, B- Igreja Nova, C- Traipu, D- Penedo, E- Piaçabuçu).



Fonte: Autores, 2023.

Segundo os padrões microbiológicos dos alimentos que foram definidos recentemente, na Instrução Normativa - IN nº 161, de 1º de julho de 2022, bolores e leveduras aeróbios não são considerados na análise do pescado, nem a taxa de metabólitos produzidos por eles, sendo analisados apenas em outras carnes; mas utilizando como referência comparativa o padrão permitido para produtos alimentícios com condições de atividade de água similares, que é de no máximo 10<sup>4</sup> UFC/g (RDC nº 12, BRASIL 2001; RDC nº 60, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2019; RDC nº 585, de 10 de dezembro de 2021; IN nº 161, BRASIL, 2022), todas as amostras analisadas encontram-se em níveis aceitáveis, variando de 0 à 6,4x10<sup>1</sup> UFC/g.

Apesar de não serem considerados nos padrões microbiológicos para o pescado, neste trabalho, foram identificados gêneros de fungos que apresentam espécies conhecidamente produtoras de toxinas de importância médica, micotoxinas, como por exemplo, aflatoxina, ocratoxina e fumonisina (Sun et al., 2015; Munawar et al., 2019); todas com potencial de causar efeito hepatotóxico, carcinogênico, nefrotóxico e teratogênico, em animais e humanos, indicando perigo de contaminação do alimento. Desta forma, destaca-se a necessidade da manutenção das boas práticas de manipulação em toda a cadeia produtiva, visando a diminuição dos riscos de contaminação ao consumidor (Oliveira et al., 2019).

A partir dos resultados obtidos, será possível reforçar junto às prefeituras e secretarias dos municípios visitados a necessidade da manutenção da qualidade e da inocuidade do pescado, além de condições apropriadas de trabalho.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base nos resultados, a ocorrência de *Salmonella* spp. indica contaminação do meio ambiente e da cadeia de produção do pescado. A presença de espécies fúngicas potenciais produtoras de micotoxinas indica a possível contaminação do alimento com metabólitos termoestáveis de importância médica.

Os feirantes presentes nas feiras visitadas receberam as cartilhas confeccionadas ano passado, sobre acondicionamento e conservação do pescado e boas práticas. À medida que as cartilhas estavam sendo entregues, alguns feirantes questionaram a respeito das providências para melhoria das condições de trabalho e então, foi explicado que os relatórios foram repassados para as prefeituras e que os gestores estavam analisando as possibilidades de mudança bem como treinamento específico para os feirantes.

Considera-se urgente a construção de instalações adequadas para a comercialização do pescado, além da oferta de cursos de capacitação para a manipulação e processamento do pescado, bem como o cumprimento das exigências legais para funcionamento, junto à fiscalização pelos órgãos competentes.

## **AGRADECIMENTOS**

Gratidão aos discentes que colaboraram com a pesquisa: Josivânia Santos, Hyago Magno Ramos, Hygor Maikon Ramos, Renata Correia Barros e Renata de Almeida Ferreira e ao Biólogo da UFAL/ UE Penedo, Abraão José da Silva Júnior; à Universidade Federal de Alagoas (UFAL), ao Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco (CBSF), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL), a Companhia de Desenvolvimento do Vale São Francisco (CODEVASF) e a todas as instituições que apoiaram o projeto para que a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco pudesse acontecer.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, P., C.; MORALES, B., F. Análise das condições microbiológicas e higiênic-sanitárias da comercialização de pescado em mercados públicos de Itacoatiara, Amazonas, Brasil. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.3, p. 32247-32269, 2021.

AMARAL, S. M. B.; ALMEIDA, A. P. F.; SILVA, F. S., SILVA, Y. Y. V.; DAMACENO, M. N. Panorama dos surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil no período de 2009 a 2019. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, v.2, n.11, 2021.

ATAYDE, H.M.; OLIVEIRA, I.M.A.; INHAMUS, A.J.; TEIXEIRA, M.F.S. Fungos toxigênicos e micotoxinas na alimentação de peixes: uma revisão. *Scientia Amazonia*, v. 3, n.3,59-71, 2014.

BARRETO, N. S. E.; SILVA, R. A. R.; CERQUEIRA, N. B.; FARIAS, F. P. A.; BERNARDES, S. F.; SILVA, P. I. Qualidade microbiológica e físico-química do camarão salgado, seco e defumado comercializado em Cruz das Almas, Recôncavo da Bahia. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, v. 4, n. 2, p. 1-7, 2016.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA- ANVISA INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 161, DE 01 DE JULHO DE 2022. Diário Oficial da União, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2022.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA- ANVISA INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 161, de 1º de julho de 2022. Ministério da Saúde, 2022.

EVANGELISTA-BARRETO, N. S.; DAMACENA, S. S., CARDOSO, L. G., MARQUES, V. F., Silva, I. P. Condições higiênicos sanitárias e grau de frescor do pescado comercializado no mercado de peixe em Cachoeira, Bahia. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v.11, n.1, p. 60-74, 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). The State of World Fisheries and Aquaculture - Meeting the sustainable development goals. Rome: FAO, 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture/en/>  
FERNANDES, D. V. G. S.; CASTRO, V. S.; CUNHA NETO, A.; FIGUEIREDO, E. E. S. Salmonella spp. in the fish production chain: a review. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.48:08, e20180141, 2018.

GAZAL, L. E. S., BRITO, K. C. T., CAVALLI, L. S., Kobayashi, R. K. T., NAKAZATO, G., OTUTUM, L. K., CUNHA, A. C., PIRES NETO, J. A. S., BRITO, B. G. Salmonella sp. em peixes – qual a importância para sanidade em pescado? *PESQ. AGROP. GAÚCHA*, Porto Alegre, v.24, ns.1/2, p. 55-64, 2018.

MUNAWAR, H.; KARIM, K.; PILETSKY, S.A. (2019). Utilization of synthetic antibody for fumonisin determination in feed and food. *Wartazoa*: 29(2): 51-60.

OLIVEIRA, C.E.S; CANTO, E.S.M.; FERNANDES, G.S.T.; SILVA, N.S.; NOGUEIRA, M.J.M. Diversidade fúngica presentes em amostras de camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller,1862) (Decapoda,Palaemonidae) salgado e seco comercializado em Santarém-Pará. *Scientia Amazonia*, v. 8, n.2, CAm45-CAm55, 2019.

SILVA, N. et al. Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água. 4ª Edição, Editora Varela. São Paulo, 2007.

SUN, W.; HAN, Z.; AERTS, J.; NIE, D.; JIN, M.; SHI, W.; ZHAO, Z.; SAEGER, S.; ZHAO, Y.; WU, A. (2015). A reliable liquid chromatography-tandem mass spectrometry method for simultaneous determination of multiple mycotoxins in fresh fish and dried seafoods. *Journal of Chromatography*, 1387(1): 42-48.



## 8. BIOFONIA E A PRODUÇÃO DE SONS DE PEIXES NATIVOS DO BAIXO RIO SÃO FRANCISCO

**Área de conhecimento:** Ecologia acústica.

Alfredo Borie Mojica<sup>1</sup>  
Marise dos Santos Lima<sup>1</sup>  
Rute Santos Nunes<sup>1</sup>

### INTRODUÇÃO

O estudo da biofonia (todo o som que é gerado por organismos vivos) e dos sons produzidos pelos peixes tem vindo a ganhar interesse nos últimos anos, já que pode fornecer informações valiosas sobre o comportamento, ecologia e distribuição das diferentes espécies. Além disso, os sons podem ser utilizados para identificar espécies específicas, determinar a densidade populacional e monitorar a atividade migratória dos peixes. Podem também ser utilizados como uma ferramenta para monitorar a saúde dos ecossistemas aquáticos e avaliar o impacto humano no ambiente. A tecnologia acústica passiva tornou-se uma ferramenta fundamental para estudar os sons dos peixes de uma forma não invasiva. Esta tecnologia envolve a utilização de hidrofones, gravadores e software específico de análise acústica. Atualmente, sabe-se que mais de mil espécies são capazes de emitir algum tipo de som, com frequências até 2 kHz, utilizando uma variedade de mecanismos sonoros. Estes sons podem desempenhar papéis importantes na comunicação intra-específica, como a defesa do território, a alimentação e a reprodução. A sua aplicação contínua em estudos ecológicos contribuirá para a conservação e a gestão sustentável dos recursos pesqueiros. A acústica passiva é, portanto, um vasto domínio de investigação que está a crescer. Os desafios são a identificação das espécies, a automatização da identificação e o desenvolvimento de tecnologias de baixo custo.

---

<sup>1</sup> Engenharia de Pesca da Universidade Federal de Alagoas, Penedo - AL.

## INTRODUÇÃO

A ecologia acústica é uma recente área de pesquisa da ecologia e é uma disciplina que tem como objeto de estudo o campo sonoro, em todos os seus aspectos ecológicos, físicos, sociais e culturais. A ecologia acústica tem perspectiva macro, e foca em todo o arranjo complexo de sons biológicos e outros sons ambientais que ocorrem em um local, sejam geológicos ou antropogênicos (WRIGHTSON, 2000). A sonoridade do ambiente pode revelar muito mais sobre o equilíbrio da biodiversidade. A utilização desse tipo de ferramenta para a medição da biodiversidade é conhecida como ecologia acústica (soundscape ecology) (HARRIS E RADFORD, 2014).

A compreensão da acústica em ambientes de água doce é uma área de pesquisa em crescimento, com implicações para a conservação e gestão sustentável dos ecossistemas aquáticos. O monitoramento acústico pode oferecer valiosas informações sobre a dinâmica e a saúde desses ambientes, bem como sobre as populações de organismos que os habitam.

Em águas interiores a acústica refere-se ao estudo dos sons e suas propriedades em ecossistemas como rios, lagos, riachos e ambientes aquáticos similares. Assim como nos ambientes marinhos, os sistemas dulcícolas apresentam uma variedade de fenômenos acústicos que desempenham papéis importantes nas interações ecológicas. Estudos acústicos nesses ambientes podem ser importantes para entender a ecologia das espécies, monitorar populações de peixes, avaliar a saúde dos ecossistemas aquáticos e desenvolver estratégias de conservação (PIJANOWSKI et al., 2011; FARINA; PIERETTI, 2012).

A diversidade acústica de peixes refere-se à variedade de sons produzidos por diferentes espécies de peixes e as funções desses sons em seus ecossistemas. Muitas espécies de peixes de água doce são capazes de produzir sons para diversas finalidades fundamentais, como comunicação intraespecífica, atração de parceiros durante o período de reprodução e estabelecimento de hierarquias territoriais (AMORIM, 2006 ; AMORIM, VASCONCELOS, & FONSECA 2015; FINE & PARMENTIER , 2015 ; LADICH E FINE, 2006). Alguns invertebrados aquáticos, como insetos e moluscos (SOLÉ et al. 2023), também podem gerar sons.

De acordo com a literatura peixes como bagre-branco (*Cathorops agassizii*), piranha (*Pygocentrus piraya*) e pirambeba (*Serrasalmus brandtii*) são peixes nativos da bacia do rio São Francisco e produzem som. Os sons emitidos podem variar consideravelmente entre as espécies. Esses sons podem abranger desde grunhidos, zumbidos, pulsos e até mesmo padrões complexos de vocalização. Muitas espécies de peixes são capazes de produzir sons utilizando estruturas especializadas, como músculos associados à bexiga natatória e ossos faríngeos (BEM & PARMENTHER, 2015). A compreensão e identificação desses padrões pode ser utilizados para localizar as espécies (MANN et al., 2008), avaliar diversidade (DESIDERÀ et al., 2019), monitorar populações (LUCZKOVICH e SPRAGUE 2002), identificação do período reprodutivo e de áreas de desova (LUCZKOVICH 2008), densidade populacional (MARQUES et al., 2013), além de estimar a abundância de peixes nas agregações de desova (ROWELL et al., 2017).

Devido às propriedades únicas da água, a propagação do som em ambientes com e sem salinidade ocorre de maneira diferente em relação aos ambientes terrestres. A velocidade do som na água é maior do que no ar, e isso influencia a forma como os sons se propagam e se dissipam (SOLÉ et al. 2023). A comunicação sonora é importante para a orientação e navegação, especialmente em condições de visibilidade reduzida.

Portanto, para que seja possível capturar esses sons é necessário fazer uso da técnica de acústica passiva, possibilitando assim, que a coleta desses sons não seja invasiva ou destrutiva (BORIE, 2020). O uso da Acústica Passiva é particularmente útil em ambientes aquáticos onde a observação direta é difícil, como águas profundas ou turvas, e em áreas onde a presença humana pode perturbar os animais.

O Monitoramento Acústico Passivo (MAP/PAM) é uma das principais aplicações da

acústica passiva, é cada vez mais usado como um método para caracterizar as paisagens sonoras subaquáticas e a biofonia para estudar a diversidade acústica de peixes. Essa técnica consiste em colocar hidrofones (microfones subaquáticos) em áreas estratégicas para coletar sons emitidos por animais aquáticos. Os hidrofones são capazes de detectar sons em uma ampla faixa de frequência, permitindo a identificação de diferentes espécies e comportamentos acústicos. Essas ferramentas permitem o monitoramento não invasivo de populações de peixes e outros organismos aquáticos. (ROUNTREE ET AL., 2006).

O objetivo deste trabalho é identificar e caracterizar sons de peixes nativos do baixo São Francisco, incluindo a foz. Os estudos provindos da V e VI Expedições Científicas no Baixo Rio São Francisco resultaram na catalogação que fará parte da fonoteca da Universidade Federal de Alagoas, que contribuirá para a identificação das espécies no ambiente natural.

## **METODOLOGIA**

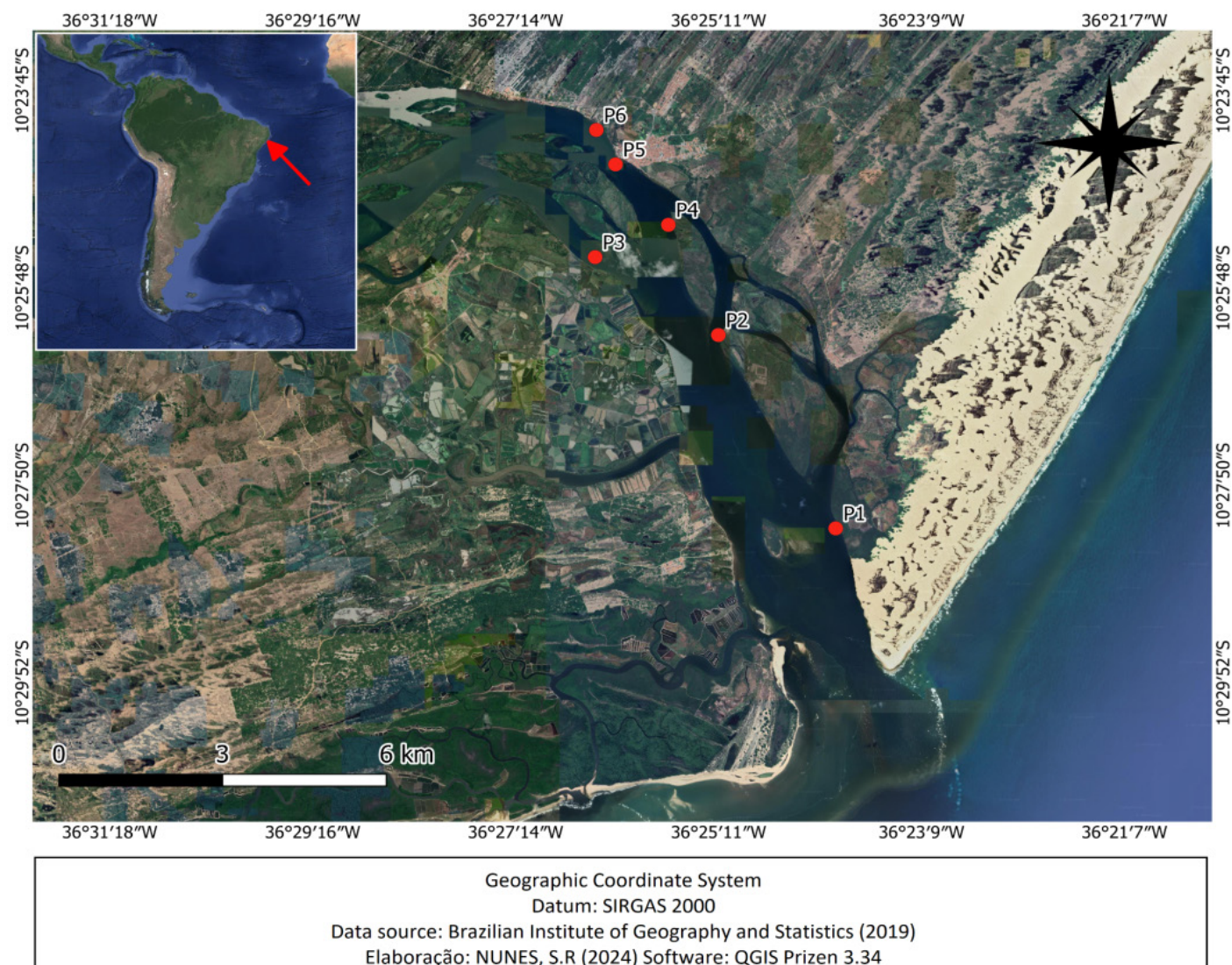
Os sons foram gravados durante a V e VI Expedições Científicas no baixo rio São Francisco realizadas no verão de 2022 e 2023 respectivamente. Foram realizadas gravações nas regiões de Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Penedo, Piaçabuçu e foz do rio São Francisco. Na região da foz também foram realizadas coletas no mês de julho (dias 18 e 31) de 2023, período de inverno na região.

## **BIOFONIA DO BAIXO RIO SÃO FRANCISCO**

Todas as gravações aconteceram no período do final da tarde até o início da noite do mesmo dia, geralmente iniciando às 16h30, finalizado às 18h horas. Durante as gravações, a embarcação ficava à deriva com o motor desligado, as gravações foram realizadas em diferentes pontos e habitats ao longo do rio. As gravações durante atividade dos pescadores artesanais profissionais na despesca foi realizada nas primeiras horas da manhã do amanhecer (a partir da 05h horas)

Na Foz, foram avaliados 6 pontos de coletas (Figura 1), com um total de 01:15:20 horas gravadas, sendo 00:47:38 no período de inverno e no verão 00:27:42. Os pontos e horários escolhidos teve o auxílio de pescadores locais da região que conhecem a localidade com maior propriedade tornando a coleta mais assertiva e com um número maior de dados. De acordo com os pescadores artesanais, os horários e locais escolhidos são os com maiores ocorrência de sinais acústicos. Com o auxílio do conhecimento empírico fornecido pelos pescadores locais, e com a aplicação do método acústico passivo, permitiu avaliar os padrões sonoros biológicos e antrópicos sazonais e temporais que ocorrem nos durante o período de estudo.

**Figura 1:** Pontos de coleta de dados acústico na região da foz do rio São Francisco.



Fonte: R. Nunes.

O sistema de gravação foi utilizado em todas as coletas. O sistema portátil, constando de um hidrofone AS-1 (Aquarian áudio), conectado a um amplificador e por sua vez ligado a um gravador digital (Zoom H5), onde também foi utilizada uma caixa de som JBL Flip 3. Este sistema de gravação permite gravar, ouvir e detectar em tempo real os sons no sistema. O AS-1 é adequado para medições absolutas de som subaquático e apresenta uma Faixa linear de amostragem de 1 Hz a 100 kHz 32dB (Figura 2).

**Figura 2:** Sistema de gravação acústico passivo.

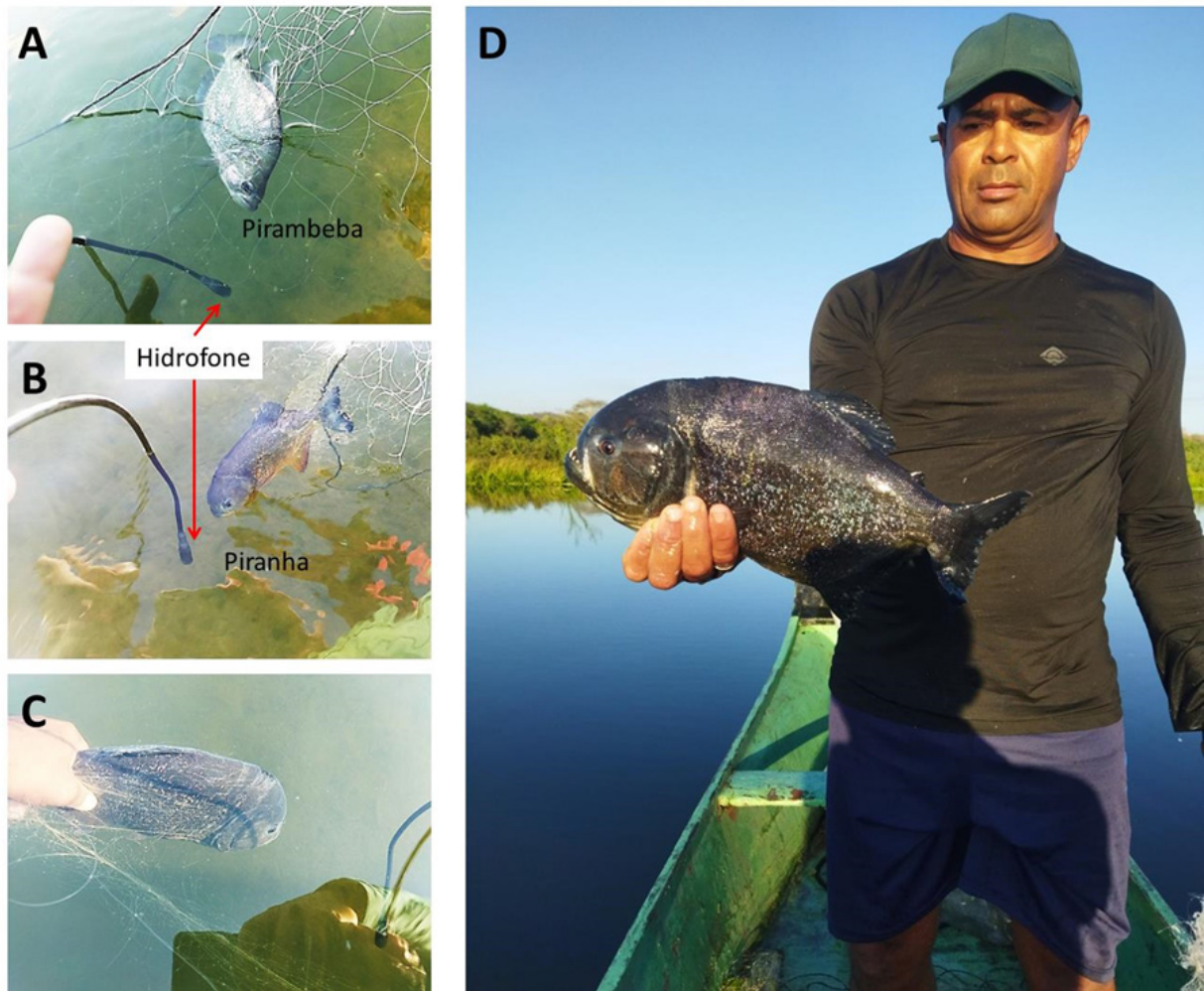


Fonte: Borie-Mojica ,2023.

### **BIOACÚSTICA DOS PEIXES**

Foram avaliados os sons das espécies de peixes como: *Serrasalmus brandtii*, *Pygocentrus piraya* e em diferentes condições *Cathorops Agassizii*. A coleta de dados acústicos das espécies *Serrasalmus brandtii*, *Pygocentrus piraya* ocorreu em seis cidades ao longo do rio, durante a atividade pesqueira realizada por pescadores artesanais da região. A captação sonora foi realizada durante a captura das espécies, que estavam retidas em uma rede de emalhar (Figura 3). Ao total foram 128 pirambebas da espécie (*Serrasalmus brandtii*) e 99 piranhas (*Pygocentrus piraya*).

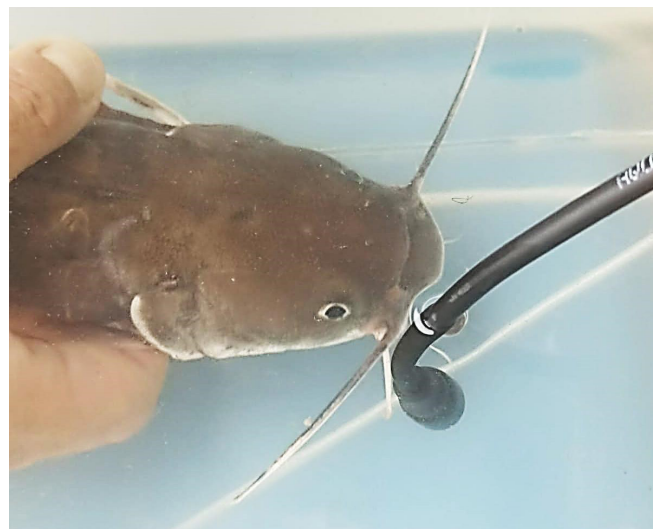
**Figura 3:** Método de gravação de espécies endêmicas realizando durante a pesca com rede de emalhar. A. pirambeba (*Serrasalmus brandtii*), B e C. Piranha (*Pygocentrus piraya*) e D. pescador “Mestre Joh”.



Fonte: Autores, 2023.

Os sons do bagre *Cathorops Agassizii* foram avaliados em ambiente controlado, sendo capturados por pescadores profissionais e acondicionados em um aquário de 40 litros, com aeração constante através de pedra difusora. Durante as gravações o hidrofone foi colocado no aquário com a finalidade de detectar os sons emitidos pelos peixes (Figura 4).

**Figura 4:** Exemplar acondicionado em caixa plástica.



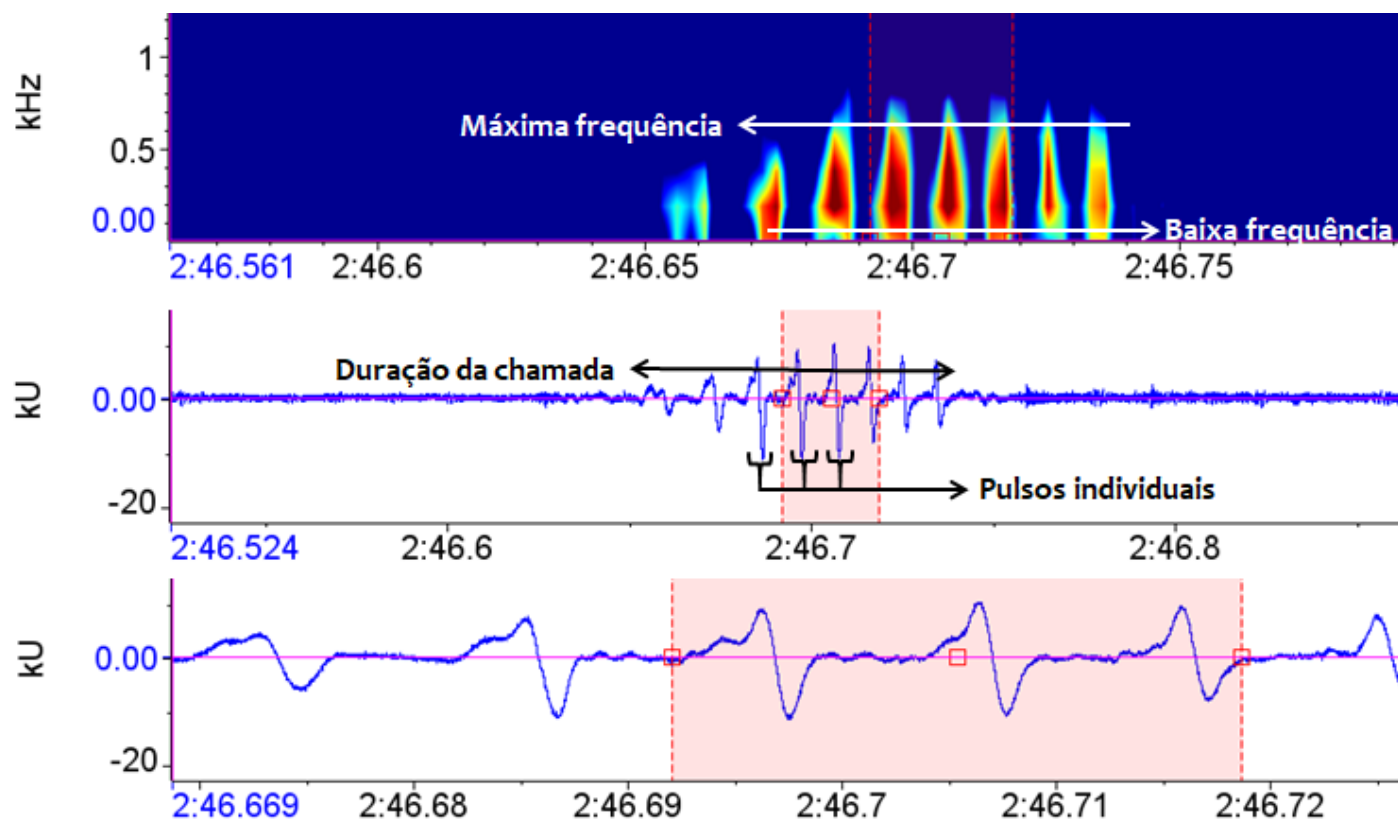
Fonte: Autores, 2023.

## ANÁLISES DOS DADOS

Após as gravações os arquivos acústicos foram descarregados a um computador portátil para sua posterior análise. As análises ocorreram no laboratório de Ecologia Acústica na Unidade Educacional da Universidade Federal de Alagoas em Penedo. Na avaliação inicial foi utilizado o programa de áudio Raven Pro 1.6 (Cornell Lab.) visualizando assim espectrogramas e oscilogramas (Figura 5), respectivamente, com janela Hann de tamanho 2048. Os parâmetros acústicos como: Baixa frequência (Hz), Alta frequência (Hz), Pico da frequência (Hz) e Duração do som (ms), foram utilizados para todos os dados avaliados. Somente os parâmetros de número de pulsos e taxa de pulsação foram incluídos nas análises das piranhas e pirambebas. Por meio da estatística descritiva foram obtidos os valores de média, desvio padrão, mínimo e máximo.

Os diferentes tipos de sons detectados na região da foz, foram selecionados manualmente no Audacity através do espectrograma em escala logarítmica, frequência mínima e máxima de 100 e 48000 Hz respectivamente, com janela Hann de tamanho 2048. O programa Raven Pro 1.6 (Cornell Lab.) foi utilizado para avaliar os tipos de sons detectados, individualizados e selecionados, sendo efetuados cortes de diferentes comprimentos nas gravações para logo serem gerados oscilogramas e espectrogramas. Os sons também foram filtrados seguindo a banda de frequência que apresentavam para as análises de parâmetros acústicos como: Frequência mínima (Hz), Frequência máxima (Hz), Pico da frequência (Hz), Duração do som (seg.), número de pulsos por som e Taxa de pulsação (pulsos/seg.).

**Figura 5:** Espectro (acima) e oscilograma (abaixo), *Serrasalmus brandtii*.



Fonte: Autores, 2024.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram detectados diversos tipos de sons biológicos ao longo de todo o baixo rio São Francisco, principalmente emitidos por peixes e crustáceos na região estuarina. A foz do rio vem se caracterizando por uma grande ocorrência de sons biológicos, este ambiente é de grande importância ecológica uma vez que serve de berçário para muitas espécies, que utilizam esse ambiente para reprodução e posterior desenvolvimento, além de ser uma importante área de alimentação. A grande diversidade de sons encontrados nas expedições anteriores, pode estar diretamente relacionado com os aspectos ecológicos que apresenta esta região.

Nas análises acústicas da região estuarina do rio São Francisco foram encontrados em torno de 18 sons diferentes (Figura 10). Os sons eram compostos provavelmente por peixes e crustáceos, além dos sons biológicos, os ruídos de embarcações pesqueiras (canoas motorizadas) estavam bem presentes também nas gravações dos áudios coletados, isso já era o esperado pelo potencial pesqueiro que a região possui. Os sons biológicos ocorreram durante todo o período de coleta, tanto no verão quanto no inverno, no entanto a diversidade de sons encontrados foi maior no período de inverno.

Os sons detectados estão compostos por pulsos individuais, por trem de pulsos ou tem características harmônicas, sendo: Pulsos individuais, n=7, trem de pulso, n=5, harmônicas, n=6. Dos 18 sons biológicos encontrados, a maioria deles apresentavam uma baixa frequência, sendo característico de peixes (MUELLER, et.al. 2020). Com as análises feitas, pode-se perceber importantes variações espaço-temporais dos sons biológicos encontrados no estuário da foz do rio São Francisco.

Os sons detectados estão compostos por pulsos individuais, por trem de pulsos ou tem características harmônicas, sendo: Pulsos individuais, n=7, trem de pulso, n=5, harmônicas, n=6. Sons, com os pulsos individuais foi comumente encontrado em estalos de camarões com média de baixa frequência de 13583801,2 Hz e alta frequência média 654131,389 Hz (som Tipo 1). Na análise dos 18 sons, o que apresentou maior baixa frequência foi o tipo 3 com 3573106. A alta frequência foi menor no som tipo 3 com 46003420 Hz e o maior 67763112,2 Hz. O menor tempo de duração foi do sim tipo 1 com 0,0430,01 segundos (seg.) e o maior entre eles mostrou 1,4130,33 (seg.), duração atribuída ao som tipo 11. E pico de frequência, o menor entre eles mostrou 332,8373,9 resultados relacionado ao som tipo 9 e o maior 679632052, o som tipo 18 (Tabela 1).

**Tabela 1:** Parâmetros acústicos dos sons detectados no inverno Média 3 Desvio Padrão (máximo - mínimo).

	Baixa frequência (Hz)	Alta frequência (Hz)	Tempo de duração (seg.)	Pico de frequência (Hz)
<b>1 (n=30)</b>	1,358±801,2 (3333,3 – 385,7)	6,541±1,389 (8292,4 – 3696,2)	0,04±0,01 (0,063 – 0,017)	2,939±1,154 (6375 – 14060)
<b>2 (n=30)</b>	119,5±25,6 (160,1 – 67,4)	444,7±39,4 (508,7 – 345,5)	0,05±0,007 (0,07 – 0,042)	2765±376 (3281 – 1875)
<b>3 (n=10)</b>	357±106 (556,1 – 234,1)	4,600±420 (5,561 – 4,126)	0,98±0,21 (1,324 – 0,68)	1490±7145 (3468 – 1031)
<b>4 (n=10)</b>	36,4±8,5 (50 – 21,4)	465,6±60,8 (550 – 371,4)	0,18±0,05 (0,28 – 0,12)	2062±7395 (3750 – 1406)



<b>5 (n=10)</b>	51,6±14,5 (73,8 – 27,7)	568±64 (673,3 – 461,2)	0,18±0,03 (0,26 – 0,14)	2812 ±9882 (3750 – 1875)
<b>6(n=10)</b>	106±29,4 (161,4 – 60)	539,5±28,5 (571,8 – 493,4)	0,30±0,10 (0,46 – 0,16)	2671±8572 (4687 – 1875)
<b>7(n=10)</b>	9,24±4,5 (18,5 – 4,1)	88,3±20,2 (137,7 – 63,7)	3,7±2,9 (11,3 – 1,17)	4687±0 (4687 - 4687)
<b>8(n=10)</b>	99,4±7,57 (108 – 87,3)	275,8±9,75 (285,8 – 250,9)	0,22±0,03 (0,28 – 0,17)	1968±1976 (2343 – 1875)
<b>9 (n=10)</b>	77,81±25,02 (121,5 - 39,4)	540,83±31,4 (591-486)	0,21±0,03 (0,29-0,16)	332,8±73,9 (468-187)
<b>10(n=10)</b>	140±25,6 (179,9 – 96,8)	479,1±31 (511,9 – 428,9)	0,25±0,08 (0,46 – 0,16)	2812±4419 (3281 – 1875)
<b>11(n=10)</b>	174,3±30,4 (222,1 – 133,3)	433,6±33,5 (482,6 – 372,1)	1,41±0,33 (1,9935 – 1,0265)	3000±3277 (328125 – 234375)
<b>12(n=10)</b>	127±22,6 (168,7 – 91,6)	479,6±41,3 (525,5 – 414,6)	0,04±0,01 (0,07 – 0,02)	2765±6031 (37500 – 18750)

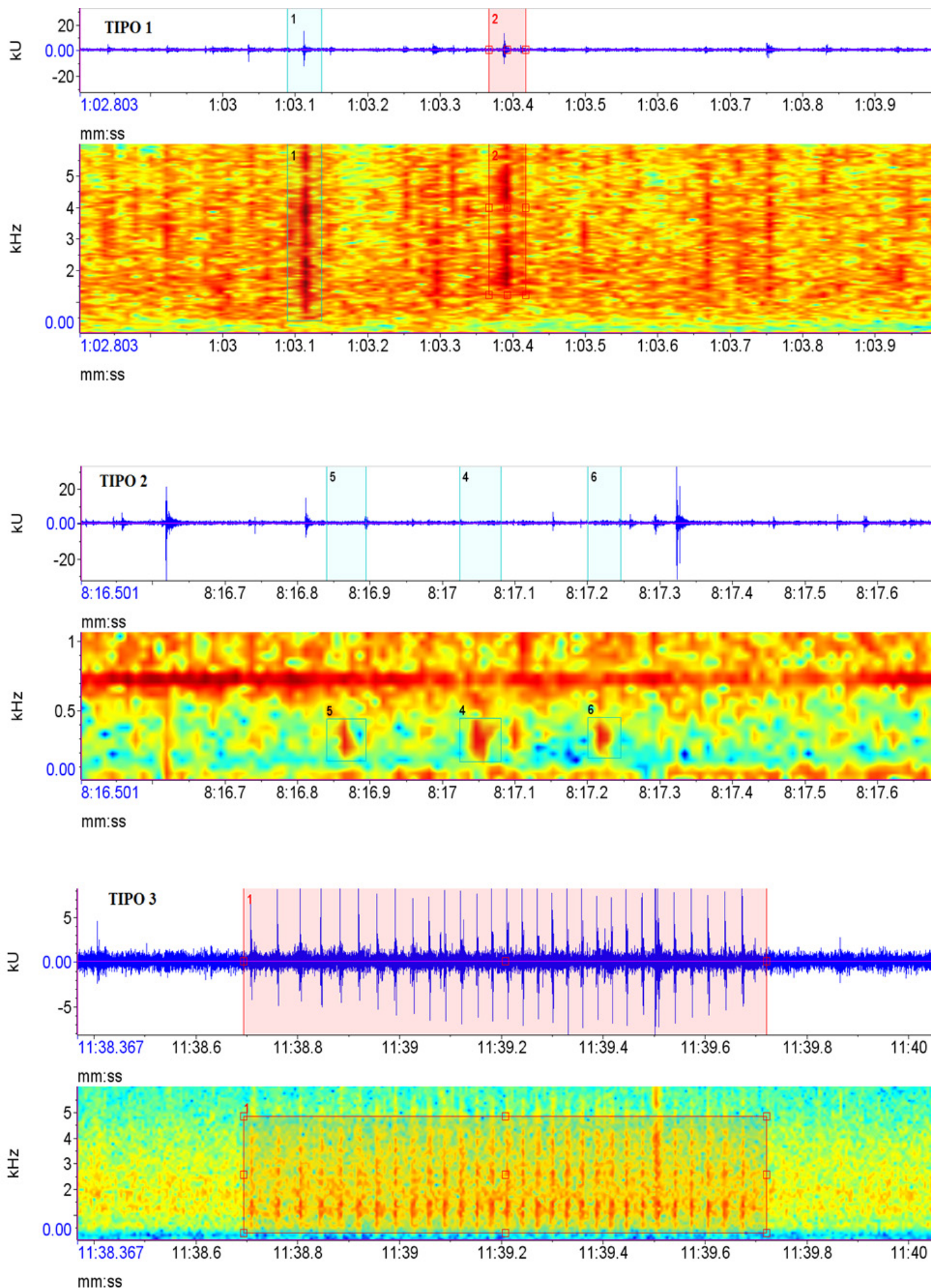
Fonte: Autores, 2024.

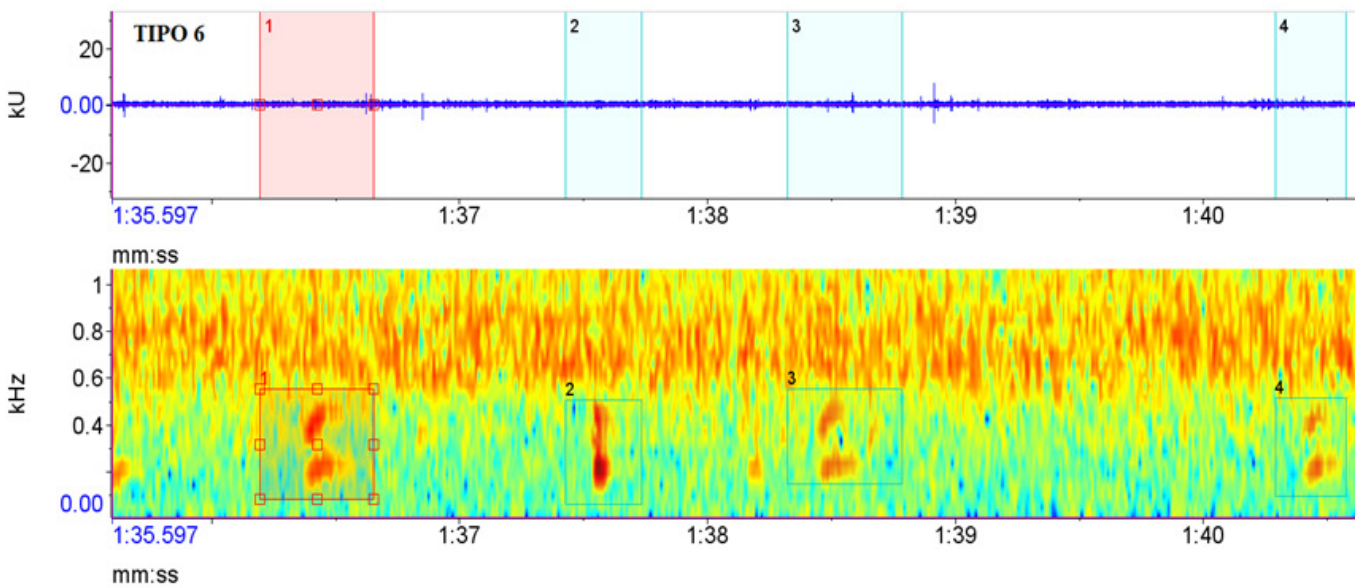
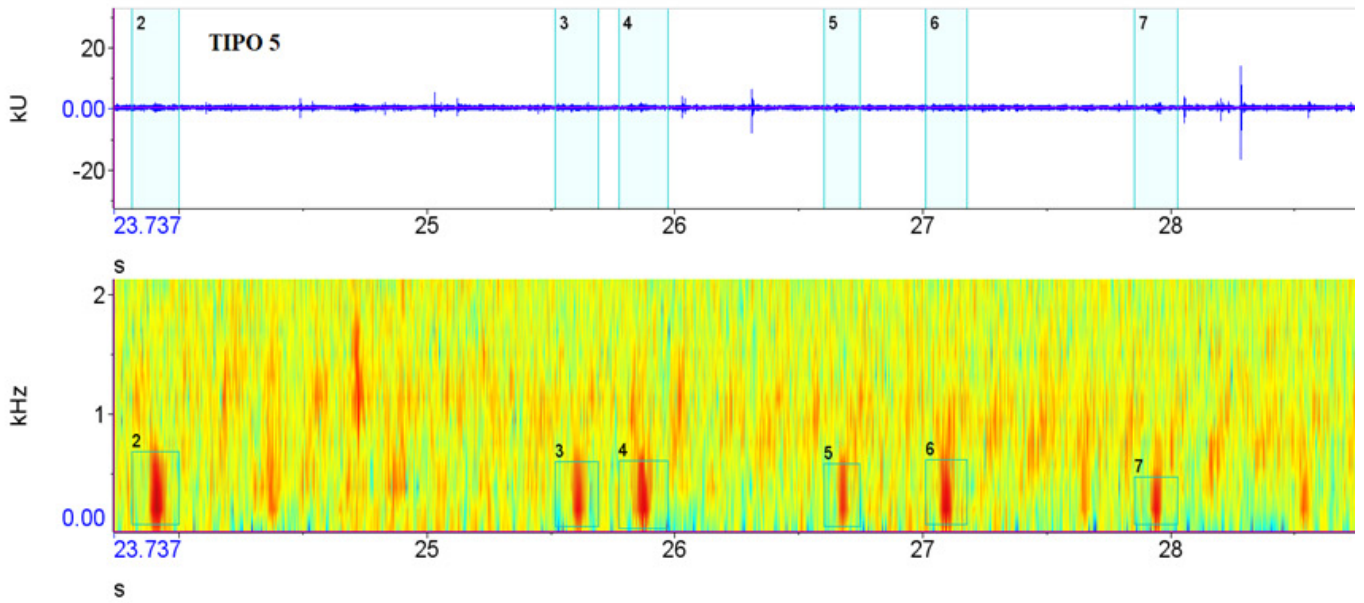
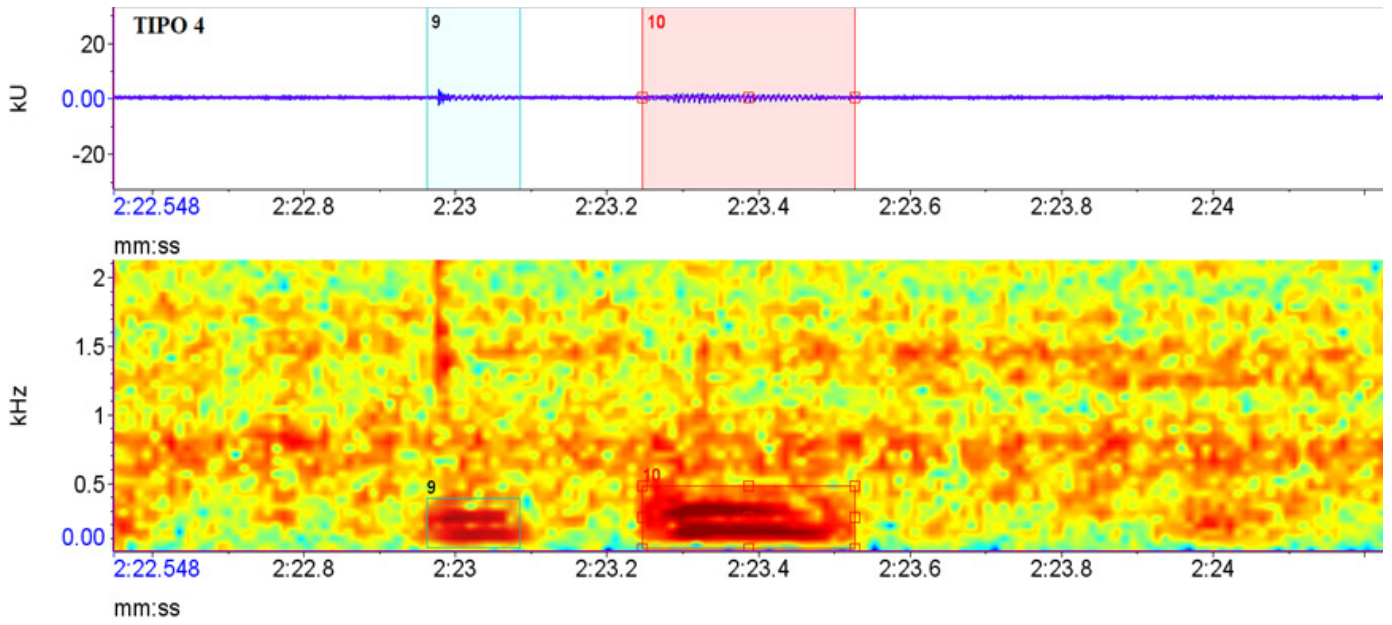
**Tabela 2:** Parâmetros acústicos dos sons detectados no verão Média 3 Desvio Padrão (máximo - mínimo).

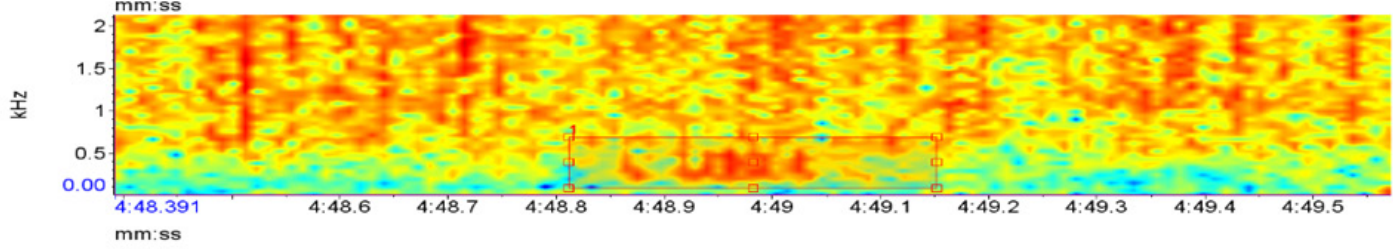
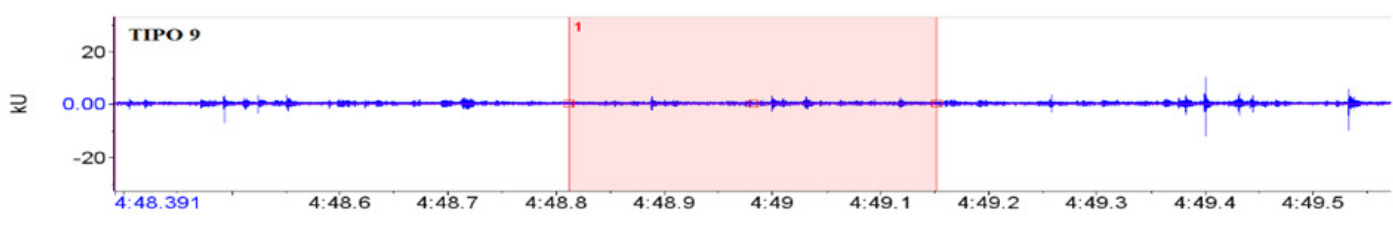
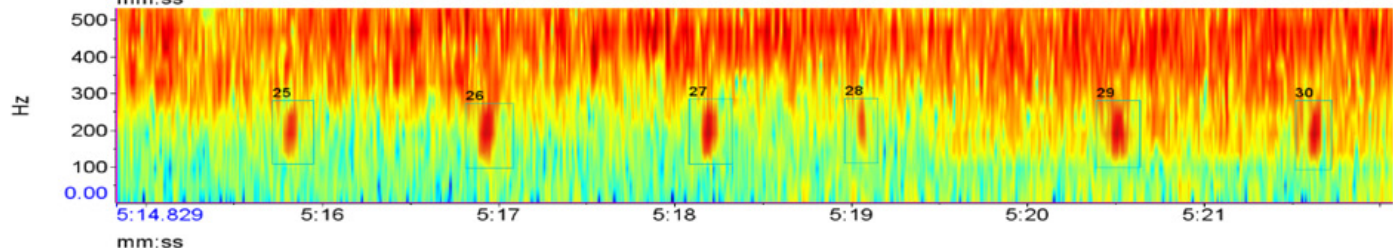
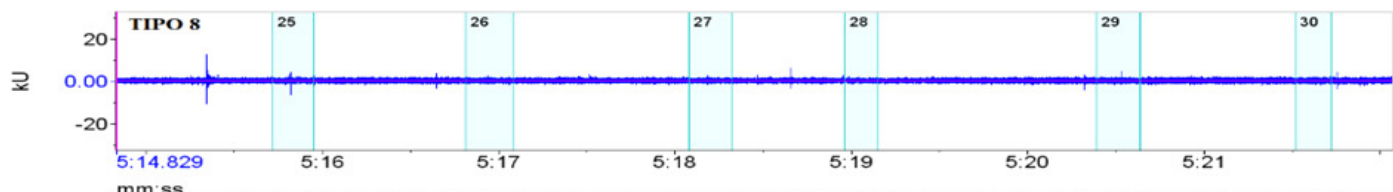
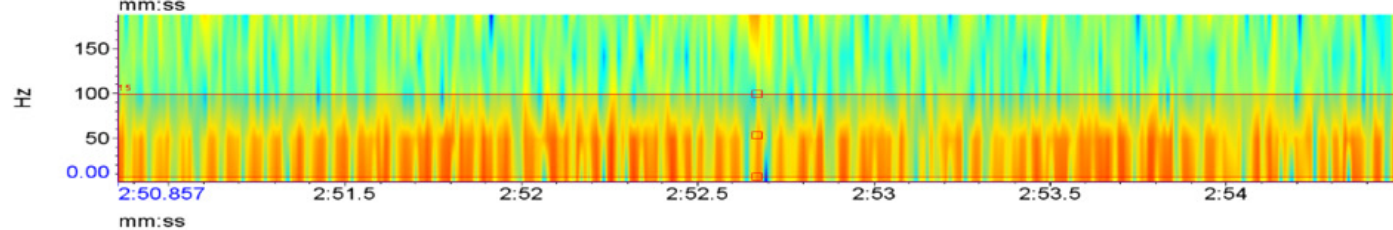
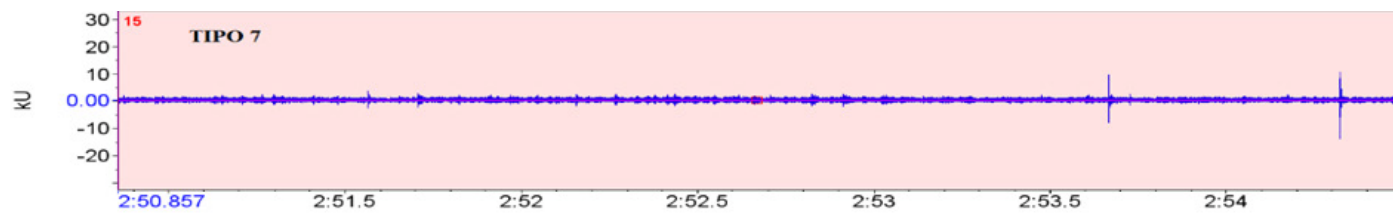
	Baixa freq.	Alta freq.	Tempo de duração	Pico freq.
<b>13(n=10)</b>	168,9±31,2 (195,7 – 84,8)	565,4±62 (704,3 – 450)	0,15±0,05 (0,26 – 0,10)	2531±9881 (257812 – 234375)
<b>14(n=10)</b>	92,31±35,7 (171,4 – 58,2)	325,7±78,1 (481,7 – 229,5)	0,08±0,24 (0,11 – 0,04)	1781±3528 (2343 – 1406)
<b>15(n=10)</b>	116±20,8 (143,5 – 91,3)	607±59,6 (678,3 – 482,6)	0,04±0,01 (0,05 – 0,02)	3468±8893 (4687 – 2812)
<b>16(n=10)</b>	115,9±61 (261,2 – 41,8)	843,3±113,9 (1139 – 731,5)	0,23±0,087 (0,040 – 0,10)	337500±22642 (3984 – 3281)
<b>17(n=10)</b>	40,7±13,8 (61,7 – 23,1)	677,6 ±112,2 (856,2 – 514,1)	0,08±0,03 (0,14 – 0,04)	2718±9832 (4453 – 1875)
<b>18(n=10)</b>	23,79±6,2 (30,9 – 12,3)	272,3±66,4 (444,4 – 209,9)	0,05±0,01 (0,06 – 0,02)	6796±2052 (1171 – 4687)

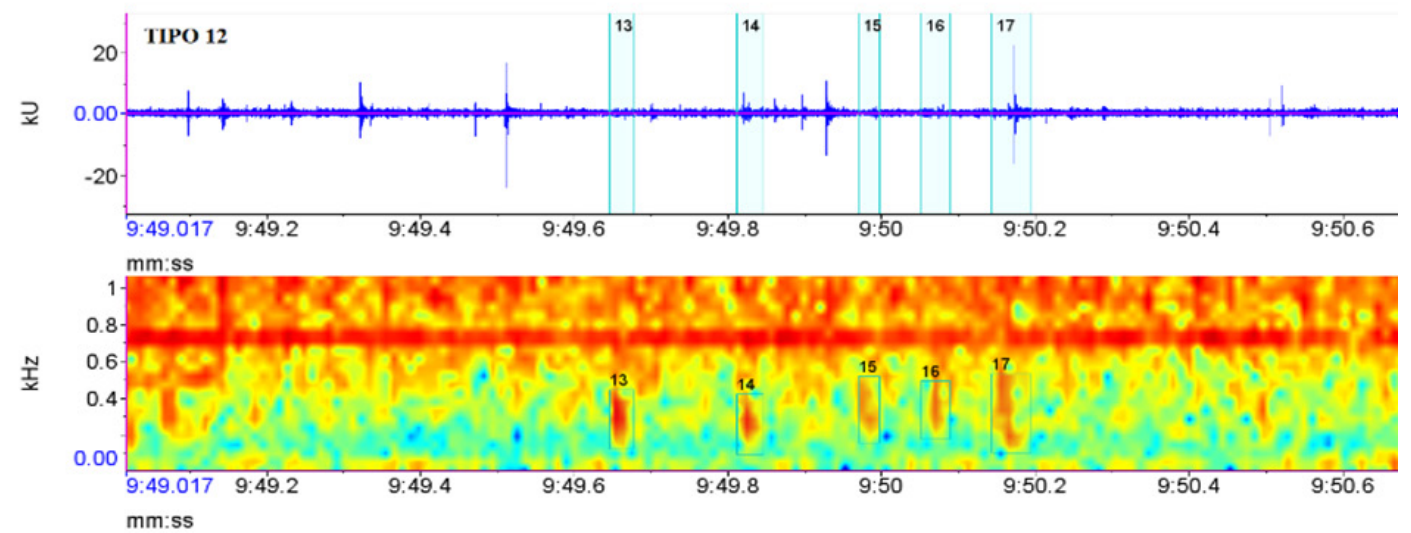
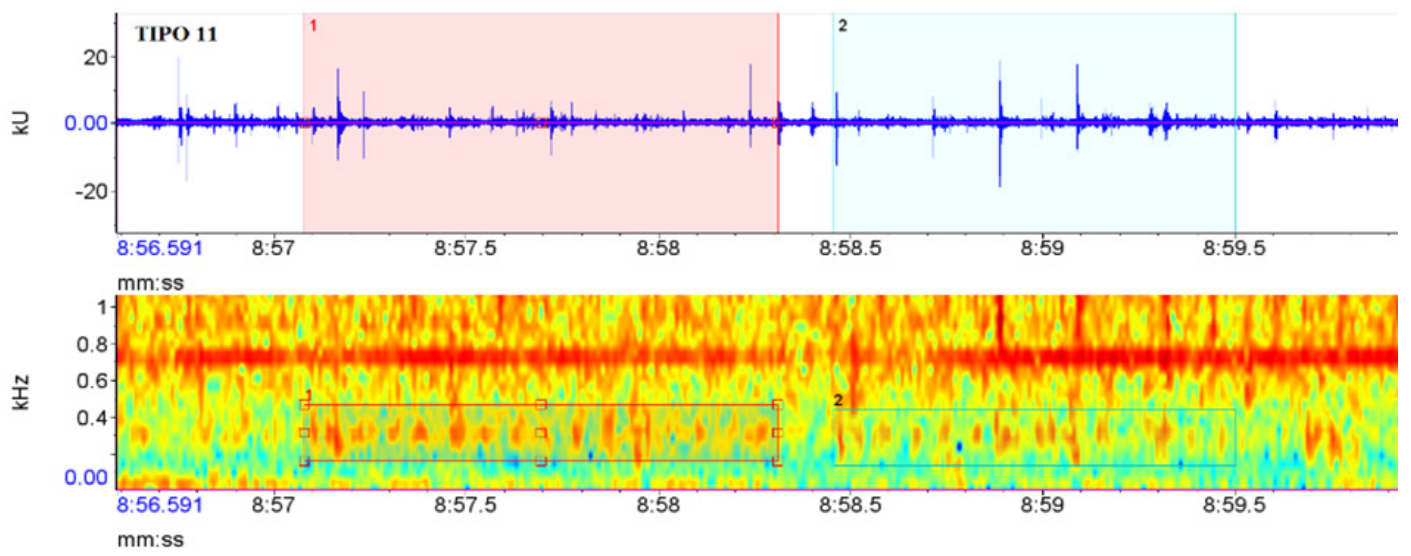
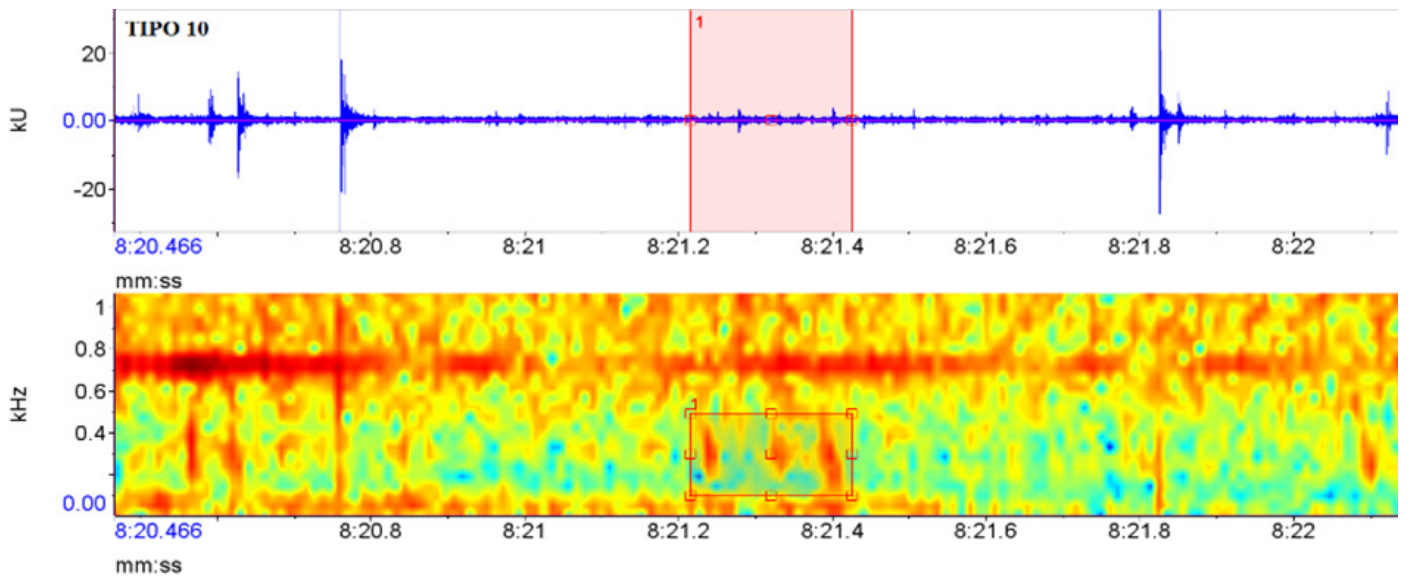
Fonte: Autores, 2024.

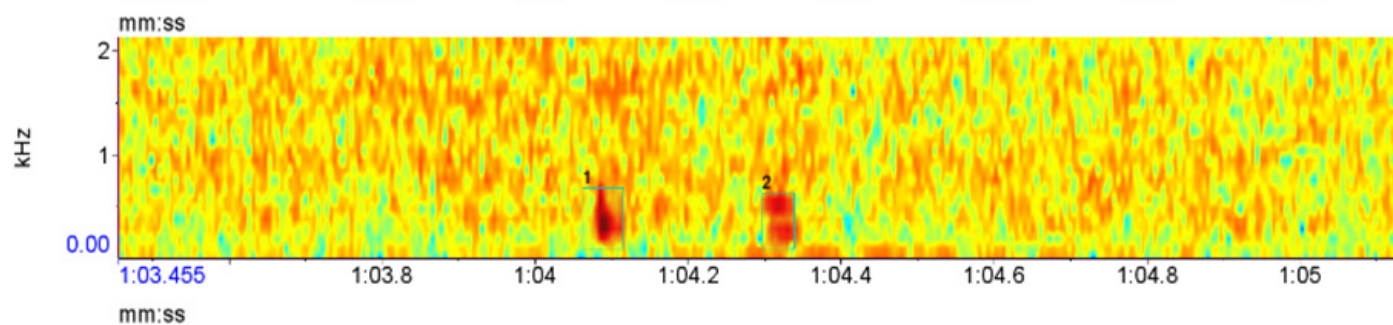
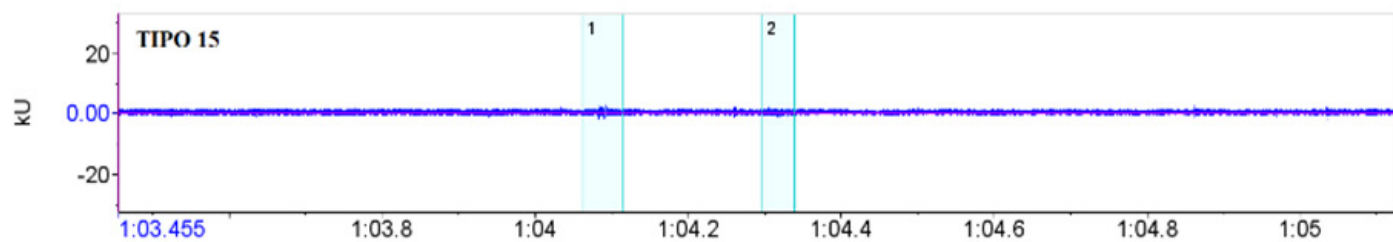
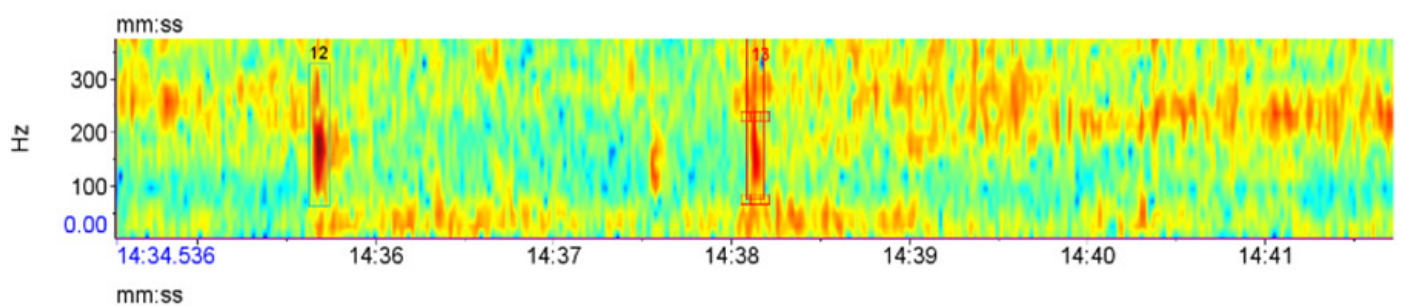
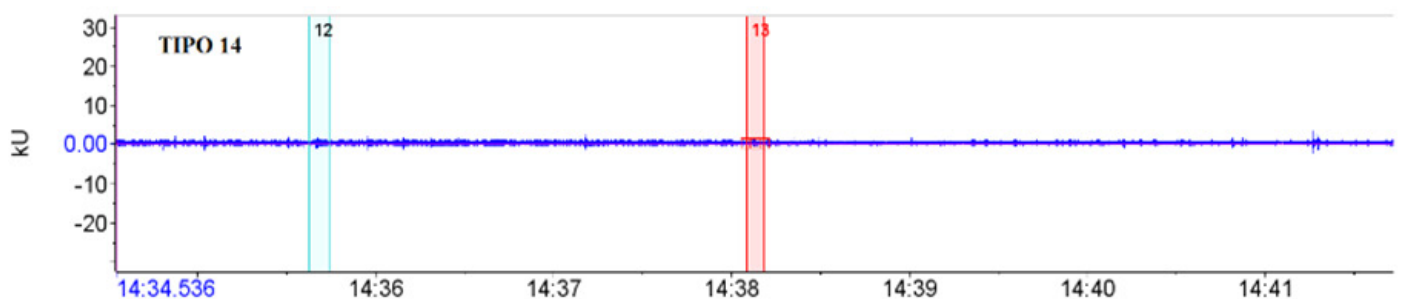
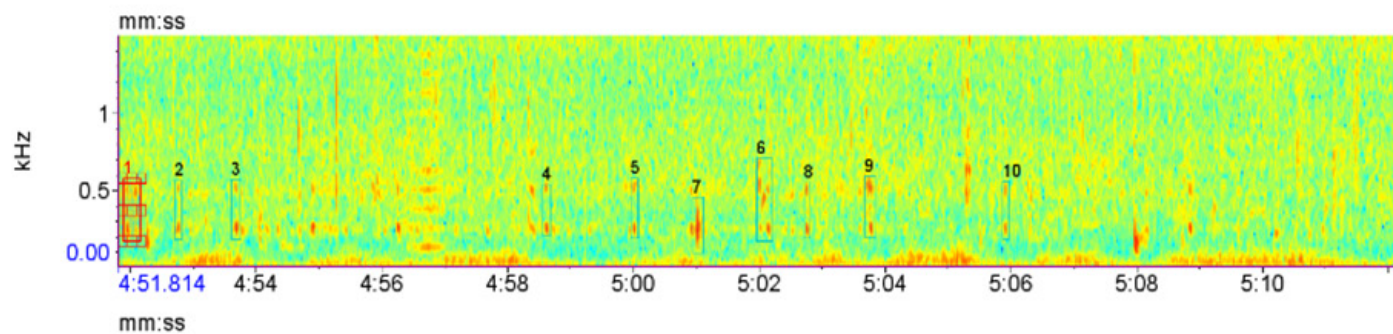
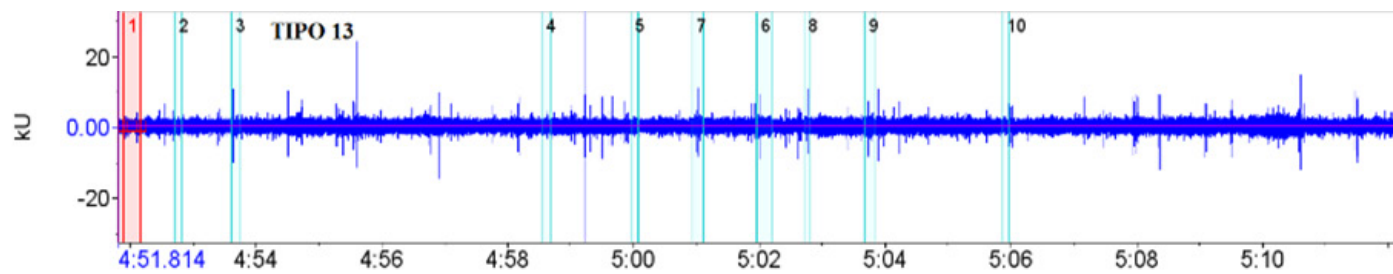
**Figura 10:** Oscilograma (acima) e Espectrograma (abaixo) dos 18 sons detectados na região estuarina do rio São Francisco. Fonte: Autores.

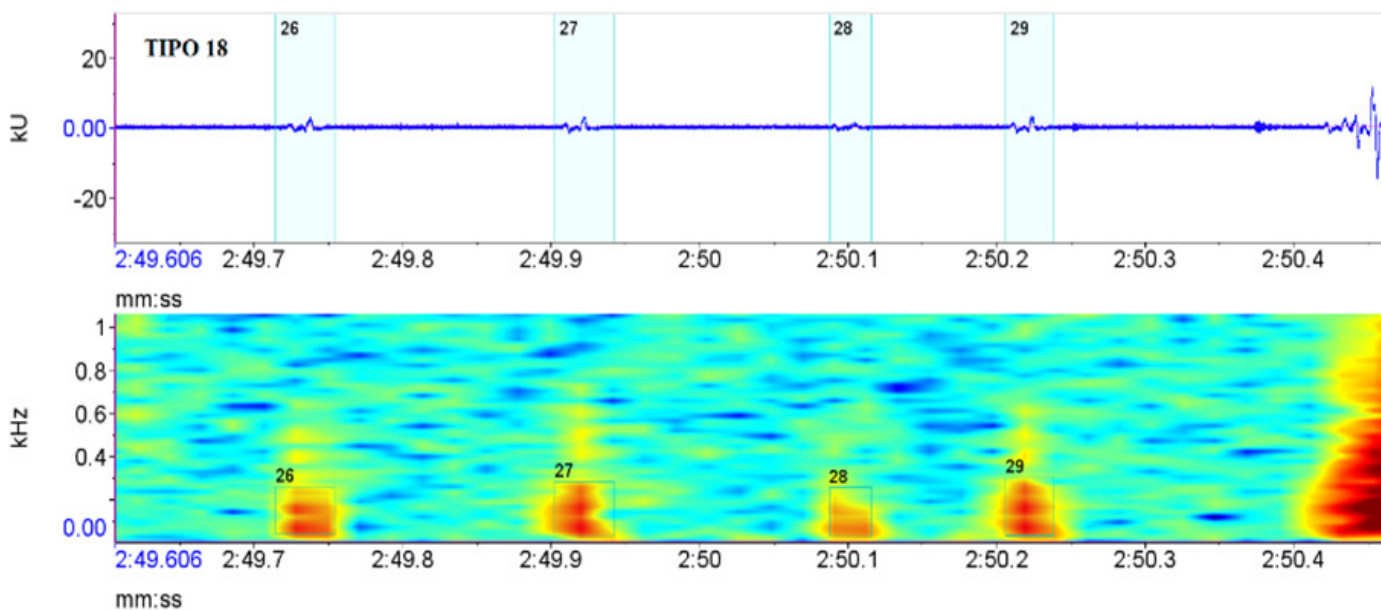
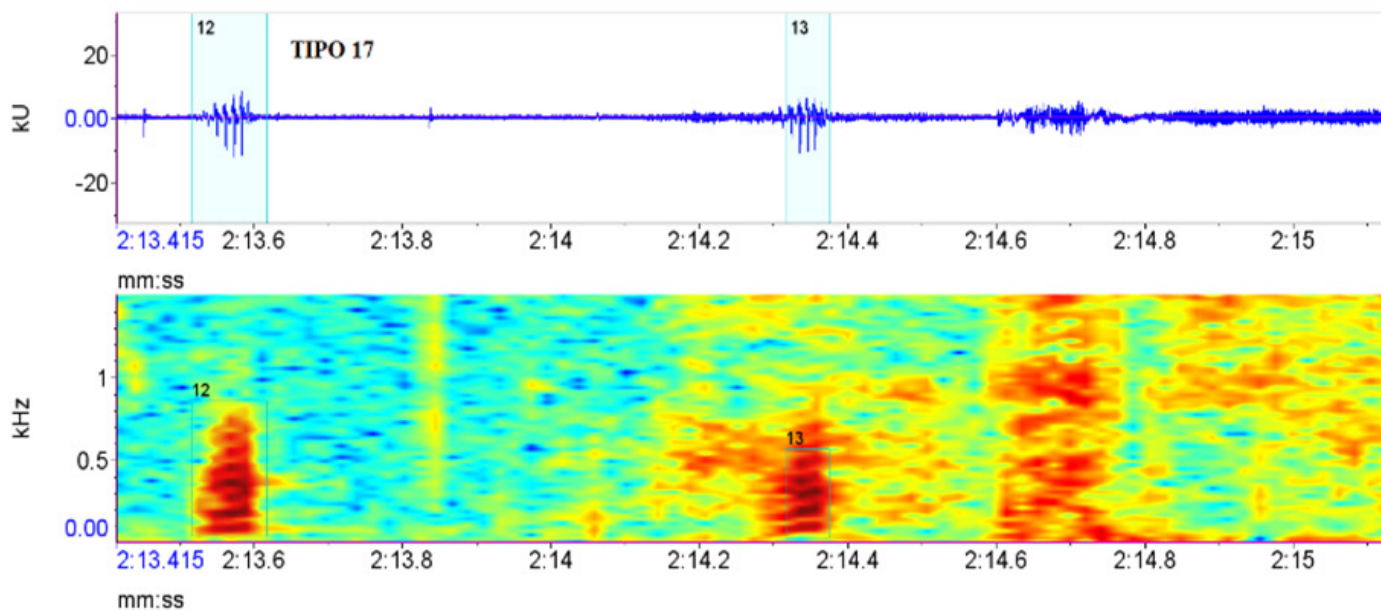
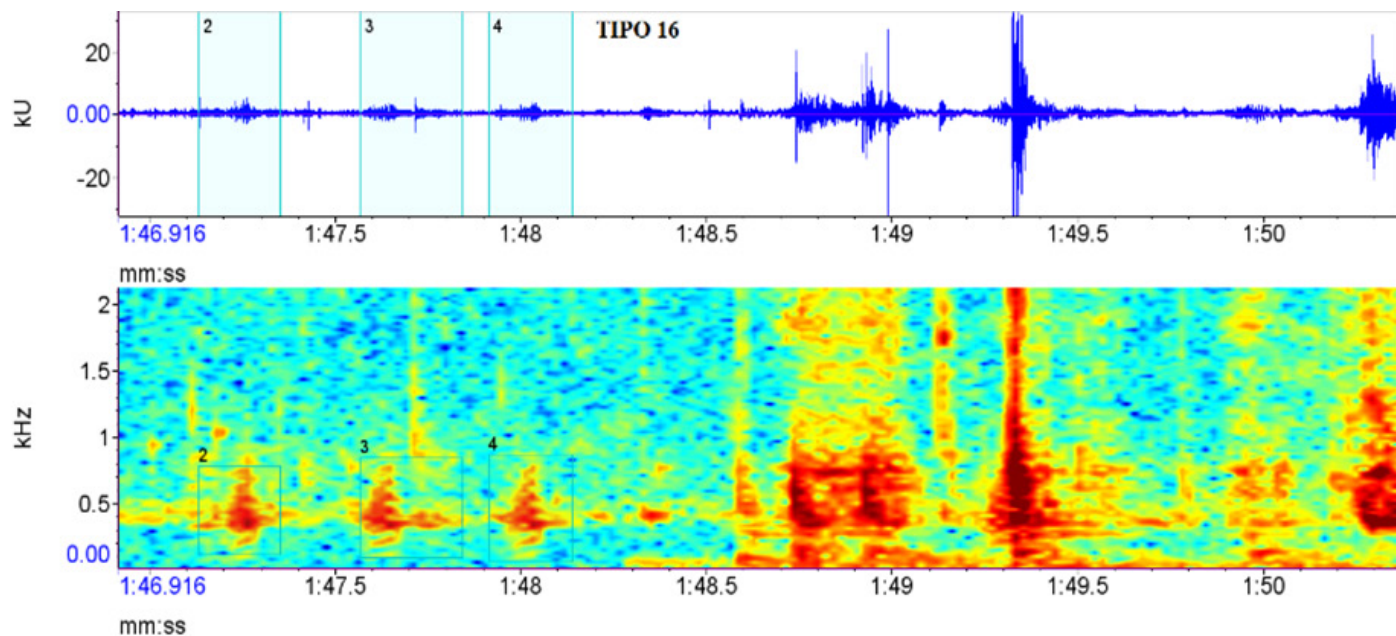












Fonte: Autores, 2024.



## SONS DO BAGRE

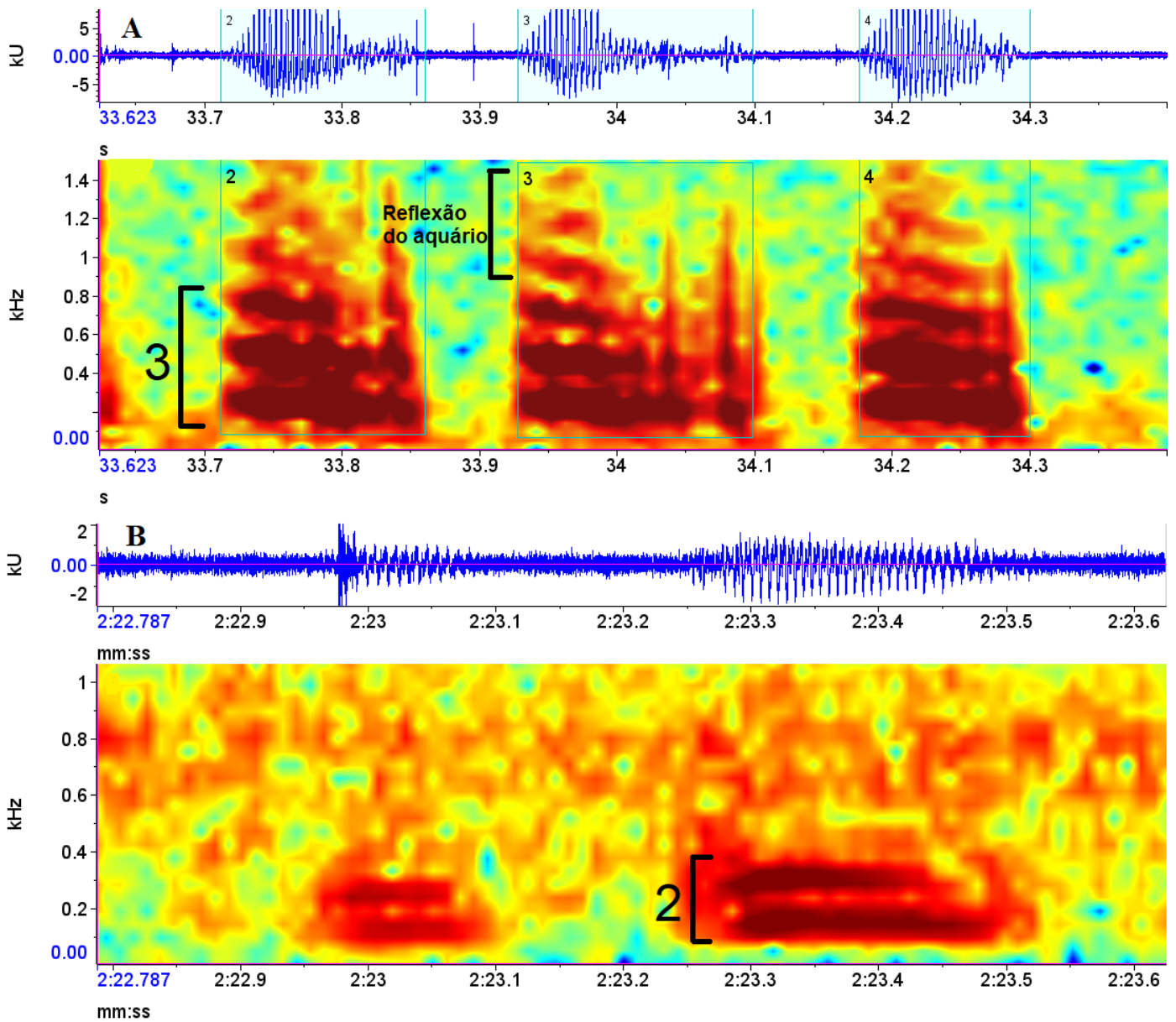
Foram encontradas emissões sonoras da espécie alvo nos áudios gravados. Das quais 87 foram utilizadas para estatística, 37 das gravações em cativeiro e 50 em ambiente natural. Em alguns pontos foi possível detectar agregações de peixes, possivelmente do gênero *Cathorops*, este ponto foi localizado com a ajuda de pescadores locais. O ambiente aquático se mostrou bastante heterogêneo com relação aos sons deste peixe, não sendo possível sua detecção em todos os pontos de gravação. O tipo de som analisado neste estudo pode ser descrito como um som curto, com uma duração média de 72,8 - 807,0 ms em cativeiro e 56,1- 436,6 ms ambiente natural de frequência multi-harmônica (Tabela 2).

Numerosos bagres (Siluriformes) emitem sons através de mecanismos estridulatórios ou músculo sonoro. Os sons estridulatórios são não harmônicos com uma ampla gama de frequências, desde menos de 100 Hz até mais de 8000 Hz (TAVOLGA, 1971). A frequência fundamental mínima medida para *C. agassizii* foi de 180,8 3 61.8 Hz (Tabela 2). Estes valores são similares aos encontrados em *Ariopsis seemanni* (Ariidae) em condição de cativeiro em cardume ou isolado (SCHMIDTKE et al.2013). Na segunda forma, a produção sonora resulta da vibração rítmica da bexiga natatória por deformação de sua parede sob a ação dos chamados “músculos tamboriladores” (DEMSKI et al., 1973; LOESSER et al., 1997). Esses músculos produzem sons característicos reconhecíveis por sua estrutura harmônica porque possuem frequências fundamentais, geralmente de 50 a 300 Hz dependendo da espécie em que são encontrados. Estes valores foram similares aos encontrados no presente trabalho.

No espectrograma da figura 12 pode-se observar sons em cativeiro (Figura 12A) e em ambiente natural (Figura 12B), com algumas diferenças de amplitude e duração. O espectrograma mostra sons harmônicos (sons harmônicos são representados graficamente em faixas horizontais). Os sons em cativeiro se mostraram distintos visualmente em relação aos coletados em ambiente natural, como pode ser observado nos espectrogramas, notou-se dois tipos de sons com diferentes amplitudes e quantidade de harmônicos, contabilizando em média três para cativeiro e dois para ambiente natural.

Entre os harmônicos um e três do cativeiro a energia de pico diminui linearmente em direção aos harmônicos mais altos. No ambiente natural, os dois harmônicos apresentados mantiveram a energia de pico centrada com uma dispersão mínima.. As diferenças significativas encontradas podem estar relacionadas com alguns fatores como estresse, tamanho do exemplar, tempo de aprisionamento na rede de emalhar e a metodologia de gravação em cativeiro, o que causaria uma reflexão acústica nas paredes do aquário. Por tanto, ainda precisamos realizar pesquisas em sistemas fechados no ambiente natural, como tanques rede, para melhor comparação.

**Figura 12:** Sons característicos do bagre-branco. A. Cativeiro e B. Ambiente Natural. Oscilograma acima e espectrograma abaixo



Fonte: Autores, 2024.

**Tabela 2:** Estatística descritiva dos parâmetros acústicos utilizados, Média 3 Desvio Padrão (Mínimo e Máximo) e o valor de p-valor obtido através do teste de Mann-Whitney.

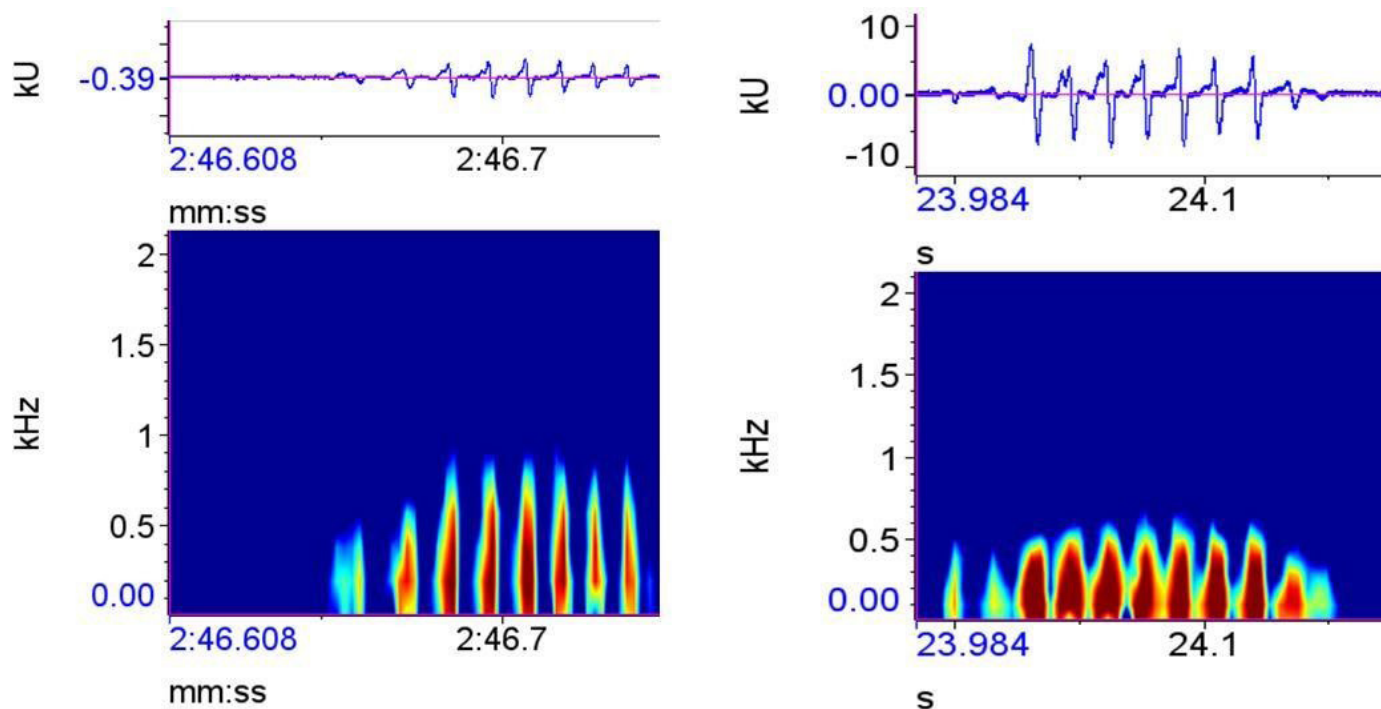
	Ambiente natural (n=50)	Cativeiro (n=37)	p-valor
Baixa Frequência (Hz)	118,6±91,8(21,4-385,1)	75,5±28,2 (25,0-136,4)	0,024
Max. Frequência (Hz)	489,5±88,77 (279,6-695,8)	718,3±155,7 (250,0-992,7)	3,14E-12
Pico de Frequência (Hz)	300,0±92,8 (140,6-468,8)	200,4±84,8 (46,9-562,5)	1,59E-08
Duração do som (ms)	179,6±90,3 (56,1-436,6)	184,0±147,9 (72,8-807,0)	0,666

## SONS DAS PIRANHAS

As piranhas são peixes neotropicais que apresentam vocalização, e tanto os gêneros *Pygocentrus* como *Serrasalmus* produzem sons pulsados semelhantes usando o mesmo mecanismo de produção de som (RAICK et al., 2023), os músculos sônicos têm origem nas vértebras e ligam-se a um tendão que rodeia a bexiga ventralmente (MÉLOTTE et al., 2016). Foi possível detectar, gravar e analisar o som de duas espécies de piranhas capturadas com rede de emalhar (*Pygocentrus piraya* e *Serrasalmus brandti*). Isto pode ser de grande relevância uma vez que esta espécie pode estar representada por um 80% das capturas em várias regiões do baixo rio São Francisco. Outro fator importante vem sendo observado recentemente e divulgado na mídia são os ataques de pirambebas a banhistas em praias dessas regiões. Assim, a ferramenta acústica passiva pode contribuir para identificar áreas de maior ocorrência destas espécies e monitorar as populações. Uma vez que, os sons das piranhas vêm sendo documentados recentemente nas regiões Norte e Sudeste do Brasil (RAICK et al., 2020a, 2020b; ROUNTREE e JUANES, 2020; ).

Ambas as espécies exibem características específicas nos padrões de vocalização. Essas diferenças acústicas podem ser usadas para diferenciar ao nível do gênero (RAICK et al., 2023). Com menores durações, os sons das espécies *Serrasalmus* apresentam uma maior altura em relação ao gênero *Pygocentrus* (Figura 13). Nas frequências vocais (Tabela 3), *Pygocentrus piraya* apresenta uma baixa frequência média de 22,2  $\pm$  7,6 Hz, enquanto *Serrasalmus brandti* tem uma média mais alta de 31,8  $\pm$  12,7 Hz. A frequência máxima registrada para *P. piraya* foi 421,7  $\pm$  47,1 Hz e para *S. brandti* foi 609,8  $\pm$  82,8 Hz. Os picos de frequência foram observados em 170,9  $\pm$  35,6 Hz para *P. piraya* e em 236,8  $\pm$  78,0 Hz para *S. brandti*.

**Figura 13:** Oscilogramas (acima) e espectrogramas (abaixo). A. pirambeba (*Serrasalmus brandtii*), B. piranha (*Pygocentrus piraya*).



Fonte: Autores, 2024.

**Tabela 4:** Estatística descritiva dos parâmetros acústicos utilizados. Média±Desvio padrão, Mínimo e Máximo.

Parâmetros	<i>Pygocentrus piraya</i>	<i>Serrasalmus brandti</i>
Baixa frequência (Hz)	22,2±7,6(9,1-45,6)	31,8±12,7(10,2-74,4)
Máxima frequência (Hz)	421,7±47,1(283,7-547,1)	609,8±82,8(380,4-772,7)
Pico de frequência (Hz)	170,9±35,6(93,8-187,5)	236,8±78,0(93,8-375,0)
Duração (s)	0,13±0,03(0,05-0,18)	0,06±0,02(0,02-0,15)
Número de Pulsos (n)	8,7±1,5(3-12)	6±1,6(3-10)
Taxa de pulsação (pulsos/s)	69,0±5,7(55,2-80,9)	97,2±12,2(54,0-125,0)

Fonte: Autores, 2024.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ecologia acústica através da acústica passiva se mostrou uma ferramenta complementar necessária para estudar e monitorar a paisagem acústica e os sons que a compõem, assim como, para avaliar a qualidade do habitat, biodiversidade e comportamento das espécies da região do baixo rio São Francisco. A identificação da espécie por meio da caracterização acústica dos sons que compõem a biofonia do baixo rio São Francisco permitiu a descoberta de diversos sons com novos registros que ocorreram principalmente na região estuarina. De maneira geral, a paisagem acústica e o monitoramento acústico que vem realizado desde a segunda expedição científica em 2019 não mostra grandes diferenças. O sistema acústico portátil de deriva embarcada também se mostrou eficaz para avaliar em tempo real a condição acústica de diversos ambientes aquáticos e permitiu inferir sobre sons relacionados a comportamento de alimentação durante algumas agregações de peixes e crustáceos. Peixes como piranhas e pirambebas produzem sons de advertência quando capturados por redes de emalhar, e bagres e item sons de advertência possivelmente para evitar a predação, sendo detectados dois locais importantes de agregação no estuário. Os sons forma produzidos por uma musculatura sonora nestas espécies. Os resultados reforçam a necessidade de implementar sistemas de Monitoramento Acústico Passivo (MAP) a logo prazo para avaliar diversos aspectos ecológicos em ecossistemas e habitas de agua doce.

## REFERÊNCIAS

Rountree, R. A.; Gilmore, R. G.; Goundey, C. A.; Hawkins, A. D.; Luckovich, J. J.; Mann, D. A. 2006. Listening to fish: applications of passive acoustics to fisheries science. Fisheries, v.31, p.433-446.

Schmidtke, D., Schulz, J., Hartung, J., & Esser, K. H. (2013). Structure and possible functions of constant-frequency calls in *Ariopsis seemanni* (Osteichthyes, Ariidae). Plos one, 8(5), e64864.

- Bem, ML, Parmentier, E. (2015). Mecanismos de produção sonora de peixes. In: Ladich, F. (eds) *Comunicação Sonora em Peixes. Sinais Animais e Comunicação*, vol 4. Springer, Viena. [https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1846-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1846-7_3)
- Pijanowski, B.C. et al. *Soundscape Ecology: the Science of Sound in the Landscape*. *BioScience*, v.61, n.3, p.203-216, 2011.
- Farina, A.; Pieretti, N. The soundscape ecology: a new frontier of landscape research and its application to islands and coastal systems. *Journal of Marine and Island Cultures*, v.1, n.1, p.21-26, 2012. ISSN 10.1016/j.imic.2012.04.002
- Rountree, R.A. et al. Listening to fish: applications of passive acoustics to fisheries science. *Fisheries*, v.31, p.433-446, 2006.
- Amorim, MCP ( 2006 ). Diversidade na produção sonora em peixes . Em F. Ladich , SP Collin , P. Moller e BG Kapoor (Eds.), *Comunicação em peixes* pp. 71-105 . Enfield, NH : Science Publishers Inc.
- Amorim, MCP , Vasconcelos, RO , & Fonseca, PJ ( 2015 ). Sons de peixes e escolha de parceiros . Em F. Ladich (Ed.), *Comunicação sonora em peixes* (pp. 1 - 33 ). Viena, Áustria : Springer-Verlag.
- Demski, L. S., Gerald, J. W. and Popper, A. N. (1973). Central and peripheral mechanisms of teleost sound production. *Am. Zool.* 13, 1141-116
- Fine, ML e Parmentier, E. ( 2015 ). Mecanismos de produção sonora dos peixes . Em F. Ladich (Ed.), *Comunicação sonora em peixes* ( pp. 77-126 ). Viena, Áustria : Springer-Verlag.
- Ladich, F. e Fine, ML ( 2006 ). Mecanismos de geração de som em peixes: Uma diversidade única em vertebrados . Em F. Ladich , SP Collin , P. Moller e BG Kapoor (Eds.), *Comunicação em peixes* (pp. 3-43 ) . Enfield, NH : Editores Científicos.
- Solé M, Kaifu K, Mooney TA, Nedelec SL, Olivier F, Radford AN, Vazzana M, Wale MA, Semmens JM, Simpson SD, Buscaino G, Hawkins A, Aguilar de Soto N, Akamatsu T, Chauvaud L, Day RD, Fitzgibbon Q, McCauley RD e André M (2023) *Invertebrados marinhos e ruído* (p.03-34). *Frente. Março. Ciência.* 10:1129057. doi: 10.3389/fmars.2023.1129057
- Raick, X., Godinho, A. L., Kurchevski, G., Huby, A., & Parmentier, É. (2023). Bioacoustics supports genus identification in piranhas. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 154(4), 2203-2210.
- Mélotte, G., Vigouroux, R., Michel, C., & Parmentier, E. (2016). Interspecific variation of warning calls in piranhas: a comparative analysis. *Scientific Reports*, 6(1), 36127.
- Loesser, K. E., Rafi, J. & Fine, M. L. 1997 Embryonic, juvenile, and adult development of the toadfish sonic muscle. *Anat. Rec.* 249, 469-477.
- Luczkovich, Joseph J. et al. Identifying sciaenid critical spawning habitats by the use of passive acoustics. *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 137, n. 2, p. 576-605, 2008.
- Luczkovich, Joseph J.; Sprague, Mark W. Using passive acoustics to monitor estuarine fish populations. *Bioacoustics*, v. 12, n. 2-3, p. 289-291, 2002.

Desiderà, Elena et al. Acoustic fish communities: sound diversity of rocky habitats reflects fish species diversity. *Marine Ecology Progress Series*, v. 608, p. 183-197, 2019.

Mann, David A.; Hawkins, Anthony D.; Jech, J. Michael. Active and passive acoustics to locate and study fish. *Fish Bioacoustics: With 81 Illustrations*, p. 279-309, 2008.

Marques, Tiago A. et al. Estimating animal population density using passive acoustics. *Biological reviews*, v. 88, n. 2, p. 287-309, 2013.

Rowell, Timothy J. et al. Estimating fish abundance at spawning aggregations from courtship sound levels. *Scientific reports*, v. 7, n. 1, p. 3340, 2017.

Borie, A. 2020. Avaliação da paisagem acústica do baixo rio São Francisco. Em: O baixo São Francisco: características ambientais e sociais. 398 p. Edufal, Maceió, AL.

Mueller, C., Monczak, A., Soueidan, J., McKinney, B., Smott, S., Mills, T., & Montie, E. W. Freshwater ecoacoustics as a tool for continuous ecosystem monitoring. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 16(4), 231-238. (2020).

Harris, Sydney A.; Radford, Craig A. Marine soundscape ecology. In: INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings. Institute of Noise Control Engineering, 2014. p. 5003-5011.

Rountree, Rodney A.; Juanes, Francis. Potential for use of passive acoustic monitoring of piranhas in the Pacaya-Samiria National Reserve in Peru. *Freshwater Biology*, v. 65, n. 1, p. 55-65, 2020.

Wrightson, Kendall. An introduction to acoustic ecology. *Soundscape: The journal of acoustic ecology*, v. 1, n. 1, p. 10-13, 2000.

Tavolga, W.N., 1962. Mechanisms of the sound production in Ariid catfishes *Galeichthys* and *Bagre*. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 124: 1-30

Raick, Xavier et al. Use of bioacoustics in species identification: Piranhas from genus *Pygocentrus* (Teleostei: Serrasalminidae) as a case study. *PLoS One*, v. 15, n. 10, p. e0241316, 2020.

Raick, Xavier et al. Yellow-eyed piranhas produce louder sounds than red-eyed piranhas in an invasive population of *Serrasalmus marginatus*. *Journal of Fish Biology*, v. 97, n. 6, p. 1676-1680, 2020.

Tavolga, W.N., 1962. Mechanisms of the sound production in Ariid catfishes *Galeichthys* and *Bagre*. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 124: 1-30

ROUNTREE, Rodney A.; JUANES, Francis. Potential for use of passive acoustic monitoring of piranhas in the Pacaya-Samiria National Reserve in Peru. *Freshwater Biology*, v. 65, n. 1, p. 55-65, 2020.

## 9. MONITORAMENTO DE PESTICIDAS NO BAIXO SÃO FRANCISCO

**Área de conhecimento:** Qualidade de Água

Mozart Daltro Bispo<sup>1</sup>  
Douglas Alves Damião<sup>1</sup>  
Agda Savina Guimarães Pereira<sup>1</sup>  
João Inácio Soletti<sup>1</sup>  
Sandra Helena Vieira de Carvalho<sup>1</sup>  
Emerson Carlos Soares<sup>2</sup>

### RESUMO

A presença de pesticidas em sistemas aquáticos superficiais e subterrâneos constitui uma preocupação global crescente, uma vez que esses compostos tendem a se acumular nos organismos aquáticos e nos sedimentos. Isso representa um risco significativo tanto para a saúde ambiental quanto humana. A introdução constante de novas formulações de pesticidas no mercado, resultado de seu uso intensivo em setores agrícolas e não agrícolas, exacerba esse problema. A identificação desses compostos é desafiadora e custosa, e os métodos convencionais de tratamento de água para consumo humano mostram-se ineficazes em eliminar tais contaminantes. Ainda, a ausência de uma legislação robusta sobre o tema contribui para o acúmulo persistente de pesticidas na biosfera. Este capítulo detalha um estudo realizado na região do Baixo Rio São Francisco, entre Piranhas e a foz do rio, um trecho de aproximadamente 214 km. Durante o período de 21 a 30 de novembro de 2023, foram realizadas coletas de água em pontos estratégicos, alguns dos quais já revisados em 2021 e 2022 e outros adicionados devido à expansão da rizicultura e ao cultivo de camarões. O monitoramento analítico foi executado utilizando técnicas avançadas, como a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa triploquadrupolo.

**Palavras-chave:** cromatografia, extração, poluentes emergentes.

---

1 Laboratório de Sistemas de Separação e Otimização de Processos (LASSOP), Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

2 Laboratório de Aquicultura (LAQUA), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

## INTRODUÇÃO

Os pesticidas desempenham um papel crucial na proteção das culturas contra pragas e doenças, impactando diretamente na produtividade agrícola e, por conseguinte, no abastecimento global de alimentos. O uso desses agroquímicos é essencial para manter e melhorar o padrão de vida da população mundial. No entanto, ao longo das últimas décadas, observou-se um aumento significativo na concentração de pesticidas, que são considerados poluentes emergentes (PEs). Este aumento está relacionado ao desenvolvimento contínuo e ao refinamento de novas técnicas em diversos setores, incluindo carcinicultura, cultivo de arroz, atividades industriais e agrárias, além do manejo de resíduos hospitalares e esgoto doméstico, e a introdução de novos fármacos e produtos de higiene, limpeza e cosméticos (GEISSEN, 2015).

Globalmente, cerca de 2 milhões de toneladas de pesticidas são utilizadas anualmente, com herbicidas e inseticidas representando 47,5% e 29,5% do consumo total, respectivamente. Os principais consumidores desses produtos são países como China, Estados Unidos, Argentina, Índia, Japão, Canadá, Brasil, França, Itália e Tailândia (Moraes, 2019). O Brasil, um dos maiores importadores de agroquímicos e exportadores de produtos agrícolas, registra um consumo recorde de pesticidas, muitos dos quais são considerados altamente perigosos e produzidos na União Europeia. Surpreendentemente, cerca de 14% dos agrotóxicos exportados pela União Europeia para o Mercosul contêm substâncias proibidas ou nunca autorizadas na própria UE.

Entre 2019 e 2022, foram registradas 14.549 intoxicações por agrotóxicos no Brasil, resultando em 439 mortes, evidenciando uma grave crise de saúde pública. Durante este período, o Brasil também atingiu um recorde de novos registros de pesticidas, com mais de 1.800 novas aprovações, sendo 33 delas de produtos anteriormente proibidos na Europa (SALLORENZO, 2023).

A falta de dados sobre o destino e comportamento dos pesticidas no meio ambiente e as ameaças potenciais à saúde ecológica e humana destacam a necessidade urgente de desenvolver novas tecnologias para a remediação e tratamento dos recursos hídricos. A regulamentação para avaliação do impacto a longo prazo da exposição a baixos níveis desses compostos químicos ainda é inadequada, principalmente devido à falta de padrões para técnicas de análise instrumental (MONTAGNER et al., 2017).

Para uma compreensão abrangente dos efeitos dos contaminantes, é essencial quantificar e monitorar as concentrações dos poluentes desde a fonte de emissão até os diferentes compartimentos ambientais e organismos vivos, como invertebrados e peixes (PIZZOCHERO et al., 2019). Nesse contexto, pesquisadores da Universidade Federal de Alagoas têm colaborado ativamente no monitoramento de contaminantes emergentes no Baixo Rio São Francisco, envolvendo laboratórios como o Laboratório de Sistema de Separação e Otimização de Processos (LASSOP) e o Laboratório de Aquicultura (LAQUA), ambos do Centro de Ciências Agrárias.

Esses esforços coletivos são vitais para mitigar os impactos adversos dos pesticidas no ambiente e na saúde humana, promovendo uma gestão mais sustentável e segura dos recursos naturais.

## LEVANTAMENTO LITERÁRIO

Realizou-se uma revisão bibliográfica detalhada para identificar os principais contaminantes presentes em rios, destacando-se os pesticidas, frequentemente empregados na agricultura. A abordagem metodológica adotada envolveu o uso de padrões e agentes derivatizantes para a identificação desses poluentes, precedidos por etapas de pré-tratamento e extração, e finalizados com análises via cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas triplo quadrupolo (GC-MS/MS) (ACAYABA, 2017; PIZZOCHERO, 2019).



O processo inicia-se pela identificação e quantificação de poluentes emergentes em diversas localidades do Baixo São Francisco. Uma vez detectados, investiga-se os métodos mais eficazes para sua remoção, avaliando-se a eficiência de diferentes alternativas de tratamento e seus respectivos custos. Além disso, é crucial analisar tanto a toxicidade dos contaminantes quanto seus impactos ambientais.

Os pesticidas são reconhecidos por sua capacidade de proteger culturas contra pragas e doenças prejudiciais aos humanos. O uso controlado de agrotóxicos é, portanto, fundamental para sustentar e elevar o padrão de vida global. Conforme reportado por Saquib et al. (2021), aproximadamente 2 milhões de toneladas de pesticidas são usadas globalmente cada ano para combater ervas daninhas, insetos e outras pragas.

A preocupação internacional com o uso excessivo de pesticidas cresce à medida que estes tendem a acumular-se nos organismos aquáticos e nos sedimentos, aumentando os riscos à saúde humana. A expansão do mercado global de pesticidas é impulsionada pelo uso extensivo tanto em setores agrícolas quanto não agrícolas. A presença desses agrotóxicos em corpos d'água, tanto em superfícies quanto em águas subterrâneas, resulta frequentemente do escoamento de áreas agrícolas, residenciais, pecuárias e industriais.

O uso descontrolado de agrotóxicos compromete a qualidade da água e diminui a disponibilidade de água potável. Segundo Gunesser et al. (2017), a exposição crônica por ingestão de água contaminada pode reduzir a imunidade, desregular o equilíbrio hormonal, desencadear distúrbios reprodutivos, ter efeitos cancerígenos e afetar negativamente o desenvolvimento intelectual, especialmente em crianças.

No Brasil, o Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA, 2022), iniciativa da Agência Nacional de Águas, é estratégico para ampliar o entendimento sobre a qualidade das águas superficiais e contribuir para a gestão sustentável dos recursos hídricos. Este programa também orienta políticas públicas voltadas para a recuperação da qualidade ambiental em corpos d'água internos, como rios e reservatórios. Conforme estudos da Avaliação Nacional da Qualidade da Água (NAWQA), verifica-se que pesticidas são frequentemente detectados em águas superficiais (RIBEIRO, et al., 2007), evidenciando que a presença de agrotóxicos em tais águas decorre principalmente do escoamento superficial direto (BUSS, 2003).

De acordo com a NORMAN Network (2022), uma rede autossustentável de laboratórios de referência e centros de pesquisa para monitoramento de substâncias emergentes, atualmente há mais de 700 tipos de poluentes, incluindo metabólitos e produtos de transformação, catalogados como presentes em ambientes aquáticos.

#### **Classificação dos Pesticidas**

A classificação dos pesticidas é uma ferramenta essencial para entender seu uso, aplicação e impactos potenciais. Pesticidas são substâncias químicas ou biológicas usadas para controlar organismos que são considerados nocivos. Eles são categorizados com base em vários critérios, incluindo o tipo de praga que visam controlar, sua composição química, modo de ação e formulação. Entre essas, herbicidas e inseticidas representam os segmentos mais prevalentes, constituindo 47,5% e 29,5%, respectivamente, do consumo total de pesticidas a nível global. Os países que lideram o consumo desses agentes químicos incluem China, Estados Unidos, Argentina, Índia, Japão, Canadá, Brasil, França, Itália e Tailândia (GEISSEN, 2015). A Tabela 1, anexa, detalha as principais classes e os compostos específicos de inseticidas, herbicidas e fungicidas, oferecendo uma visão abrangente da distribuição e uso desses produtos essenciais no manejo agrícola.

**Tabela 1:** Classificação dos pesticidas com base nas espécies-alvo.

Pesticidas	Classes e Substâncias
Inseticida	Organoclorados: Endosulfan Organofosforados: Diazinon, Malathion, paration, clorpirifós Carbamato: Aldicarb, carbofuran, carbaril Piretróide: Deltametrina, Fenpropatrina Neonicotinóide: Acetamiprid, tiametoxam Degradado de fenilpirazol: Aldicarb sulfóxido, Endosulfan sulfato
Herbicida	Triazina: Atrazina, cianazina Cloroacetamida: alacloro, butacloro, dimetenamida, metolacloro
Fungicida	Benzamida: Fluopicolide, zoxamida Carboxamida: Boscalid captofol Hidrocarboneto clorado: Hexaclorbenzeno Organofosfato: Edifenfos, iprobenfos Clorofenil: Diclorano, quintozeno

Fonte: Greissen, 2015.

Os herbicidas são agentes químicos projetados para eliminar ervas daninhas, frequentemente integrados como reguladores no crescimento de plantas. Os inseticidas, utilizados tanto em fazendas quanto em instalações de armazenamento de alimentos e jardins domésticos, são essenciais para o controle de populações de insetos nocivos. Por sua vez, os fungicidas são aplicados para prevenir ou tratar infecções fúngicas em plantas ou sementes, sendo comum sua utilização tanto em estágios preventivos quanto após a ocorrência de infecções. Adicionalmente, os agrotóxicos podem ser categorizados conforme seu modo de ação contra as pragas, dividindo-se em destruidores, mitigantes e repelentes, conforme as classificações estabelecidas por MARCHI, et al. (2008) e GUEDES, et al. (2008).

## PRINCIPAIS USUÁRIOS

A contaminação das águas por agrotóxicos é um fenômeno resultante da liberação persistente desses produtos químicos, provenientes de atividades agrícolas, aplicações urbanas e instalações industriais de produção de pesticidas (JARDIM et al., 2009; RIGOTTO et al., 2014). Agricultores, como os principais usuários desses produtos, aplicam quantidades significativas de pesticidas para proteger e potencializar o rendimento das colheitas. A indústria de tratamento de madeira, por sua vez, também consome grandes volumes de inseticidas, contribuindo igualmente para a carga de poluentes (BURALLI, et al., 2020).

Os agrotóxicos aplicados podem ser liberados para o meio ambiente através de processos como lixiviação e escoamento, tornando-se uma das principais fontes de contaminação de águas superficiais. Além disso, o uso urbano de pesticidas, especialmente em jardins internos para controle de pragas, é uma fonte significativa de poluição hídrica. Estudos indicam que inseticidas são frequentemente mais detectados em ambientes urbanos do que outros tipos de pesticidas, como herbicidas e fungicidas (NUNES et al., 2021).

Com o advento da Revolução Verde, o aumento no consumo de agrotóxicos impulsionou a expansão da indústria de fabricação de pesticidas, elevando globalmente o número de produtores desses compostos químicos (AMEEN; RAZA, 2018). A lixiviação de pesticidas durante a fabricação e a disposição inadequada de resíduos e efluentes industriais são processos que contribuem substancialmente para a contaminação pontual das águas por pesticidas (KATAGI, 2013).

Desde 2008, o Brasil tornou-se o maior consumidor mundial de agroquímicos, ultrapassando os Estados Unidos. O consumo brasileiro de agrotóxicos alcançou aproximadamente 496 mil toneladas de ingredientes ativos em 2013, destacando-se na utilização intensiva dessas substâncias com implicações diretas para a qualidade das águas nacionais (RIGOTTO et al., 2014).

## **DINÂMICA AMBIENTAL DOS AGROTÓXICOS**

O estudo aprofundado sobre o destino e transporte de agrotóxicos é essencial para entender sua movimentação dentro da biosfera (BERGSTROM, 2000). Uma vez aplicados, os pesticidas podem seguir múltiplos caminhos. Os que não são absorvidos pelas plantas podem permanecer no solo, onde eventualmente sofrem degradação em diferentes formas químicas, ou serem retidos em sua forma original, contribuindo para a poluição do solo (BEDMAR et al., 2004; BEIGEL; DI PIETRO, 1999; KATAGI, 2013).

Os pesticidas solúveis são transportados através das moléculas de água, especialmente durante períodos de chuva intensa, infiltrando-se nas camadas mais profundas do solo e, potencialmente, contaminando as águas subterrâneas. Em contraste, compostos menos solúveis tendem a se acumular na camada superficial do solo, estando sujeitos a escoamento superficial e erosão, o que pode contaminar corpos d'água como lagos, córregos e rios (KATAGI, 2013; IBRAHIM et al., 2020).

O risco de contaminação por agrotóxicos é particularmente alto logo após sua aplicação na superfície do solo, na faixa de 0,25 a 0,85 cm da superfície (KATAGI, 2013). A volatilização para a atmosfera também é uma via de contaminação, ainda que menos significativa, com resíduos sendo depositados nos corpos d'água e no solo via precipitação. Predominantemente, os pesticidas ingressam no sistema hidrológico por lixiviação através das camadas do solo, e o nível de contaminação das águas é influenciado por uma série de fatores, incluindo as propriedades do pesticida, características do solo, condições ambientais locais, e práticas de aplicação e gestão (FOGG et al., 2004a, 2004b).

## **IMPACTOS NA SAÚDE HUMANA**

Apesar de sua importância crucial na proteção das culturas e matérias-primas, os pesticidas representam uma grave preocupação para a saúde humana. Estes compostos tendem a acumular-se nas membranas celulares, interferindo com as funções corporais vitais (SANKHLA et al., 2018; NUNES et al., 2021). A exposição humana aos pesticidas, principalmente através de contato dérmico e ingestão de água contaminada, pode resultar em uma série de problemas de saúde.

Foi comprovado que a exposição prolongada a pesticidas pode causar imunossupressão, interrupções hormonais, diminuição da inteligência, distúrbios reprodutivos e até câncer. Os impactos podem variar de problemas agudos, como irritação ocular, dores de cabeça e náuseas, a condições crônicas, incluindo doenças neurológicas como Parkinson, problemas de memória e cognição, questões reprodutivas, perturbações no desenvolvimento infantil, defeitos congênitos e câncer (SANKHLA et al., 2018).

## REGULAÇÃO E SEGURANÇA

Para mitigar esses riscos, diretrizes internacionais para níveis aceitáveis de pesticidas em água potável foram estabelecidas por organizações como a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO). Esses padrões visam garantir uma qualidade de água segura para consumo humano a longo prazo, levando em consideração variáveis socioeconômicas, dietéticas e geográficas (SOLOMON, 2015; SANKHLA et al., 2018).

No Brasil, o registro e controle de agrotóxicos é uma responsabilidade compartilhada entre vários ministérios, refletindo a preocupação do governo com a segurança alimentar e ambiental (MAPA, 2022). Métodos analíticos avançados são essenciais para detectar

## TÉCNICAS ANALÍTICAS AVANÇADAS EM MONITORAMENTO AMBIENTAL

De acordo com Chow et al. (2020), as dificuldades em estabelecer monitoramentos eficazes que forneçam dados significativos sobre o impacto dos agrotóxicos em ambientes aquáticos, tanto no âmbito nacional quanto internacional, podem ser atribuídas às complexidades analíticas na determinação de compostos químicos em diversas matrizes ambientais. A escolha de quais compostos devem ser regulamentados e monitorados é um desafio contínuo, envolvendo tanto a identificação precisa quanto a quantificação desses elementos.

Dentre as várias técnicas de preparo de amostras, destacam-se a extração líquido-líquido (LLE), extração em fase sólida (SPE), e a microextração em fase sólida (SPME), que têm sido amplamente aplicadas para a preparação de amostras de água e outras matrizes ambientais (MAJZIK-SOLYMOUS et al., 2001; VASILJEVIĆ et al., 2012; MUHLEN; LANÇAS, 2014). Notadamente, a SPME é recomendada pela Agência de Proteção Ambiental (EPA) como método preferencial para o pré-tratamento de poluentes orgânicos, devido à sua eficiência, economia de reagentes, segurança e alta sensibilidade (HWANG; LEE, 2000).

Esta técnica baseia-se no equilíbrio entre o analito e a fase extratora, que geralmente consiste em uma fibra revestida com um polímero similar aos utilizados em colunas de cromatografia gasosa, como Polidimetilsiloxano (PDMS), Polietilenoglicol (PEG) e Poliacrilato (PA) (ABDULRA'UF et al., 2012). A SPME pode ser realizada através da exposição da fibra ao headspace da amostra ou por imersão direta na amostra líquida. Para matrizes complexas, a técnica de headspace-SPME é geralmente preferida para evitar entupimentos e interferências na fibra extratora, sendo essencial que os analitos sejam suficientemente voláteis para migrar para o headspace (NASCIMENTO et al., 2019).

No entanto, limitações são observadas quando analitos hidrofóbicos são absorvidos nas paredes dos recipientes de amostra, o que pode reduzir a precisão da determinação. Isso sugere que amostragem *in situ* via SPME poderia ser uma abordagem promissora para superar tais desafios (MENEZES et al., 2009).

A Espectrometria de Massa (MS) é outra técnica fundamental no arsenal de ferramentas analíticas para o monitoramento ambiental, reconhecida por sua sensibilidade e especificidade excepcionais. Quando combinada com a Cromatografia Gasosa (GC), a GC-MS se torna uma metodologia poderosa, capaz de realizar a identificação estrutural e quantificação precisa de pesticidas e outros poluentes ambientais (RAINHA, 2011). Essa abordagem é também reforçada por normas internacionais como ISO 27108:2013 e ASTM D 6520:2000, destacando a importância de integrar técnicas de extração inovadoras como a SPME com métodos analíticos robustos para garantir a precisão e a relevância dos resultados obtidos (NATANGELO et al., 1999).

A técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas em tandem (GC-MS/MS) representa uma evolução significativa no campo das análises ambientais, oferecendo sensibilidade e especificidade ainda maiores na detecção de contaminantes. Especialmente eficaz para a identificação e quantificação de compostos orgânicos voláteis e semi-voláteis, a GC-MS/MS permite a análise simultânea de múltiplos alvos com alta resolução e precisão.

A integração do headspace dinâmico com a GC-MS/MS é particularmente valiosa para o monitoramento de voláteis em amostras ambientais. Esta técnica envolve a coleta e análise de gases ou vapores que são emitidos por uma amostra em condições controladas de temperatura e pressão. O headspace dinâmico é eficaz para minimizar a interferência de matrizes complexas, permitindo uma análise mais limpa e direta dos analitos voláteis. Esta abordagem é ideal para detectar compostos em baixas concentrações e é amplamente utilizada para amostras de água, solo e resíduos, onde a presença de solventes e outros extrativos pode complicar outras formas de extração.

Para assegurar a conformidade e a qualidade das análises realizadas com GC-MS/MS e headspace dinâmico, diversas normas internacionais podem ser aplicadas:

O presente trabalho usa uma combinação de SPE, LLE e GC-MS/MS com um injeto automático headspace dinâmico como ferramenta analítica para a triagem de mais de 100 compostos em águas superficiais, na parte baixa do Rio São Francisco. Os objetivos deste estudo foram:

(1) estabelecer um único procedimento de extração utilizando SPE que permita a determinação multirresíduo de compostos selecionados, pertencentes a diferentes grupos químicos, nas águas superficiais do rio São Francisco;

(2) combinar a etapa de preparação da amostra com o uso de GC-MS/MS usando o modo de monitoramento de íons (SIM; Selective Ion Monitoring) e (SCAN; Scanning), selecionado para a qualificação dos analitos-alvo e investigação de outros possíveis contaminantes em escalas de traço como “femto” (10<sup>-15</sup>) ou 0,000.000.000.000.001;

(3) aplicar a metodologia desenvolvida para a análise de rotina de amostras de água do rio São Francisco, em diferentes estações, no âmbito de um inquérito alargado de monitorização da qualidade da água, que incluiu 1 amostra (jusante) em 7 municípios na bacia do rio; e,

(4) avaliar o risco provocado pelos pesticidas no rio São Francisco.

## **ÁREA DE ESTUDO**

O estudo foi conduzido na região do Baixo Rio São Francisco, que se estende desde Paulo Afonso, na Bahia, até a foz do rio, localizada entre os estados de Alagoas e Sergipe. Esta seção do rio, com aproximadamente 214 km de extensão, é de vital importância tanto por sua biodiversidade quanto por sua relevância socioeconômica. As amostras foram coletadas entre os dias 21 à 30 de novembro de 2023, em locais estrategicamente selecionados ao longo do rio para abranger uma representação abrangente das condições ambientais da área (Tabela 2).

A escolha desses pontos de coleta visa capturar a variabilidade hidrológica e química ao longo do curso d'água, oferecendo insights sobre os impactos das atividades humanas e naturais na qualidade da água e nos ecossistemas aquáticos. A região estudada é caracterizada por uma complexa interação entre usos agrícolas, industriais e domésticos, o que a torna um local ideal para investigar a dispersão e o destino de contaminantes, incluindo agrotóxicos e outros poluentes.

O período selecionado para a coleta coincide com a estação seca na região, o que pode influenciar tanto a concentração quanto a dispersão de poluentes devido às variações no volume de água. Este fator é crucial para entender os padrões de contaminação ao longo do ano e avaliar a eficácia das estratégias de gestão de recursos hídricos.

**Tabela 2:** Pontos de coleta de amostra de água, no Baixo São Francisco, à jusante, meio e montante de cada cidade percorrida.

Cidades	Geolocalização da coleta de amostra
Piranhas (Montante)	La -9.634636°; Lo -37.772106°
Piranhas (Meio)	La -9.626478°; Lo -37.753860°
Piranhas (Jusante)	La -9.626073°; Lo -37.737331°
Pão de Açúcar (Ponto Extra)	La -9.748644°; Lo -31.454550°
Pão de Açúcar (Montante)	La -9.751697°; Lo -37.448509°
Pão de Açúcar (Meio)	La -9.756926°; Lo -37.433359°
Pão de Açúcar (Jusante)	La -9.759289°; Lo -37.416873°
Traipu (Montante)	La -9.981786°; Lo -37.019320°
Traipu (Meio)	La -9.973113°; Lo -37.003438°
Traipu (Jusante)	La -9.974403; Lo -37.987300
São Brás (Montante)	La -10.081364°; Lo -36.946077°
São Brás (Meio)	La -10.094182°; Lo -36.932136°
São Brás (Jusante)	La -10.113580°; Lo -36.923741°
Própria (Extra)	La -10.190813°; Lo -36.848374°
Própria (Montante)	La -10.202712; Lo -36.839365°
Própria (Meio)	La -10.208520°; Lo -36.831024°
Própria (Jusante)	La -10.215454°; Lo -36.814174°
Chinaré (Montante)	La -10.267124°; Lo -36.692895°
Chinaré (Meio)	La -10.266735°; Lo -36.670579°
Chinaré (Jusante)	La -10.258459°; Lo -36.650924°
Penedo (Montante)	La -10.272553°; Lo -36.594262°
Penedo (Meio)	La -10.290554°; Lo -36.586836°
Penedo (Jusante)	La -10.307138°; Lo -36.578184°
Piaçabuçu (Montante)	La -10.398236°; Lo -36.457077°
Piaçabuçu (Meio)	La -10.408114°; Lo -36.437666°
Piaçabuçu (Jusante)	La -10.421960°; Lo -36.420970°

Fonte: Autores, 2024.

As amostras foram recolhidas em recipientes de vidro, devidamente higienizados, com capacidade de armazenamento de 20 mL, previamente identificadas e posteriormente armazenadas a temperatura de 3 a 6°C.

## **METODOLOGIA**

Foram coletadas no total 26 amostras de água superficial segundo a tabela 2. As amostras foram recolhidas em recipientes de vidro âmbar, devidamente higienizados, com capacidade de armazenamento de 1 L, previamente identificadas e posteriormente armazenadas a temperatura de 3 a 6°C (ANA, 2011).

Os compostos utilizados para estudo e identificação foram selecionados a partir de um levantamento bibliográfico e referente aos principais cultivos da parte baixa do Rio São Francisco (Paulo Afonso à Foz do Rio São Francisco). Os padrões dos pesticidas, total de 31 compostos químicos, foram adquiridos da Supelco (USA) em ampola de 1 mL.

As análises foram realizadas nos espaços da expedição como também no Laboratório de sistema de separação e otimização de processos (LASSOP) situado no Centro de Tecnologia (CTEC), da Universidade Federal de Alagoas.

Para a extração dos compostos orgânicos, foram aplicadas 4 técnicas de extração microextração em fase sólida por headspace (HS-SPME) EPA method 6040D, extração líquido-líquido (LLE) EPA 625, extração líquido - sólido EPA method 352°C e extração por headspace dinâmico EPA Method 524.2.

As normas mencionadas, são procedimentos estabelecidos pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (Environmental Protection Agency - EPA) para a análise de compostos orgânicos em amostras ambientais. Cada método possui especificações detalhadas sobre a preparação da amostra, condições de extração, análise, e os parâmetros de qualidade para garantir a precisão e a confiabilidade dos resultados.

### **EPA Method 6040D: Microextração em Fase Sólida por Headspace (HS-SPME)**

Este método é uma variação específica de técnicas de HS-SPME designada para a extração de compostos voláteis e semi-voláteis de amostras aquosas ou sólidas. Ele é frequentemente aplicado na determinação de contaminantes orgânicos em amostras ambientais, como águas superficiais, subterrâneas e efluentes industriais. Fornece uma abordagem eficiente e ambientalmente amigável, reduzindo a necessidade de solventes orgânicos e minimizando a geração de resíduos.

### **Procedimento Experimental para HS-SPME**

#### **Preparação da Amostra:**

As amostras foram colocadas em um vial de headspace de 20 mL fechado hermeticamente. Para amostras sólidas, foram necessários adicionar água Milli-Q para facilitar a liberação dos compostos voláteis ao headspace.

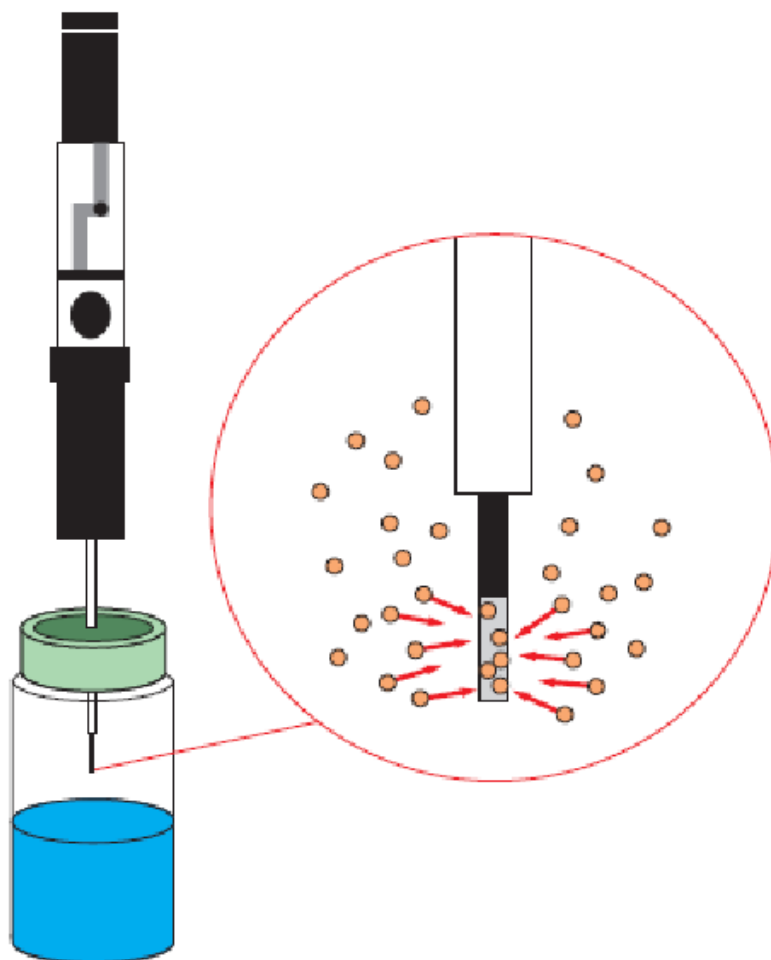
#### **Equilíbrio:**

O vial foi aquecido a uma temperatura específica de 70°C para acelerar o equilíbrio dos compostos voláteis entre a amostra e o headspace.

#### **Exposição da Fibra:**

Uma fibra revestida com uma fase estacionária fibra de divinilbenzeno/carboxen/polidimetilsiloxano (DVB/CAR/PDMS 65Qm) é exposta ao headspace da amostra por um período de tempo determinado de 30 min. Os compostos voláteis são adsorvidos pela fibra, a figura abaixo demonstra o procedimento experimental.

**Figura 1:** Princípios de extração por microextração headspace-fase sólida (HS-SPME).



Fonte: Schmidt & Podmore, 2015.

Desorção:

Após a adsorção, a fibra é inserida no injetor de um cromatógrafo gasoso (GC-MS/MS), onde os compostos são rapidamente desorvidos pela alta temperatura de 250°C.

Análise Cromatográfica:

Os compostos desorvidos são separados e quantificados por cromatografia gasosa, foi utilizado um cromatógrafo de gás com interface direta com um espectrômetro de massa de armadilha de íons (Shimadzu, GC-MS-TQ8050 NX com um HS-20NX, Kyoto, Japan). As condições cromatográficas foram: temperatura do injetor, 260°C; modo de injeção, sem divisão; coluna capilar, DB-5, 60 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno, espessura de película de 0,25 Qm (Agilent J&W); temperatura do forno, 45°C mantida por 5 min, depois aumentada para 300°C a uma taxa de 5°C min<sup>-1</sup>; gás hélio a uma pressão constante de 100 kpa; temperatura da linha de transferência, 250°C; faixa de aquisição, 45–500 m/z. Os cromatogramas foram monitorados no modo SCAN e SIM.

### **EPA 625 & 3520C: Extração Líquido-Líquido (LLE) & Extração Líquido-Sólido**

Este método descreve a extração líquido-líquido e extração líquido-sólido para a análise de poluentes orgânicos prioritários em efluentes industriais e municipais, bem como em sedimentos e águas superficiais e subterrâneas. Especifica os solventes orgânicos a serem usados, as razões de volume de amostra para solvente, as condições de agitação e separação das fases, além das etapas de purificação e concentração do extrato. É uma técnica clássica, conhecida pela sua robustez e eficácia na extração de uma ampla gama de compostos orgânicos.



## Procedimento Experimental do Método EPA 525.2 & 3520C

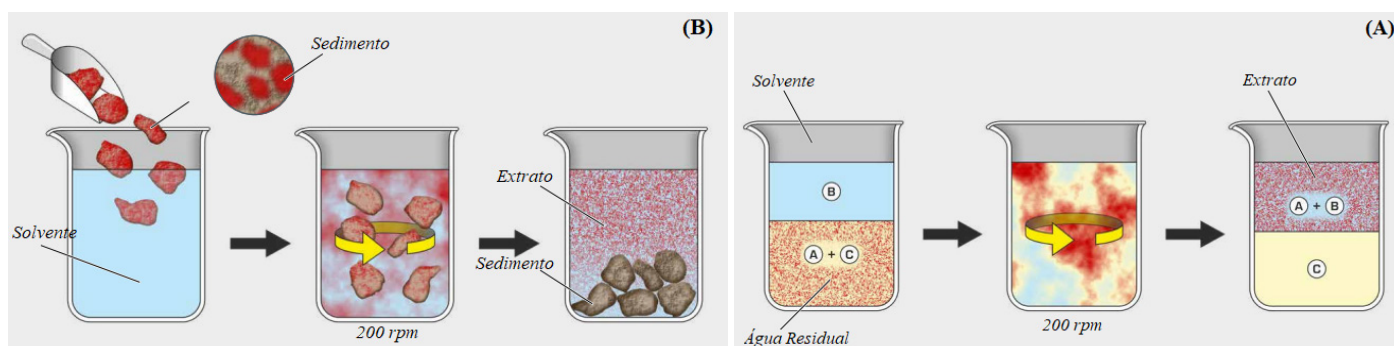
### Preparação da Amostra:

As amostras de água e sedimentos foram coletadas e preservadas de acordo com as diretrizes específicas (ANA) para evitar a degradação dos compostos de interesse. Foram armazenados em frascos de vidro âmbar sob baixa temperatura.

### Extração Líquido-Líquido & Líquido-Sólido:

A amostra de sedimento e aquosa foram extraídas com solventes orgânicos imiscíveis com água (diclorometano, hexano, 2-propanol, ciclohexano e acetonitrila). Este processo envolveu a agitação de 200 rpm das amostras juntamente com o solvente orgânico separadamente conforme a figura abaixo, permitindo que os compostos orgânicos sejam transferidos das fases aquosa e sólida para a fase orgânica. A fase orgânica, que contém os compostos de interesse, é separada e coletada.

**Figura 2:** Princípio da extração líquido-líquido (A) e líquido-sólido (B).



**Fonte:** [https://www.gunt.de/images/download/extraction\\_english.pdf](https://www.gunt.de/images/download/extraction_english.pdf) (modificada), 2024.

### Concentração do Extrato:

O extrato orgânico é concentrado por evaporação do solvente, utilizando um rotoevaporador, até um volume definido de 1mL.

### Limpeza:

A matriz das amostras e dos compostos de interesse, passaram por uma etapa de limpeza adicionais para remoção de interferentes usando cartuchos de limpeza. Após esse procedimento foram realizadas as análises cromatográficas.

### Análise Cromatográfica:

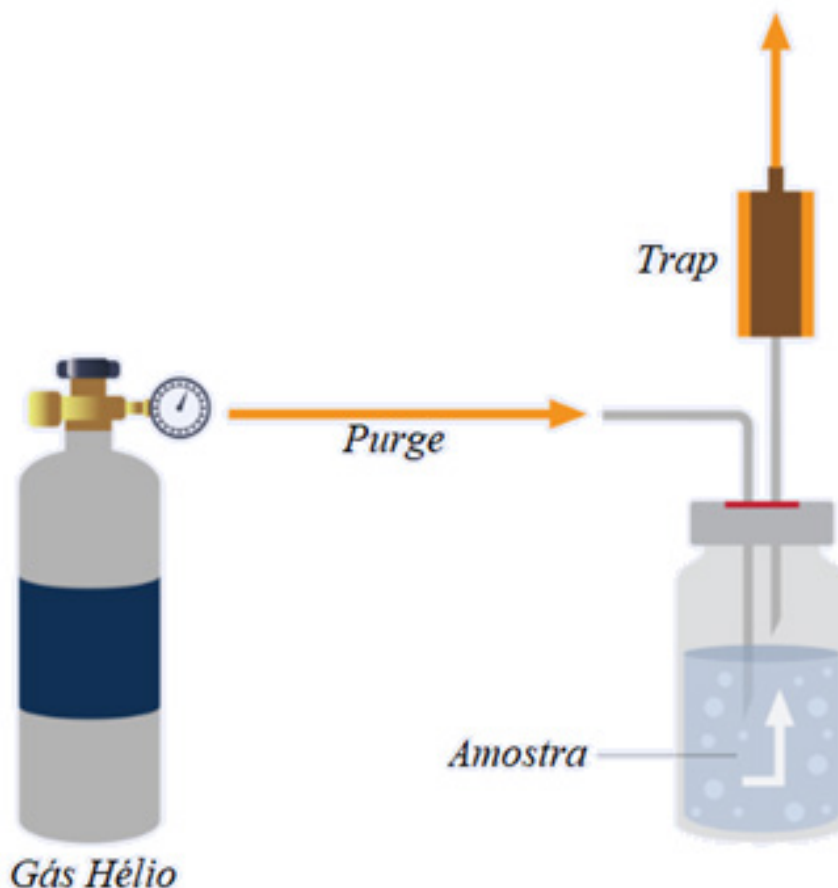
Os compostos extraídos são separados e quantificados por cromatografia gasosa, foi utilizado um cromatógrafo de gás com interface direta com um espectrômetro de massa de armadilha de íons (Shimadzu, GC-MS-TQ8050 NX com um HS-20NX, Kyoto, Japan). As condições cromatográficas foram: temperatura do injetor, 260°C; modo de injeção, sem divisão; coluna capilar, DB-5, 60 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno, espessura de película de 0,25 Qm (Agilent J&W); temperatura do forno, 45°C mantida por 5 min, depois aumentada para 300°C a uma taxa de 5°C min<sup>-1</sup>; gás hélio a uma pressão constante de 100 kpa; temperatura da linha de transferência, 250°C; faixa de aquisição, 45–500 m/z. Os cromatogramas foram monitorados no modo SCAN e SIM.

### EPA Method 524.2: Extração por Headspace Dinâmico

Especificamente desenvolvido para a análise de compostos orgânicos voláteis em água potável e sedimentos, este método utiliza a técnica de headspace dinâmico para

isolar e concentrar os analitos antes da sua análise por cromatografia gasosa. Detalha o processo de purga e armadilha (purge-and-trap) dos voláteis presentes no headspace da amostra, a desorção dos compostos capturados, e as condições cromatográficas para a análise. Ela permite a determinação sensível e precisa de contaminantes voláteis em matrizes aquosas, contribuindo para a segurança da água potável.

**Figura 3:** Princípio esquemático do método purge-and-trap.



Fonte: <https://www.gerstelus.com/blog/dynamic-headspace-vs-purge-and-trap-a-comparative-insight/> (modificado), 2024.

## Procedimento Experimental do Método EPA 524.2

### Preparação da Amostra:

As amostras de água são coletadas em frascos âmbar limpos e conservadas sob baixa temperatura e com um conservante, como o ácido clorídrico (HCl), para manter o pH abaixo de 2, o que ajuda a preservar os VOCs entre outros compostos na amostra. Extração (Purga e Armadilha).

### Purga:

A amostra é aquecida a uma temperatura controlada de 70°C para facilitar a transferência dos VOCs da fase líquida para a fase gasosa (headspace). Um fluxo de gás inerte (hélio 5.0 grau analítico, White Martins) é então utilizado para purgar os VOCs do líquido e sedimentos para o headspace, onde são transportados para a armadilha, a figura abaixo ilustra esse procedimento.

### Armadilha:

Os compostos purgados são capturados em uma armadilha contendo material adsorvente (Shimadzu, GC-MS-TQ8050 NX com um HS-20NX, Kyoto, Japan). A armadilha é projetada para concentrar os compostos voláteis enquanto permite que o gás inerte e outros componentes não voláteis passem.

### Desorção:

Após a captura, os compostos são desorvidos da armadilha pelo aquecimento de 250°C e transportados para o sistema de GC-MS/MS - Cromatografia Gasosa Acoplada a Espectrometria de Massas Triplo Quadrupolo para análise.

Foi utilizado um cromatógrafo de gás com interface direta com um espectrômetro de massa de armadilha de íons (Shimadzu, GC-MS-TQ8050 NX com um HS-20NX, Kyoto, Japan). As condições cromatográficas foram: temperatura do injetor, 260°C; modo de injeção, sem divisão; coluna capilar, DB-5, 60 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno, espessura de película de 0,25 Qm (Agilent J&W); temperatura do forno, 45°C mantida por 5 min, depois aumentada para 300°C a uma taxa de 5°C min<sup>-1</sup>; gás hélio a uma pressão constante de 100 kpa; temperatura da linha de transferência, 250°C; faixa de aquisição, 45–500 m/z. As condições do headspace foram Temperatura do forno: 70°C; Temperatura da linha de amostra: 150°C; Temperatura da linha de transferência: 150°C; Temperatura de resfriamento do trap: 5°C; Temperatura de desorção do trap: 250°C; Temperatura de equilíbrio do trap: 25°C. Os cromatogramas foram monitorados no modo SCAN e SIM.

### Controles e Calibração

Foram utilizados padrões internos e curvas de calibração para quantificação dos analitos, os padrões estão descritos na tabela abaixo, todos os padrões foram adquiridos da empresa Merck - Sigma-Aldrich. Controles de qualidade devem ser analisados juntamente com as amostras para assegurar a precisão e a confiabilidade dos resultados.

**Tabela 3:** Padrões escolhidos para monitoramentos do baixo Rio São Francisco

Nº DO PRODUTO	PADRÕES
48625	Vinyl chloride solution, 200 µg/mL in methanol, analytical standard
CRM48805	EPA Phthalate Esters Mix, certified reference material, 2000 µg/mL each component in methanol, ampule of 1 mL
E9884	Ethylenediaminetetraacetic acid, ACS reagent, 99.4-100.6%, powder - 100G
45463	Diuron, PESTANAL®, analytical standard - 250G
CRM48777	EPA VOC Mix 2 - , 2000 µg/mL each component in methanol, ampule of 1 mL
CRM47940	PAH Calibration Mix - certified reference material, 10 µg/mL each component in acetonitrile
5164	(Aminomethyl)phosphonic acid - 50MG
45993	Styrene - 250MG
31518	2,4-D - 250MG
45553	Mancozeb - 100MG
41089	Alachlor solution - certified reference material, 1000 µg/mL in methanol

<b>CRM48392</b>	Triazine Pesticides Standards Mix - certified reference material, TraceCERT®, 100 µg/mL each component in methanol
<b>23701</b>	Acrylamide 100MG
<b>2562</b>	1,2-Dicloroetano - 1ML
<b>45379</b>	Chlordecone - 25MG
<b>45607</b>	Parathion - 100MG
<b>45395</b>	Chlorpyrifos - 100MG
<b>36163</b>	Metolachlor - 100MG
<b>36165</b>	Metribuzin - 100MG
<b>45531</b>	2-Imidazolidinethione - 250MG
<b>36967</b>	1,1-Dichloroethane - 1G
<b>45333</b>	Azinphos-methyl - 250MG
<b>45689</b>	Thiram - 250MG
<b>45340</b>	(±)-Epichlorohydrin purum, ≥99% (GC) - 500ML
<b>32055</b>	Carbaryl - 250MG
<b>32061</b>	Trifluralin - 250MG
<b>32051</b>	Propargite - 100MG
<b>36791</b>	Chlorothalonil - 250MG
<b>861237</b>	Organophosphate (OP) Pesticide Mix-certified reference material, 100 µg/mL each component in hexane
<b>32013</b>	Tebuconazole - 250MG
<b>76887</b>	1,4-Dioxane - 5ML
<b>CRM47426</b>	EPA CLP Organochlorine Pesticide Mix
<b>36181</b>	Omethoate - 100MG
<b>36848</b>	Epoxiconazole - 100MG
<b>43728</b>	BTEX Solution - 1ML
<b>46856-U</b>	EPA 531.1 Carbamate Mix
<b>47377</b>	EPA 8270 Phenols Mix
<b>B1760</b>	Benzo[a]pyrene - 100MG
<b>PE1550</b>	Organochlorine Pesticides Ampule 2 - WS - 2ML
<b>37924</b>	Thiamethoxam - 100MG
<b>34375</b>	Thiodicarb - 250MG
<b>36531</b>	Difenoconazol - 250MG
<b>36171</b>	Molinate - 100MG
<b>45632</b>	Profenofos - 250MG
<b>PE1161</b>	Organophosphorus Pesticides - WP - 2ML
<b>PE1435</b>	Diquat/Glyphosate/Paraquat - WS - 2ML

34344	Flutriafol - 100MG
45368	<u>Carbendazim</u> - 250MG
45315	Acephate - 250MG
861291	PAH Mix 3 - certified reference material, in methylene chloride: methanol (1:1)
36774	Picloram - 250MG
46068	Cyproconazol - 100MG
PE1042	<u>Volatile 1 -WS</u> - 2ML
46451	<u>Fipronil</u> -100MG
34232	<u>Prothioconazole</u> - 100MG

Fonte: Autores, 2024.

Foi utilizada a técnica (GC-MS/MS) - Cromatografia Gasosa Acoplada a Espectrometria de Massas Triplo Quadrupolo, técnica que informará quais compostos orgânicos considerados poluentes emergentes persistem na água e em sedimento. Foi utilizado um cromatógrafo de gás com interface direta com um espectrômetro de massa de armadilha de íons (Shimadzu, GC-MS-TQ8050 NX com um HS-20NX, Kyoto, Japan). As condições cromatográficas foram: temperatura do injetor, 260°C; modo de injeção, sem divisão; coluna capilar, DB-5, 60 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno, espessura de película de 0,25 Qm (Agilent J&W); temperatura do forno, 45°C mantida por 5 min, depois aumentada para 300°C a uma taxa de 5°C min<sup>-1</sup>; gás hélio a uma pressão constante de 100 kpa; temperatura da linha de transferência, 250°C; faixa de aquisição, 45–500 m/z. Os cromatogramas GC/MS foram monitorados no modo SCAN e SIM. As condições do headspace foram: Temperatura do forno: 70°C; Temperatura da linha de amostra: 150°C; Temperatura da linha de transferência: 150°C; Temperatura de resfriamento do trap: 5°C; Temperatura de desorção do trap: 250°C; Temperatura de equilíbrio do trap: 25°C.

As amostras utilizando as 4 técnicas de extração descritas foram caracterizados utilizando uma abordagem qualitativa e os constituintes foram identificados por índice de retenção (IR) (item 2.5); como também por similaridade e comparação dos espectros de massas (>90%) obtidos com os fornecidos pela biblioteca do equipamento (NIST 08s, NIST 27, NIST 20). As análises foram realizadas no equipamento do Laboratório de Sistema de Separação e Otimização de Processos (LASSOP).

## ÍNDICE DE RETENÇÃO (IR)

O Índice de Retenção (IR), também conhecido como Índice de Retenção de Kovats, é um parâmetro utilizado em cromatografia gasosa para identificar compostos químicos. Desenvolvido por Ervin Kovats em 1958, o IR permite a comparação padrão da eluição de compostos químicos através de diferentes colunas cromatográficas e condições operacionais. Ele é particularmente útil porque fornece uma maneira de descrever o tempo de retenção de um composto de maneira que seja comparável entre diferentes experimentos e laboratórios.

O Índice de Retenção é calculado com base nos tempos de retenção de hidrocarbonetos não ramificados (alcanos) que são injetados na mesma coluna cromatográfica sob as mesmas condições do composto de interesse. A fórmula para calcular o IR de um composto é dada por:

$$IR = 100 \times \left[ n + \frac{N-n}{t_N-t_n} \times (t_x - t_n) \right]$$

Fonte: Autores, 2024.

**Onde:**

IR é o Índice de Retenção do composto.

n é o número de átomos de carbono no alcano mais próximo com tempo de retenção menor que o composto.

N é o número de átomos de carbono no alcano mais próximo com tempo de retenção maior que o composto.

tx é o tempo de retenção do composto.

tn é o tempo de retenção do alcano com n átomos de carbono.

tN é o tempo de retenção do alcano com N átomos de carbono.

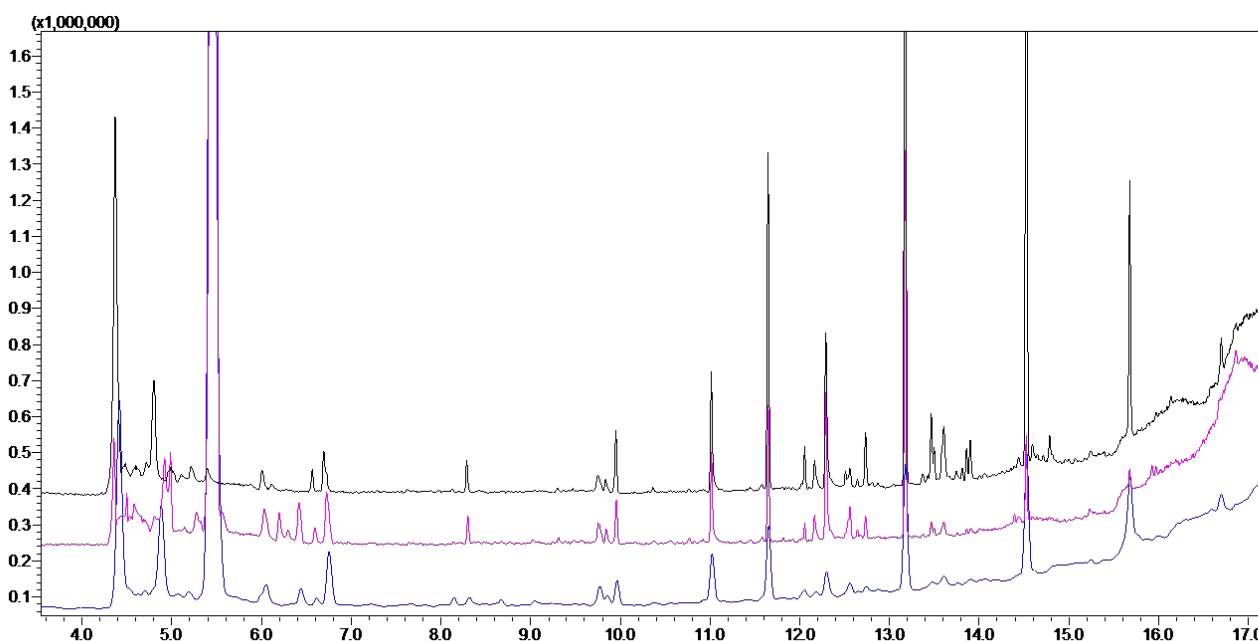
**RESULTADOS**

As análises das amostras não apresentaram pico interferentes, conferindo seletividade ao método desenvolvido. A faixa de linearidade investigada para os padrões (n=6), os coeficientes de correlação linear, limite de detecção (LD), limite de quantificação (LQ) e valores máximos, estabelecidos pelo Ministério da Saúde na Portaria n. 518 de 2004.

Foram calibrados os padrões, com coeficiente de correlação linear (R2) variando entre 0,981 a 0,996. Os limites de detecção para o método permaneceram na faixa de 0,005 a 1,0 Qg L-1, e os limites de quantificação ficaram entre 0,001 e 0,003 Qg L-1, atendendo os valores estabelecidos pela legislação.

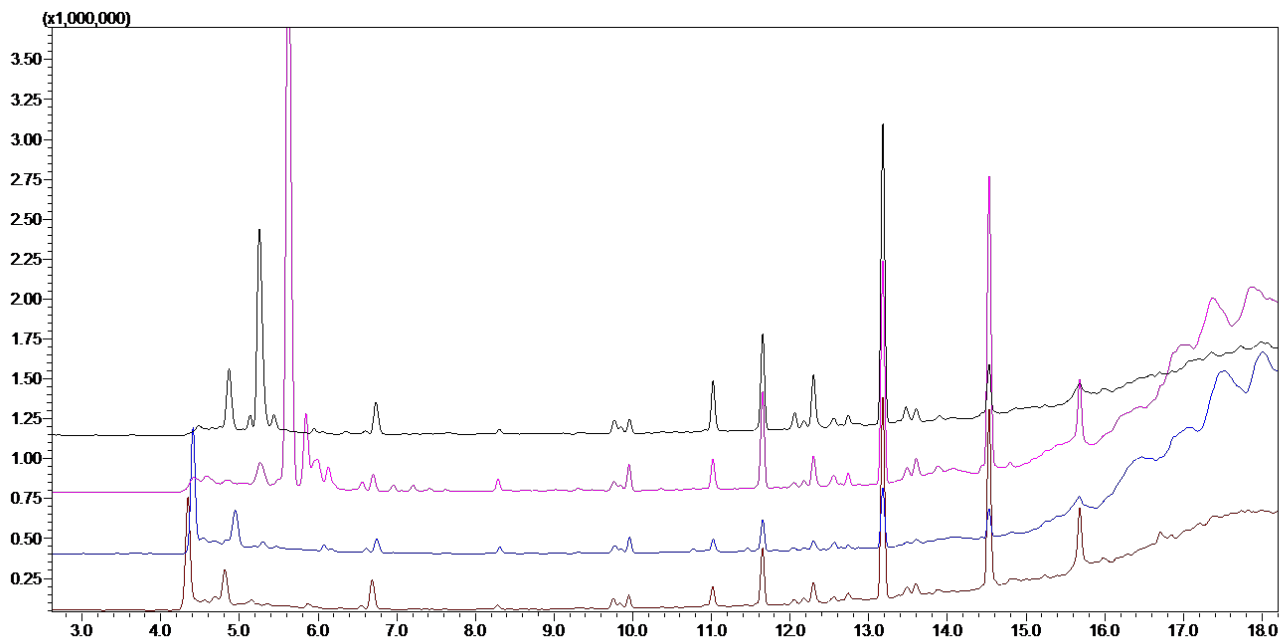
Todo o monitoramento analítico foi realizado utilizando a GC-MS/MS. O perfil cromatográfico no modo SCAN é apresentado nas figuras 5 a 13.

**Figura 5:** Perfil cromatográfico no Modo Scan, dos compostos monitorados no Baixo São Francisco em Piranhas.



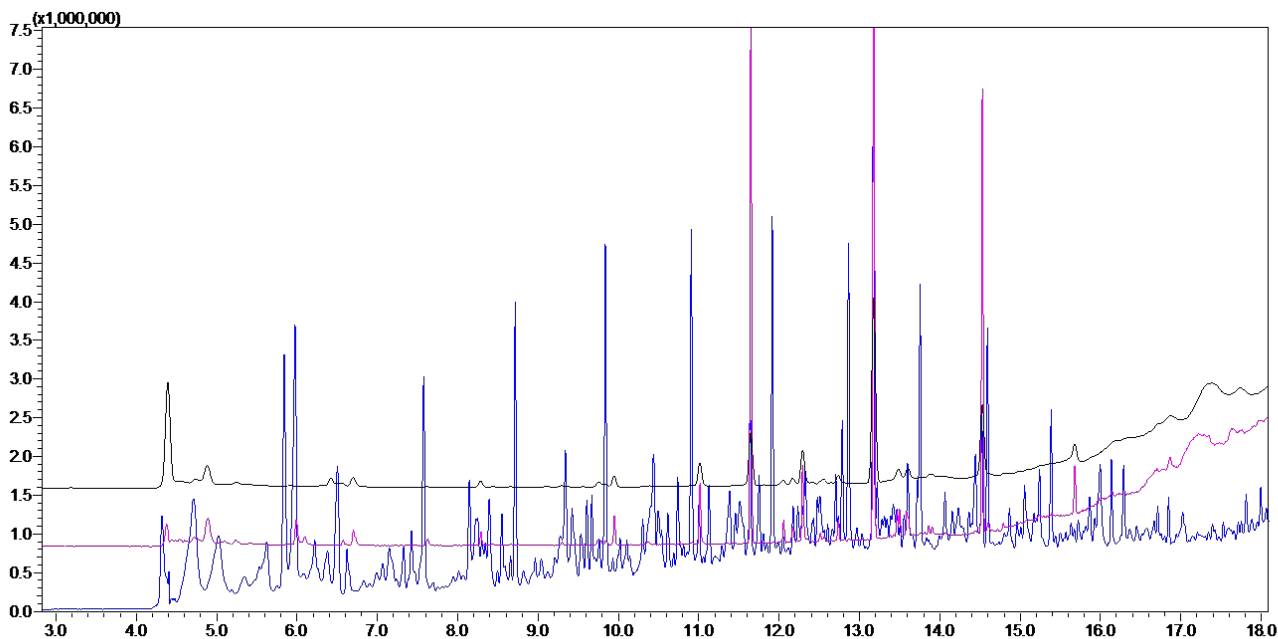
Fonte: Autores, 2024.

**Figura 6:** Perfil cromatográfico no Modo Scan, dos compostos monitorados no Baixo São Francisco em Pão de Açúcar.



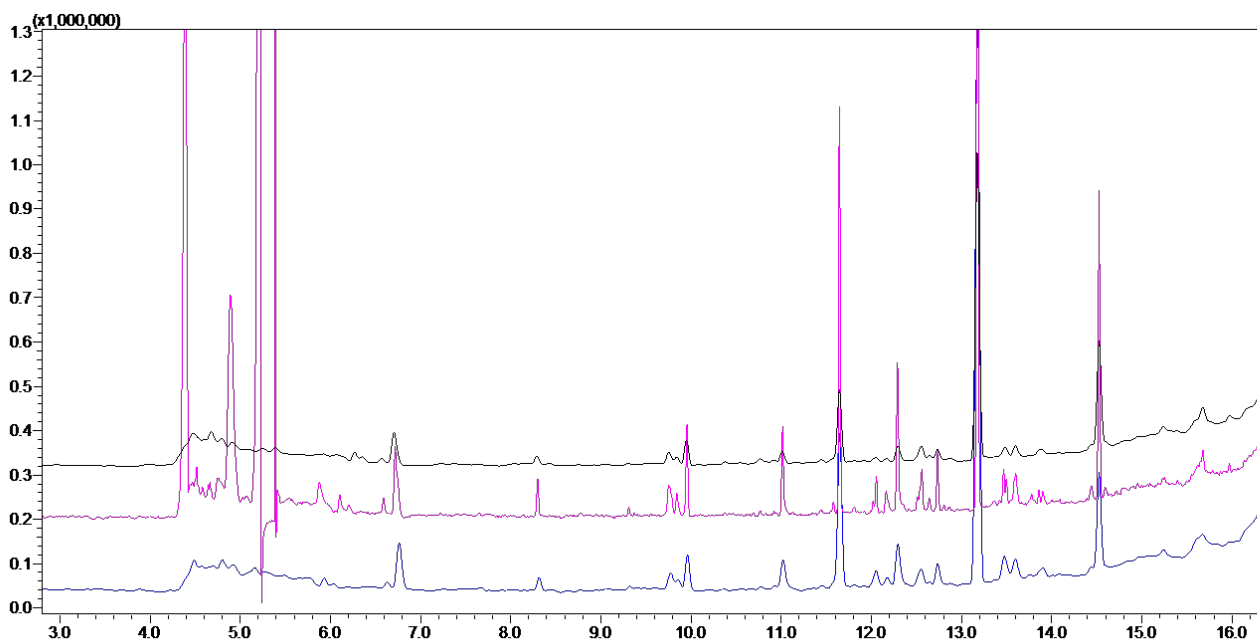
Fonte: Autores, 2024.

**Figura 7:** Perfil cromatográfico no Modo Scan, dos compostos monitorados no Baixo São Francisco em Traipu.



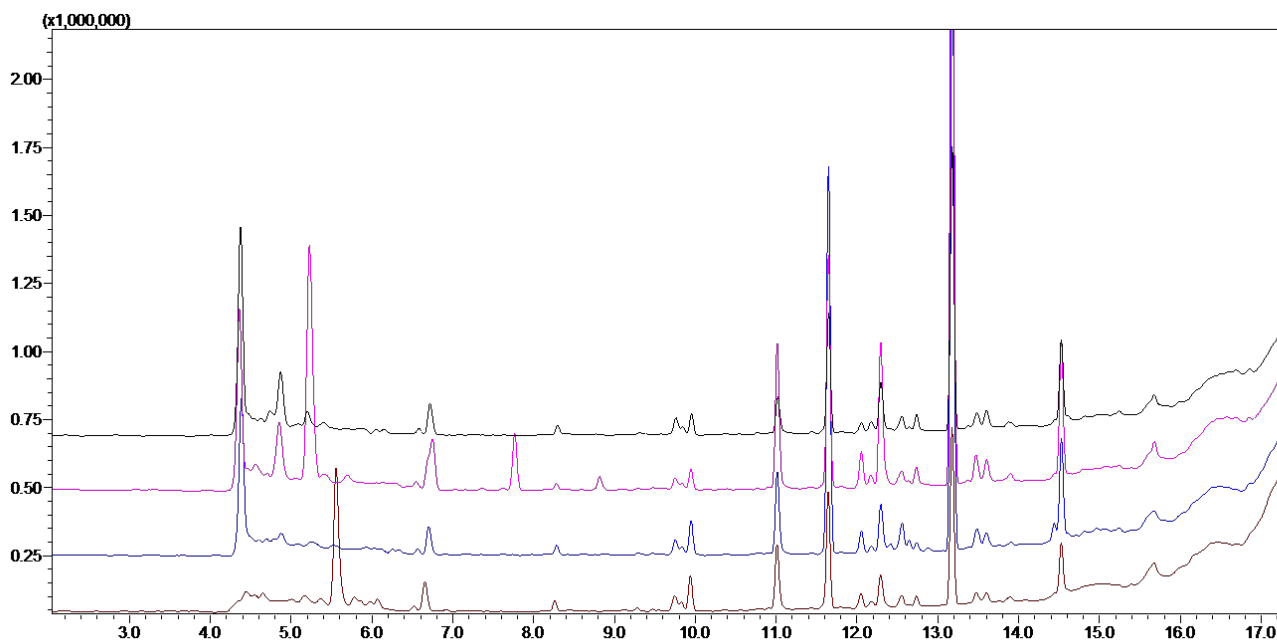
Fonte: Autores, 2024.

**Figura 8:** Perfil cromatográfico no Modo Scan, dos compostos monitorados no Baixo São Francisco em São Brás.



Fonte: Autores, 2024.

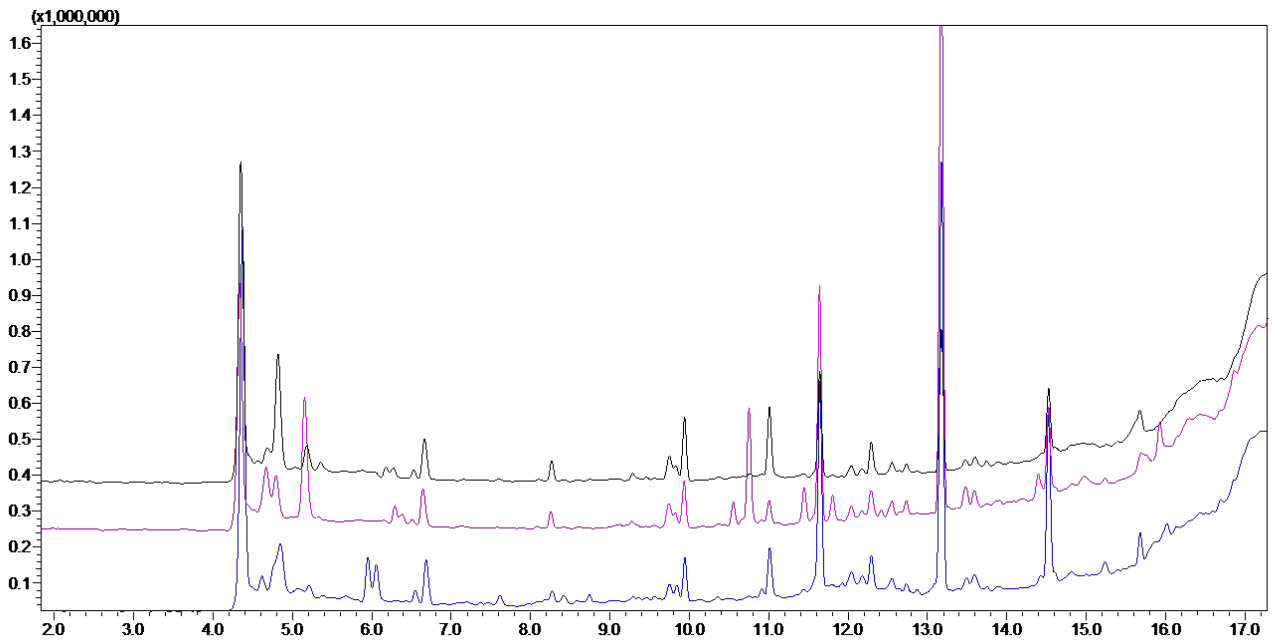
**Figura 9:** Perfil cromatográfico no Modo Scan, dos compostos monitorados no Baixo São Francisco em Propriá.



Fonte: Autores, 2024.

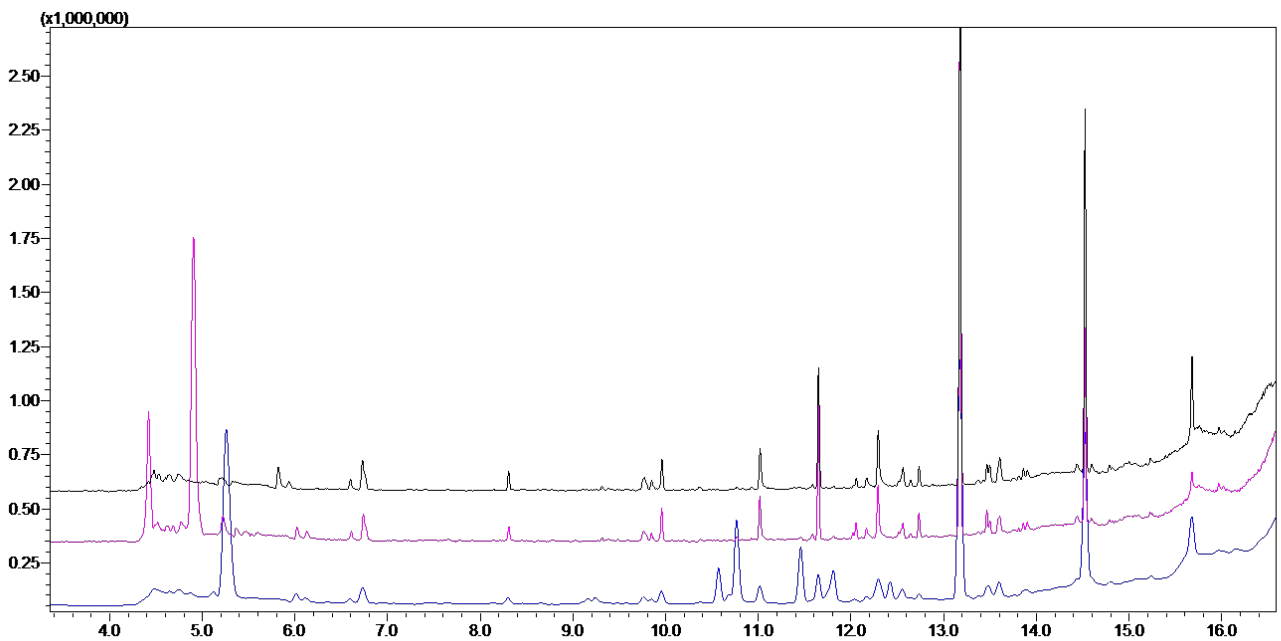


**Figura 10:** Perfil cromatográfico no Modo Scan, dos compostos monitorados no Baixo São Francisco em Chinaré.



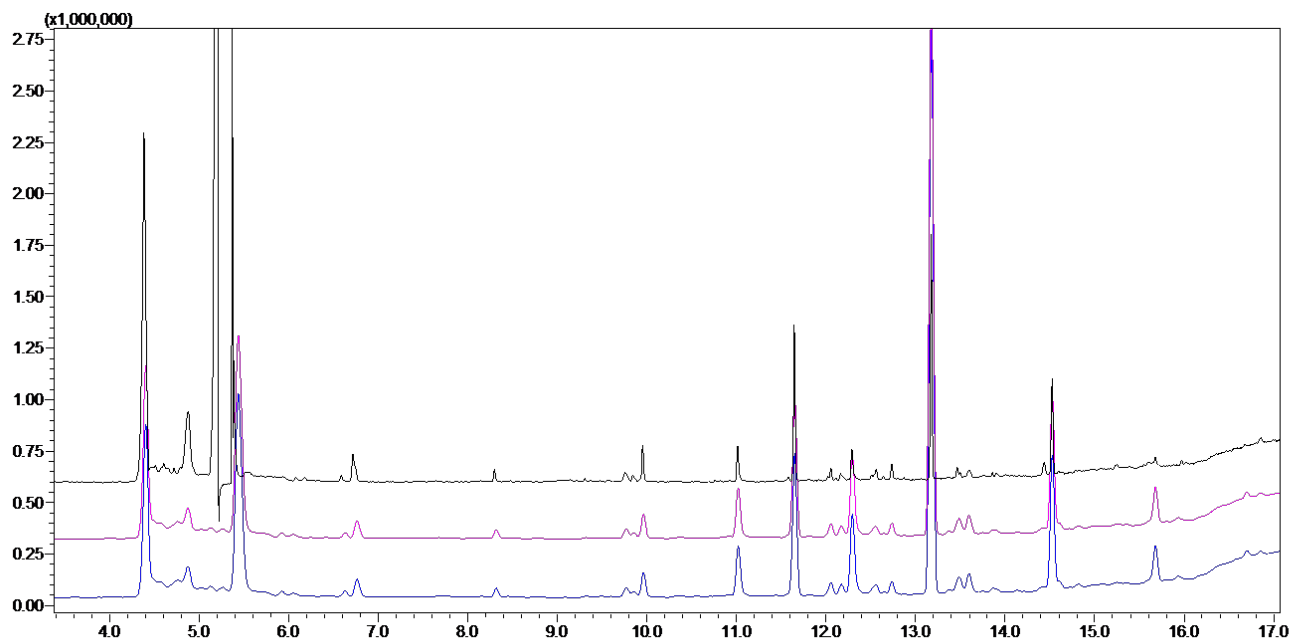
Fonte: Autores, 2024.

**Figura 11:** Perfil cromatográfico no Modo Scan, dos compostos monitorados no Baixo São Francisco em Penedo.



Fonte: Autores (2024).

**Figura 12:** Perfil cromatográfico no Modo Scan, dos compostos monitorados no Baixo São Francisco em Piaçabuçu.



Fonte: Autores, 2024.

Através do perfil cromatográfico comparativo das águas coletadas nos municípios banhados pelo Rio São Francisco, podemos observar grandes semelhanças entre as amostras. Essas similaridades são evidentes tanto nas amostras coletadas a montante, jusante e intermediárias quanto entre os diferentes municípios. No entanto, o perfil do município de Traipu (amostra Jusante) destacou-se significativamente devido à complexidade e quantidade dos compostos detectados.

A análise cromatográfica revelou que, embora haja uma uniformidade geral nos tipos de compostos presentes ao longo do rio, as concentrações e a diversidade de contaminantes em Traipu foram notavelmente mais elevadas. Este município apresentou uma variedade maior de poluentes, possivelmente indicando fontes específicas de contaminação localizadas ou atividades antropogênicas mais intensas. A presença de uma ampla gama de compostos químicos complexos sugere que fatores adicionais, como descargas industriais, uso agrícola intensivo e outros despejos locais, podem estar contribuindo para esta maior complexidade química.

Grande parte dos compostos identificados nas amostras de água são originários da degradação natural do meio ambiente, como matéria orgânica proveniente da vegetação, além de compostos comumente encontrados em corpos d'água. Esses compostos incluem tanto produtos de decomposição de plantas quanto substâncias que ocorrem naturalmente em ecossistemas aquáticos, como ácidos húmicos e fúlvicos, além de nutrientes e minerais dissolvidos.

A presença desses compostos naturais, embora esperada, fornece uma linha de base crucial para diferenciar entre poluentes antropogênicos e naturais. A análise cromatográfica revelou perfis complexos, especialmente em áreas com maior atividade biológica, onde a decomposição de matéria orgânica contribui significativamente para a composição química da água.

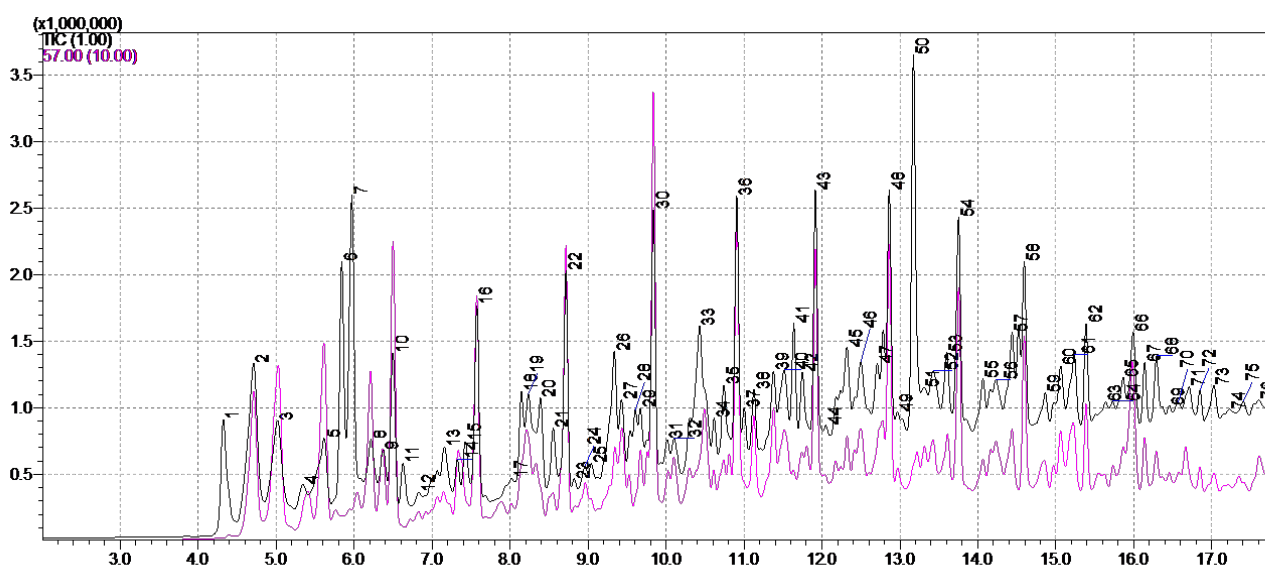
Contudo, foram identificados também compostos de origem industrial e de combustíveis, entre outros como: benzeno, etil benzeno, xilenos, tolueno, decanal, naftalenos. Esses compostos incluem hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), solventes industriais, aditivos de combustíveis e subprodutos de processos de manufatura.

A presença desses poluentes antropogênicos indica influências significativas

de atividades humanas, como descargas industriais, vazamentos de combustíveis e escoamento urbano. A detecção desses compostos é particularmente preocupante devido ao seu potencial impacto negativo na saúde humana e nos ecossistemas aquáticos. Muitos desses poluentes são persistentes, bioacumulativos e têm propriedades tóxicas que podem afetar a fauna e a flora local.

A identificação precisa e a quantificação desses compostos são essenciais para avaliar o nível de contaminação e para implementar medidas de remediação apropriadas. Essas informações podem orientar políticas ambientais mais eficazes, promovendo práticas industriais mais sustentáveis e a mitigação de impactos ambientais adversos. Como mencionado anteriormente, a amostra coletada a jusante de Traipu apresentou um perfil significativamente diferente das demais, o que será explorado com mais detalhes a seguir.

**Figura 13:** Perfil cromatográfico no Modo Scan, dos compostos monitorados no Baixo São Francisco em Jusante de Traipu com o ion 57.



Fonte: Autores, 2024.

Os compostos químicos presentes nessa revelam uma complexidade significativa em termos de origem e potencial toxicidade. Dentre os compostos identificados, alguns se destacam pela sua alta toxicidade e impactos adversos à saúde humana e ao meio ambiente. Este texto aborda em detalhe os compostos mais preocupantes encontrados, enfatizando suas propriedades tóxicas e os riscos associados à sua presença nos ecossistemas aquáticos.

## COMPOSTOS ALTAMENTE TÓXICOS

### 1. Hydrazine, methyl- (Methylhydrazine)

Methylhydrazine é um composto extremamente tóxico e carcinogênico, amplamente utilizado como propelente de foguetes. Sua alta reatividade o torna particularmente perigoso, causando danos severos ao sistema nervoso central, fígado e rins. Além disso, a exposição prolongada pode resultar em efeitos mutagênicos, aumentando o risco de câncer. No ambiente, este composto pode contaminar a água e o solo, representando uma ameaça significativa para a vida aquática e para os seres humanos que entram em contato com ele.

## **2. Butane, 1,1,3,4-tetrachloro-1,2,2,3,4,4-hexafluoro-**

Compostos contendo cloro e flúor, como o Butane, 1,1,3,4-tetrachloro-1,2,2,3,4,4-hexafluoro-, são altamente tóxicos e persistentes no meio ambiente. Eles têm a capacidade de bioacumular-se nos organismos, causando efeitos a longo prazo tanto na saúde humana quanto na vida silvestre. Esses compostos são conhecidos por sua estabilidade química, o que dificulta sua degradação natural, tornando-os contaminantes duradouros no ecossistema.

## **3. Piperazine, 1,4-bis[2-(3-chlorophenoxy)ethyl]-**

As piperazinas substituídas, como a Piperazine, 1,4-bis[2-(3-chlorophenoxy)ethyl]-, possuem propriedades tóxicas que incluem toxicidade aguda e potencial carcinogenicidade. Este composto é frequentemente utilizado em aplicações industriais e farmacêuticas, e sua liberação no ambiente pode levar a contaminações que afetam a fauna aquática e a saúde humana através da cadeia alimentar.

## **4. Oxirane, dodecyl-**

Os oxiranos, como o Oxirane, dodecyl-, são compostos altamente reativos que podem causar irritação severa aos olhos, pele e sistema respiratório. Alguns epóxidos são suspeitos de serem carcinogênicos, tornando sua presença na água uma preocupação séria. A exposição a esses compostos pode resultar em sensibilização e reações alérgicas, além de potenciais danos crônicos à saúde.

## **5. Hexanal**

Hexanal é um aldeído que pode causar irritação respiratória e cutânea. Em concentrações mais altas, este composto pode ser tóxico, afetando negativamente o fígado e os rins. No ambiente aquático, Hexanal pode impactar negativamente a qualidade da água, afetando organismos que dependem dessa fonte para sobrevivência.

## **6. Nonanal**

Semelhante ao Hexanal, o Nonanal é irritante para os olhos, pele e sistema respiratório. Pode causar sensibilização e reações alérgicas em indivíduos expostos. Sua presença em corpos d'água pode indicar contaminação por atividades industriais ou agrícolas, afetando a biota aquática e potencialmente entrando na cadeia alimentar humana.

## **7. Benzaldehyde**

Embora encontrado em baixas concentrações em várias plantas, o Benzaldehyde, em concentrações elevadas, pode causar irritação nos olhos, pele e trato respiratório. Ele é moderadamente tóxico se ingerido e pode causar sensibilização cutânea. Na água, Benzaldehyde pode afetar a vida aquática e representar riscos para a saúde pública.

## **8. Cyclohexane, 1,2,3-trimethyl-**

Hidrocarbonetos cíclicos como o Cyclohexane, 1,2,3-trimethyl- são nocivos ao sistema nervoso central e tóxicos por inalação. A presença deste composto na água indica possíveis contaminações industriais e pode afetar a saúde dos organismos aquáticos e humanos expostos.

Os pesticidas identificados na tabela 4 não tiveram valores acima do (LQ), portanto, estão abaixo da concentração permitida segundo a Resolução CONAMA N° 357. CONAMA (2005).

**Tabela 4:** Compostos identificados nos 6 municípios do Baixo São Francisco utilizando o método SPME/GC/MS, modo SIM.

	Pir nhas	P ão de Açúcar	T raipu	Sã o Brás	P rópria	P enedo
DDT					<i>i</i> <i>d.</i>	<i>i</i> <i>d.</i>
Aldrin					<i>i</i> <i>d.</i>	<i>i</i> <i>d.</i>
Beta-BHC					<i>i</i> <i>d.</i>	<i>i</i> <i>d.</i>
Heptachlorepoxide			<i>i</i>	<i>id.</i>		
Isomer B			<i>d.</i>			
Lindane		<i>i</i> <i>d.</i>	<i>i</i> <i>d.</i>	<i>id.</i>	<i>i</i> <i>d.</i>	<i>i</i> <i>d.</i>
γ-Chlordane					<i>i</i> <i>d.</i>	<i>i</i> <i>d.</i>

*id.* - identificação do contaminante.

Fonte: Autores, 2024.

A Tabela 5 apresenta os compostos identificados, utilizando o método SPME/GC/MS no modo SCAN, em seis municípios do Baixo São Francisco.

**Tabela 5:** Compostos identificados nos 6 municípios do Baixo São Francisco utilizando o método HS-SPME/GC/MS, modo SCAN.

	Pir anhas	P ão de Açúcar	T raipu	Sã o Brás	P rópria	P enedo
1,4-Diclorobenzeno					<i>i</i> <i>d.</i>	<i>i</i> <i>d.</i>
2-Etil Hexanol						<i>i</i> <i>d.</i>
2,6,10,15-Tetramethylheptadecane			<i>i</i> <i>d.</i>			
3-Trifluoroacetoxypentadecane				<i>id.</i>		
Carbendazim	<i>id.</i>					
Fluoroacetamida	<i>id.</i>	<i>i</i> <i>d.</i>	<i>i</i> <i>d.</i>	<i>id.</i>	<i>i</i> <i>d.</i>	<i>i</i> <i>d.</i>
Naftaleno	<i>id.</i>					
Oxima-, metoxi-fenil-					<i>i</i> <i>d.</i>	<i>i</i> <i>d.</i>
Tolueno	<i>id.</i>	<i>i</i> <i>d.</i>			<i>i</i> <i>d.</i>	<i>i</i> <i>d.</i>

*id.* - identificação do contaminante.

Fonte: Autores, 2024.

A tabela 6 apresenta a classificação, enquanto sua aplicação, como também, sua classe toxicológica segundo “Resolução da Diretoria Colegiada, RDC 294 (2019), correlacionando com a ocorrência à jusante das cidades.

**Tabela 6:** Ocorrência e classificação dos pesticidas e substâncias químicas identificadas nos 6 municípios do Baixo São Francisco.

	Aplicação	Classe Toxicológica	Ocorrência
1,4-Diclorobenzeno	Inseticida	III	Propriá / Penedo
2-Etil Hexanol	Pesticida organoclorado	III	Penedo
2,6,10,15-Tetramethylheptadecane	Hidrocarb oneto	II	Traipu Propriá / Penedo
Aldrin	Inseticida	III	
Beta-BHC	Fungicida /	II	Propriá / Penedo
Carbendazim	Inseticida		Piranhas
DDT	Fungicida	1	
Fluoroacetamida	Inseticida	II	Propriá / Penedo
Heptachlorepoxide Isomer B	Pesticida organoclorado	I	Todas Traipu / São Brás
Lindane	Inseticida	II	Exceto Piranhas
Naftaleno	Inseticida / HPA	I	Piranhas
Oxima-, metoxi-fenil-	Fungicida	III	Propriá / Penedo
Tolueno	BTEX	III	Exceto Traipu e São Brás
y-Clordane	Fungicida /Inseticida	II	Propriá / Penedo

Fonte: Autores, 2024.

Dentre os 14 compostos identificados, 3 são classificados como extremamente tóxicos (I), 6 são classificados como altamente tóxicos (II) e 5 são classificados como medianamente tóxicos (III). Na cidade de Pão de Açúcar, foram detectados lindane, fluoroacetamida e tolueno, sendo dois deles altamente tóxicos. Em Traipu, os compostos identificados foram heptachlorepoxi de isomer B, lindane, 2,6,10,15-tetramethylheptadecane e fluoroacetamida, incluindo um de extrema toxicidade e dois de alta toxicidade. Em São Brás, foram encontrados heptachlorepoxi de isomer B, lindane, 3-Trifluoroacetoxypentadecane e fluoroacetamida, com três compostos idênticos aos encontrados em Traipu.

Propriá e Penedo apresentaram a maior diversidade de contaminantes pesticidas, com a presença de DDT, aldrin, beta-BHC, lindane,  $\gamma$ -chlordan, 1,4-diclorobenzeno, fluoroacetamida, oxima-metoxi-fenil e tolueno. Em Penedo, foi adicionalmente detectado o poluente 2-etil hexanol. Propriá e Penedo identificaram, respectivamente, 9 e 10 dos 31 poluentes estudados.

Um ponto de preocupação significativo é a presença do composto fluoroacetamida, um raticida agudo e altamente tóxico, em todas as amostras coletadas nas seis cidades. Este composto é conhecido por seus efeitos adversos severos à saúde humana e ao meio ambiente.

Os dados das coletas de 2024 mostraram semelhanças notáveis com as coletas anteriores, confirmando a persistência desses compostos tóxicos nos mesmos locais. A identificação repetida de compostos como fluoroacetamida e lindane, tanto em 2021 quanto em 2022, sugere uma fonte contínua ou um comportamento persistente desses poluentes no ambiente.

Com base na identificação desses compostos, foi realizada uma avaliação bibliográfica detalhada sobre sua classificação toxicológica e os possíveis impactos ambientais e à saúde humana. Os compostos classificados como extremamente e altamente tóxicos, como lindane e fluoroacetamida, são conhecidos por causar sérios efeitos adversos, incluindo neurotoxicidade, carcinogenicidade e toxicidade aguda em organismos aquáticos e terrestres.

A presença contínua e disseminada desses poluentes enfatiza a necessidade urgente de monitoramento ambiental constante e de estratégias eficazes de remediação. Medidas rigorosas de controle e regulamentação são essenciais para mitigar os riscos associados a esses contaminantes e proteger tanto a saúde humana quanto a integridade dos ecossistemas aquáticos.

## CONCLUSÃO

O método GC-MS/MS desenvolvido neste trabalho demonstrou ser fundamental para determinar a presença de pesticidas no Baixo São Francisco, exibindo extrema sensibilidade e seletividade. Este método atende aos requisitos na faixa de Qg L-1, mesmo na presença de matéria orgânica em diferentes concentrações. Os modos SIM e SCAN aplicados na determinação dos pesticidas apresentaram resultados excelentes, mesmo em amostras com altos níveis de matéria orgânica. Os limites de detecção e quantificação encontrados foram baixos, porém suficientes para detectar essas substâncias em níveis inferiores aos estabelecidos pela legislação nacional.

Nas amostras foram detectados grande quantidade de compostos, incluindo organoclorados, inseticidas, fungicidas e hidrocarbonetos como naftaleno e tolueno. Devido aos efeitos adversos que esses pesticidas podem causar à saúde e ao meio ambiente, o monitoramento contínuo das águas é crucial para a qualidade de vida. O estudo foi realizado na parte do Baixo São Francisco, abrangendo o trecho entre Paulo Afonso e a foz do rio, com um trajeto de aproximadamente 214 km de extensão.

Este estudo mostrou-se essencial para alertar e conscientizar a população e os responsáveis pela política pública e meio ambiente sobre a presença de contaminantes perigosos na água. A ocorrência de novos contaminantes “não regulamentados” requer

um monitoramento mais constante e detalhado. Portanto, este estudo fornece subsídios importantes para a implementação de novas políticas e regulamentações específicas, fundamentais para alcançar e manter o equilíbrio saudável do meio ambiente. Além disso, as semelhanças nos perfis de contaminantes observadas nas coletas de 2024 em relação aos dados de 2022 e 2021 indicam a persistência e recorrência desses compostos, reforçando a necessidade de ações imediatas e eficazes de remediação e prevenção.

## REFERÊNCIAS

ABDULRA'UF, L.B. A. B.; WASIU, A. H. A; TAN, G.H. SPME Fibers for the Analysis of Pesticide Residues in Fruits and Vegetables: A Review, *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, v. 42, n. 2, p. 152-161, 2012.

ACHIRAMAN, S., ARCHUNAN, G. Characterization of urinary volatiles in Swiss male mice (*Mus musculus*): bioassay of identified compounds. *J Biosci*, v. 27, n. 7, p. 679-686, 2002.  
ALCÂNTARA, H.R. & BRASIL, A.O.M. *Toxicologia Geral*. São Paulo: Organização Andrei Editora, p. 450, 1974.

AMARAL, A. V. C.; ASSIS, P. R. FRANÇA, F. M. Intoxicação por organoclorado em Tamanduá-Bandeira - Relato de Caso. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.1, n.21, 2015, 1242 p. Disponível em <<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/agrarias/intoxicacao%20por%20organoclorado.pdf>> . Acesso em: 13 abr. 2022.

ATSDR. Resumen de Salud Pública Heptacloro y epóxido de heptacloro. División de Toxicología y Medicina Ambiental, 2007. Disponível em < [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs12.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs12.pdf) > . Acesso em: 13 abr. 2022.

AYESHA, A.; SHAHID, R. Green Revolution: a review, *International Journal of Advances in Scientific Research*, v. 3, n. 12, p. 129-137, 2018.

AZEVEDO, A. P. M. Efeito de produtos químicos e ruído na gênese de perda auditiva ocupacional. *Dissertação (Mestrado em Saúde Pública)*. Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2004.

BEDMAR, F.; COSTA, J. L.; SUERO, E.; GIMENEZ, D. Transport of atrazine and metribuzin in three soils of the humid pampas of Argentina. *Weed Technol*, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2004  
BEIGEL, C.; DI PIETRO, L. Transport of triticonazole in homogeneous soil columns: Influence of nonequilibrium sorption. *Soil Sci Soc Am J*, v. 63, n. 5, p. 1077-1086, 1999.

BERGSTRÖM, L. Leaching of agrochemicals in field lysimeters—A method to test mobility of chemicals in soil. In: Cornejo J, J. P (eds). *Pesticide/Soil Interactions. Some Current Research Methods*, INRA, Paris, 2000.

BHUVANESWARI, R.; NAGARAJAN, V.; CHANDIRAMOULI. R., DFT study on the adsorption properties of aldrin and dieldrin molecules on blue phosphorene nanotubes. *Physica B: Condensed Matter*, v. 626, p. 413545, 2022.

BURALLI, R. J., RIBEIRO, H., IGLESIAS, V., MUÑOZ-QUEZADA, M.T., LEÃO, R.S., MARQUES, R.C., ALMEIDA, M.M.C., GUIMARÃES, J.R.D., Occupational exposure to pesticides and health symptoms among family farmers in Brazil. *Rev Saude Publica*, v. 54, p. 133, 2020.



BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F., NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. *Cad. Saúde Pública*, v. 19, n. 2, p. 465-473, 2003.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Alfa-Hexaclorociclohexano, Beta-Hexaclorociclohexano e Lindano. Laboratório de Informações Toxicológicas. Ficha de Informação Toxicológica (FIT). Governo de São Paulo, 2012. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2022/02/Alfa-Hexaclorociclohexano-Beta-Hexaclorociclohexano-e-Lindano.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2022.

CHOW, R., SCHEIDEGGER, R., DOPPLER, T., DIETZEL, A., FENICIA, F., STAMM, C., A review of long-term pesticide monitoring studies to assess surface water quality trends, *Water Research X*, v.9, p. 100064, 2020.

CONAMA 357. Resolução CONAMA/MMA Nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível [http://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=450](http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450). Acesso em 11/11/2021.

FOGG, P.; BOXALL, A. B.; WALKER, A.; JUKES, A. Degradation and leaching potential of pesticides in biobed systems. *Pestic Manag Sci*, v. 60, n. 7, p. 645-654, 2004.

FOGG, P.; BOXALL, A. B.; WALKER, A.; JUKES, A. Leaching of pesticides from biobeds: Effect of biobed depth and water loading. *J Agric Food Chem*, v. 52, n. 20, p. 6217-6227, 2004.

FORSTER, L. M. K.; TANNHAUSER, M.; TANNHAUSER, S. L. Toxicologia do tolueno: aspectos relacionados ao abuso. *Revista de Saúde Pública*, v. 28, n. 2, p. 167-172, 1994.

FRESCURA, L.M., DE MENEZES, B.B., DUARTE, R., DA ROSA, M.B. Application of multivariate analysis on naphthalene adsorption in aqueous solutions. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 27, n. 3, p. 3329-3337, 2019.

GEISSEN, V.; MOL, H.; KLUMPP, E.; UMLAUF, G.; NADAL, M.; PLOEG, M. V. D.; ZEE, SJOERD E.A.T.M. VAN DE; R.; COEN J., Emerging pollutants in the environment: A challenge for water resource management, *International Soil and Water Conservation Research*, v. 3, n. 1, p. 57-65, 2015.

GUEDES, R.N.C., PICANÇO, M., PEREIRA, E., SILVA, É.M., SILVA, G.A., SOUSA, F.F., Características dos principais grupos de inseticidas e acaricidas, In book: *Produtos fitossanitários (fungicidas, inseticidas, acaricidas e herbicidas)*, p. 489-518 2008.

GUNESER, O.; DEMIRKOL A.; YUCEER, Y. K.; TOGAY. S. O.; HOSOGLU. M. I.; ELIBOL, M., Production of flavor compounds from olive mill waste by *Rhizopus oryzae* and *Candida tropicalis*, *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 48, v. 2, p. 275-285, 2017.

GUPTA, P.K., Chapter 45 - Toxicity of Fungicides, Editor(s): Ramesh C. Gupta, *Veterinary Toxicology (Third Edition)*, Academic Press, 2018, 569-580 p.

HWANG B.H., LEE M.R., Solid-phase microextraction for organochlorine pesticide residues analysis in Chinese herbal formulations. *J Chromatogr A*, v. 898, n. 2, 2000, 245-56 p.

IBRAHIM, H.M., & AL-TURKI A.M., Assessment of the Environmental Risk of Pesticides Leaching at the Watershed Scale under Arid Climatic Conditions and Low Recharge Rates, *Water*, v. 12, n. 2, p. 418, 2000.

JARDIM, I.C.S.F., ANDRADE, J.A., QUEIROZ, S.C.N., Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global – um enfoque às maçãs, *Quim. Nova*, v. 32, n. 4, p. 996-1012, 2009.

KATAGI, T., Soil Column Leaching of Pesticides, *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, v.221, p. 1-105, 2009.

LOOMIS D, GUYTON K, GROSSE Y, EL GHISSASI F, BOUVARD V, BENBRAHIM-TALLAA L, GUHA N, MATTOCK H, STRAIF K, Carcinogenicity of lindane, DDT, and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. *The Lancet Oncology*, v. 16, n. 8, p. 891-892. 2015.

LI, J., ZHOU, X., ZHANG, C., ZHAO, Y., ZHU, Y., ZHANG, J., BAI, J., XIAO, X., The Effects of Carbendazim on Acute Toxicity, Development, and Reproduction in *Caenorhabditis elegans*, *J. Food Quality*, v.2020 p. 6, 2020.

MAJZIK-SOLYMOS E, VISI E, KÁROLY G, BEKE-BERCZI B, GYÖRFI L. Comparison of extraction methods to monitor pesticide residues in surface water. *J Chromatogr Sci.*, v.39, n.8, p. 325-31, 2001.

MARCHI, G.; MARCHU, E. C. S.; GUIMARÃES, T. G.; Os herbicidas são compostos exterminadores de ervas, Technical Report, Embrapa, 2008.

MARIA, J. P., NAGARAJAN, V., CHANDIRAMOULI, R., Chemosensing nature of black phosphorene nanotube towards C<sub>14</sub>H<sub>9</sub>Cl<sub>5</sub> and C<sub>10</sub>H<sub>5</sub>Cl<sub>7</sub> molecules – a first-principles insight. *Computational and Theoretical Chemistry*, v. 1196, p. 113109, 2021.

MENEZES FILHO A, DOS SANTOS FN, PEREIRA PA. Development, validation and application of a methodology based on solid-phase micro extraction followed by gas chromatography coupled to mass spectrometry (SPME/GC-MS) for the determination of pesticide residues in mangoes. *Talanta*, v. 81, n. 2, p. 346-54, 2010.

MONTAGNER, C.C.; VIDAL, C.; ACAYABA, R.D., Contaminantes Emergentes em Matrizes Aquáticas do Brasil: Cenário Atual e Aspectos Analíticos, Ecotoxicológicos e Regulatórios, *Quim. Nova*, v. 40, n. 9, 2017.

MÜHLEN, C.V., LANÇAS F.M., SPME-GC-MS determination of selected aniline pesticides in surface water, *Scientia Chromatographica; Instituto Internacional de Cromatografia*, v. 6, n. 2, p. 117-123, 2014.

NASCIMENTO, R. F., CLÉCIO, A. A., BARBOSA, P. G. A., SILVA, V. P. A., ebook entitled: *Advances in chromatographic analysis*, Federal University of Ceara, Fortaleza, Brazil, 2019.

NATANGELO, M., TAVAZZI, S., FANELLI, R., BENFENATI, E., Analysis of some pesticides in water samples using solid-phase microextraction-gas chromatography with different mass spectrometric techniques. *J Chromatogr A.*; v. 859, n. 2, p. 193-201, 1999.

NORMAN Network, Rede de laboratórios de referência, centros de pesquisa e organizações relacionadas para monitoramento de substâncias ambientais emergentes, 2022. Disponível em ([www.norman-network.net](http://www.norman-network.net)). Acesso em 17 /10/ 2021

NUNES, A.C.S., SIDNEI, M., MARCELO, M., The Use of Pesticides In Brazil And The Risks Linked To Human Health, Brazilian Journal of Development. v. 7, n. 4, p. 37885-37904, 2021.

OLIVEIRA, J. P. R., Estudo dos poluentes orgânicos persistentes (POPs) em regiões industriais da Grande São Paulo - via cromatografia a gás acoplada a espectrometria de massas (GC-MS) e captura de elétrons (GC-ECD). Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011

PIZZOCHERO, A. C.; TORRE, A.; SANZ, P.; NAVARRO, I.; MICHEL, Loïc N.; LEPOINT, G.; DAS, K.; SCHNITZLER, J. G.; CHENERY, S. R.; MCCARTHY, I. D.; MALM, O.; DORNELES, P.R.; MARTÍNEZ, M. Á., Occurrence of legacy and emerging organic pollutants in whitemouth croakers from Southeastern Brazil, Science of The Total Environment, v. 682, p. 719-728, 2019.

PNQA, Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas. Agência Nacional de Águas. 2022. Disponível em <http://pnqa.ana.gov.br/pnqa.aspx>. Acesso em 11/11/2021.

PRATHAP, M., SRIVASTAVA, R., Electrochemical reduction of lindane (  $\gamma$ -HCH) at NiCo<sub>2</sub>O<sub>4</sub> modified electrode, Electrochimica Acta, v. 108, p. 145-152, 2013.

PUBCHEM. PubChem Compound Summary for CID 3036, Clofenotane, 2022. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Clofenotane>>. Acesso em: 13 abr. 2022.

PUBCHEM. PubChem Compound Summary for CID 5993, Chlordane, 2004. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Chlordane>>. Acesso em: 13 abr. 2022.

RAINA, R., Chemical Analysis of Pesticides Using GC/MS, GC/MS/MS, and LC/MS/MS, Book Pesticides Edited by Margarita Stoytcheva, 2011.

RIBEIRO, M.L.; LOURENCETTI, C.; PEREIRA, S. Y.; MARCHI, M. R. R., Contaminação De Águas Subterrâneas Por Pesticidas: Avaliação Preliminar, Quim. Nova, v. 30, n. 3, p. 688-694, 2007.

RIGOTTO, R.M., VASCONCELOS, D.P., ROCHA M.M., Pesticide use in Brazil and problems for public health, Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 30, n. 7, p. 1360-1362, 2014.

SANKHLA, M.S., KUMARI, M., SHARMA, K., KUSHWAH, R.S., KUMAR, R., Water Contamination through Pesticide & Their Toxic Effect on Human Health, International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET), v. 6, n. 1, p. 967-969, 2018.

SAQUIB, SYED; YADAV, AMIT KUMAR; PRAJAPATI, KALP BHUSAN. Contamination of Water Health - Risk Assessment and Treatment Strategies. Chapter 19 - Emerging pollutants in water and human health, Academic Press, v. 1, p. 285-299, 2021.

SOLOMON, B., Socioeconomic analysis options for pesticides management in developing countries: A review, Environmental Practice, v.17, n. 1, p. 1-12, 2015.

STAUFFER, E., DOLAN, J. A., NEWMAN, R., Interpretation of Ignitable Liquid Residues Extracted from Fire Debris. Fire Debris Analysis, Academic Press, p. 441-493, 2008.

VASILJEVIĆ, T., DUJAKOVIĆ, N., RADIŠIĆ, M., GRUJIĆ, S., LAUŠEVIĆ, M., DIMKIĆ, M., Methods for monitoring of pesticide residues in water: current status and recent trends.

Water Sci Technol; v. 66, n.5, p. 965–975, 2012.

VERMEERSCH, K., WANG, L., MCDONALD, J., STYCZYNSKI, M., Distinct metabolic responses of an ovarian cancer stem cell line. *BMC systems biology*, v.8, n. 134, 2014.

WILLIAMS, M., *The Merck Index: An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals*, 15th Edition, Edited by M.J.O'Neil, Royal Society of Chemistry, v.74, n. 5, p. 339-339, 2013.

WROBEL, M.H., Do chlorinated insecticides (aldrin and DDT) or products of their transformations (dieldrin and DDE) impair signal transfer from regulators (oxytocin and relaxin) of bovine myometrium motility in vitro?, *Environmental Research*, v. 167, p. 234-239, 2018.

# 10. EVIDÊNCIAS DE CONTAMINAÇÃO MICROPLÁSTICA NO BAIXO RIO SÃO FRANCISCO

Área de conhecimento: Ecotoxicologia.

Jerônimo Vieira Dantas Filho<sup>1</sup>  
Jucilene Braitenbach Cavali<sup>1</sup>  
Tatiane Luciano Balliano<sup>2</sup>  
Sandro de Vargas Schons<sup>1</sup>  
Elica Amara Cecilia Guedes<sup>2</sup>  
Emerson Carlos Soares<sup>3</sup>

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi evidenciar a contaminação microplástica nos peixes e nos camarões do Baixo Rio São Francisco. As pesquisas foram desenvolvidas durante a Expedição Científica do Baixo São Francisco, realizada de 21 a 30 de novembro de 2023. Estudo I - foram realizadas análises quali-quantitativas de partículas de microplásticos (MPs) na água (jusante, montante e meio) e nos peixes (muco das brânquias e do tegumento, conteúdo estomacal, sangue periférico e órgãos internos esôfago, estômago, intestino, fígado, pâncreas, bexiga natatória e coração) dos municípios ribeirinhos do baixo São Francisco de Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Igreja Nova, Penedo e Piaçabuçu no estado de Alagoas e Propriá no estado de Sergipe, e também foram realizadas análises de água e nos peixes da foz. Amostras foram coletadas de um total de 66 peixes selvagens. Estudo 2 - foram caracterizados os microplásticos em camarões silvestres comercializados na praia do Pontal do Peba. Amostras de tecidos foram coletadas do trato gastrointestinal, brânquias, músculos e exoesqueleto de um total de 88 camarões selvagens. Houve maior abundância de microplásticos na água e no pescado no sentido do fluxo do rio (em direção a foz), isso é devido ao acúmulo dos efluentes das cidades. E, maior abundância de partículas microplásticas nos peixes carnívoros em comparação aos onívoros e herbívoros, confirmando biomagnificação na cadeia alimentar. Em relação aos resultados nos camarões, a contaminação por microplásticos foi comprovada em órgãos de *Litopenaeus schmitti* (exoesqueleto com médias mais altas 997,20 MPs Ind.<sup>-1</sup> e brânquias 793,44 MPs mL<sup>-1</sup>), *Litopenaeus vannamei* (maiores médias de tecido muscular 1.782,68 MPs Ind.<sup>-1</sup> e 961,88 MPs mL<sup>-1</sup>) e *Farfantepenaeus brasiliensis* (maiores médias de exoesqueleto 1.799,53 MPs Ind.<sup>-1</sup> e 999,90 MP mL<sup>-1</sup>). As categorias de MPs encontradas no trato gastrointestinal foram em sua maioria 325,33 MPs mL<sup>-1</sup> de fragmentos, seguidas de 196,45 MPs mL<sup>-1</sup> de fibras. Enquanto nas brânquias as categorias encontradas foram em sua maioria 329,89 MPs mL<sup>-1</sup> de fibras, seguidas de 100,08 MPs mL<sup>-1</sup> de fragmentos. Quanto às categorias encontradas no tecido muscular foram em sua maioria 492,99 MPs mL<sup>-1</sup> de fibras, seguido de 472,60 MPs mL<sup>-1</sup> de fragmentos. Enquanto no exoesqueleto as categorias de MPs encontradas foram em sua maioria 404,09 MPs mL<sup>-1</sup> de fibras, seguidas de 472,60 MPs mL<sup>-1</sup> de fragmentos.

1 Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal de Rondônia (UNIR).

2 Instituto de Química e Biotecnologia e Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

3 Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Os camarões silvestres estudados são excelentes indicadores da presença de microplásticos no ambiente aquático. Informações quantitativas detalhadas sobre essa contaminação podem auxiliar em ações conservacionistas para controlar o descarte de plástico em áreas costeiras do Nordeste do Brasil.

**Palavras-chave:** Poluição Ambiental; Plásticos tóxicos; Poluição aquática; Segurança alimentar.

## INTRODUÇÃO

Os rios são ecossistemas particularmente sensíveis às atividades humanas. No Brasil, as bacias hidro-gráficas vêm sofrendo impactos significativos devido à exploração intensiva dos recursos naturais, o que envolve práticas de mineração, desmatamento e principalmente o descarte inadequado de efluentes das áreas urbanas nos rios. Diversos estudos documentaram a deterioração da qualidade da água em decorrência das ações antrópicas nos rios (CASTRO, 2019). A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHRSF), que possui aproximadamente 640 mil km<sup>2</sup> e 2.800 km de extensão, enfrenta problemas decorrentes das atividades humanas. A área abrange os estados de Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Sergipe e Alagoas, sendo dividida em quatro regiões: alto, médio, submédio e baixo São Francisco (VILA-NOVA et al., 2015).

O baixo São Francisco é de grande relevância para a região Nordeste do Brasil, devido à sua contribuição para a geração de energia elétrica, irrigação, abastecimento de água, agricultura, pesca, turismo e navegação (SOARES et al., 2023). E, caracteriza-se por possuir uma área de 32 mil km<sup>2</sup>, correspondendo a 4% do total da bacia. O clima é predominantemente quente e úmido com chuvas de inverno, embora na região existam áreas com características semiáridas com curto período chuvoso no outono-inverno (BEZERRA et al., 2012). Comparativamente, o baixo curso do rio possui dimensões pequenas quando comparado aos demais, porém, concentra o maior número de problemas relacionados às alterações hidrológicas, com danos às lagoas marginais que são habitats importantes para a manutenção da fauna aquática (PAREDES-TREJO et al., 2016).

Pontal do Peba é uma pequena vila turística pertencente ao município de Piaçabuçu, estado de Alagoas, Brasil. Esta região litorânea do estado de Alagoas é reconhecida pelo turismo por suas praias exuberantes e também é um paraíso ecológico com águas cristalinas e animais silvestres (VIEIRA et al., 2017). Além disso, a praia do Pontal do Peba é frequentada principalmente por turistas e pescadores, por isso a pesca e o comércio de camarão são muito comuns na praia do Pontal do Peba. Outro detalhe é que esta região é cercada por dunas e é onde o Rio São Francisco encontra o Oceano Atlântico. Infelizmente, nos últimos meses o mar trouxe uma grande quantidade de resíduos plásticos e lixo urbano para a praia do Pontal do Peba (SOARES et al., 2021). Devido à ampla distribuição de espécies de camarões selvagens nesta região e ao seu hábito alimentar detritívoro nos sedimentos de áreas rasas do mar próximas à praia (MILLARD et al., 2021). Portanto, o camarão selvagem é um dos melhores bioindicadores de microplásticos (MILLARD et al., 2021; CARVALHO et al., 2016).

Os plásticos são materiais versáteis, flexíveis, resistentes e muitas vezes uma opção de menor custo para a fabricação de materiais e embalagens de uso diário, o que os torna amplamente utilizados na sociedade moderna. Conforme relatado por Valencia-Castañeda et al. (2022), a produção global de plástico no ano de 2018 foi de 359 milhões de toneladas, sendo que menos de 10% foi submetido a processos de reciclagem. O aumento na produção de plástico está ligado à rápida expansão da população global, e estima-se que anualmente entre 4,8 e 12,7 milhões de toneladas de fragmentos de plástico chegam aos oceanos, principalmente através da descarga de resíduos plásticos em rios durante períodos de fortes chuvas (KUNZ et al., 2023). Nestes casos, os rios

são sumidouros dessas partículas plásticas e, uma vez livres na natureza, é muito difícil removê-las. Vários estudiosos pesquisaram métodos para eliminar essas partículas, porém nenhum método ainda pode ser replicado em larga escala (PADERVAND et al., 2020).

Os poluentes plásticos são provenientes de atividades humanas, como cosméticos, indústria nacional e fontes de fármacos (GERMANOV et al., 2018; CÁRDENAS-ALCAIDE et al., 2022), bem como de fontes secundárias, como decomposição mecânica, química e/ou fotocatalítica, que pode incluir fibras originárias do setor têxtil (PRATER et al., 2010; LI et al., 2016). As partículas de plástico podem ser diferenciadas por tamanho como microplásticos de 0,001 a 5 mm e por peso como nanoplásticos abaixo de 1 mg. Partículas microplásticas (MPs) são morfologicamente identificadas como fibras, fragmentos e microesferas, que por sua vez são categorizadas em frações de cor, azul, vermelho, preto, transparente e outros (BHAGAT et al., 2021 A; BHAGAT et al., 2021 B).

Partículas de MPs são acessíveis na natureza e podem ser ingeridos por uma ampla variedade de organismos na terra e na água. De acordo com esta suposição, MPs foram encontrados em várias espécies, incluindo zooplâncton, peixes, moluscos, crustáceos, aves marinhas e mamíferos marinhos (UGWUN et al., 2021). Isto levou à ingestão de MPs por muitos animais comercialmente importantes que são consumidos pelos humanos. O consumo significativo de frutos do mar na região Nordeste do Brasil levanta sérias preocupações sobre os possíveis impactos dos MPs na saúde humana (BARBOZA et al., 2018). Algumas pesquisas foram realizadas sobre água, sedimentos, moluscos, peixes e crustáceos no México (RAMÍREZ-ÁLVAREZ et al., 2020; LOZA-NO-HERNÁNDEZ et al., 2021), porém nenhum estudo de MPs foi encontrado com camarões selvagens capturados no Nordeste do Brasil, embora este marisco seja considerado comercial e ecologicamente importante para o turismo no nosso país. No Brasil, o consumo anual típico de camarão por pessoa é estimado em 0,3 kg (DI-BENEDITTO et al., 2022). No entanto, há falta de informações científicas sobre a prevalência de partículas de MPs na água, nos peixes em camarões capturados comercialmente pela pesca, apesar da importância deste setor econômico para o turismo ao longo da costa tropical do Brasil.

A contaminação microplástica da água pode se estender às áreas costeiras, à própria água, aos sedimentos, à terra, ao ar e aos corpos de água doce, como rios e lagos. O crescimento urbano desenfreado das cidades costeiras do Brasil, aliado ao estilo de vida inadequado desta população, está provocando uma maior presença de materiais não biodegradáveis na água do mar e nas praias, principalmente aqueles derivados do plástico, resultando em um volume substancial de resíduos sólidos (PEGADO et al., 2018). No Brasil, é estimado pelo WWF que só no ano de 2019 foram geradas aproximadamente 11,3 milhões de toneladas de resíduos plásticos. Como resultado, o Brasil ocupa o 4º lugar entre os maiores geradores de resíduos plásticos do mundo (BERTOLDI et al., 2021). Para aumentar o desafio, o Brasil ocupa a 112ª posição mundial em termos de infraestrutura de saneamento e esgoto urbano (PENIDO et al., 2020), ficando atrás até mesmo de algumas nações do Norte de África e do Médio Oriente com rendimentos per capita mais baixos. As condições sanitárias nos municípios do interior da região Nordeste são particularmente deficientes, com apenas aproximadamente 31,4% dos municípios tendo acesso a alguma rede de esgoto funcional (MIRANDA et al., 2020).

O presente trabalho teve como objetivo analisar a abundância, tamanho, morfologia e variações de cor de partículas de MPs encontrados na água, nos peixes e nos camarões selvagens capturados pela pesca do Baixo Rio São Francisco. Esse estudo é um marco a primeira pesquisa-ação sobre a presença de MPs. As informações obtidas Nossa hipótese é que a água e os animais estejam contaminados por partículas de MPs, acumulados principalmente por ingestão, principalmente via trato gastrointestinal. As origens primárias destas partículas são atribuídas a resíduos plásticos provenientes de detritos de praia e resíduos de operações pesqueiras e agrícolas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### ESTUDO 1

Foram obtidas 3 amostras de água em 8 trechos e foram amostrados 66 exemplares pertencentes a 9 espécies de peixes comerciais do baixo São Francisco, Brasil. Amostramos os exemplares durante uma Expedição Científica de 21 a 30 de novembro de 2023, no Baixo Rio São Francisco.

Os exemplares foram pescados com rede de arrasto (dimensões: 10m de comprimento x 1,5m de largura x 3m de altura e abertura de malha de 12 mm). Em relação às pescarias foram realizadas próximas às cidades ribeirinhas do baixo São Francisco, que eram as cidades de Piranhas (9°45'3,06"S, 37°26'50,04"W), Pão de Açúcar (9°48'51,48" S, 37°19'38,11"W), Traipu (9°59'17,57"S, 36°19'57,97"W), São Brás (9°59'17,57"S, 36°19'57,97"W), Propriá (10°12'27,28"S, 36°35'50,05"W), Igreja Nova (10°15'7,20"S, 36°19'15,33"W), Pe-nedo (10°17'6,60"S, 36°35'8,12"W) e Piaçabuçu (10°26'33,21"S, 36°25'19,83"W), todos pertencentes ao estado de Alagoas, Brasil. As contagens e categorizações das partículas de microplástico (MPs) foram realizadas com auxílio de microscópio estereoscópico Trinocular (Sigma, EUA) com ampliação de 4x até 40x.

Primeiramente, foi realizado um estudo de contaminação por MPs nas águas do rio em cada ponto amostral das 8 cidades ribeirinhas, as coletas de água foram realizadas em triplicata e foi adotado um esquema fatorial  $8 \times 3 \times 3$  inteiramente casualizado. A amostragem de MPs foi realizada seguindo um método modificado baseado na Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (NOAA). Para a obtenção dos microplásticos foram feitos lances horizontais e verticais (4m de profundidade) com rede Neuston (dimensões: 3,0 m de comprimento x 2,2 m de largura x 0,6 m de altura e abertura de malha de 250  $\mu$ m).

As amostras de água foram armazenadas em frascos de vidro de 125 mL e, para observação imediata ao microscópio, essas amostras foram bombeadas e filtradas em peneira de malha de 6,0 mm (BERTOLDI et al., 2021). Em seguida, a peneira foi enxaguada com água estéril pré-filtrada e os microplásticos retidos foram transferidos para um frasco contendo solução salina (0,85%) (BERTOLDI et al., 2021). Os sólidos residuais foram transferidos para um Becker limpo utilizando 20 mL de água destilada e foram contadas as partículas de MPs por mL. A quantificação e qualificação dos MPs foi realizada em câmara de Neubauer com auxílio de micropipeta (gotas de 30  $\mu$ L), após garantia de higiene com água destilada e desinfecção com álcool 70°.

Imediatamente após a captura dos peixes, foram raspadas lâminas de vidro nas brânquias e no tegumento (sempre do lado direito) para obtenção de muco dessas regiões superficiais. As amostras de muco foram armazenadas em tubos Eppendorf de 5 mL e imediatamente observadas sob microscopia. O muco foi gotejado e analisado 6x em câmara de Neubauer com micropipeta (gotas de 30  $\mu$ L), após higiene com água destilada e desinfecção com álcool 70°.

Os estômagos dos peixes foram cuidadosamente retirados da cavidade abdominal imediatamente após a captura, os estômagos foram fixados em formol a 10% e armazenados em frascos de vidro âmbar de 125 mL. Após 3 dias de fixação, os estômagos foram lavados com água destilada antes do corte e exteriorização do conteúdo, em seguida o conteúdo estomacal foi fixado em álcool 70° para observação em microscopia utilizando leito de Neubauer e micropipeta (gotas de 30  $\mu$ L). Os valores foram apresentados a partir da contagem em partículas de MPs por mL de muco e conteúdo estomacal.

Foram separados em frascos de vidro os órgãos internos (esôfago, estômago, intestino, fígado, pâncreas, bexiga natatória e coração) de cada indivíduo. Cada amostra foi imersa em solução de NaOH (10 mol L<sup>-1</sup>) para digestão por cinco dias. As amostras digeridas foram filtradas usando uma peneira de aço inoxidável (0,075  $\mu$ m), o gel obtido



dessa filtração foi diluído em água destilada e encaminhada para observação sob microscopia (ROJAS et al., 2023). A qualiquantificação e categorização foi realizada conforme descrito no item 2.5 e as contagens foram apresentadas em partículas de MPs por mL.

Foram realizadas as colheitas de sangue periférico de cada espécie de pescado em cada um dos pontos amostrais, dos 8 municípios. Imediatamente após a captura dos peixes, eles foram imobilizados com o uso das mãos após calçadas as luvas, e sobre uma toalha úmida com água foi realizada a colheita do sangue periférico. De cada peixe foi obtido cerca de 10 QL do sangue periférico por punção na artéria branquial direita, utilizando seringa de 1 mL com agulha de 13mm x 0,38 mm sendo uma seringa para cada indivíduo.

O sangue foi gotejado direto nas lâminas de vidro e os esfregaços foram conduzidos em triplicata para cada peixe. Com microscópio as partículas de microplástico foram contadas e categorizadas de acordo com a metodologia descrita no item 2.5. Os valores foram apresentados a partir da contagem em partículas de MPs por mL de sangue periférico.

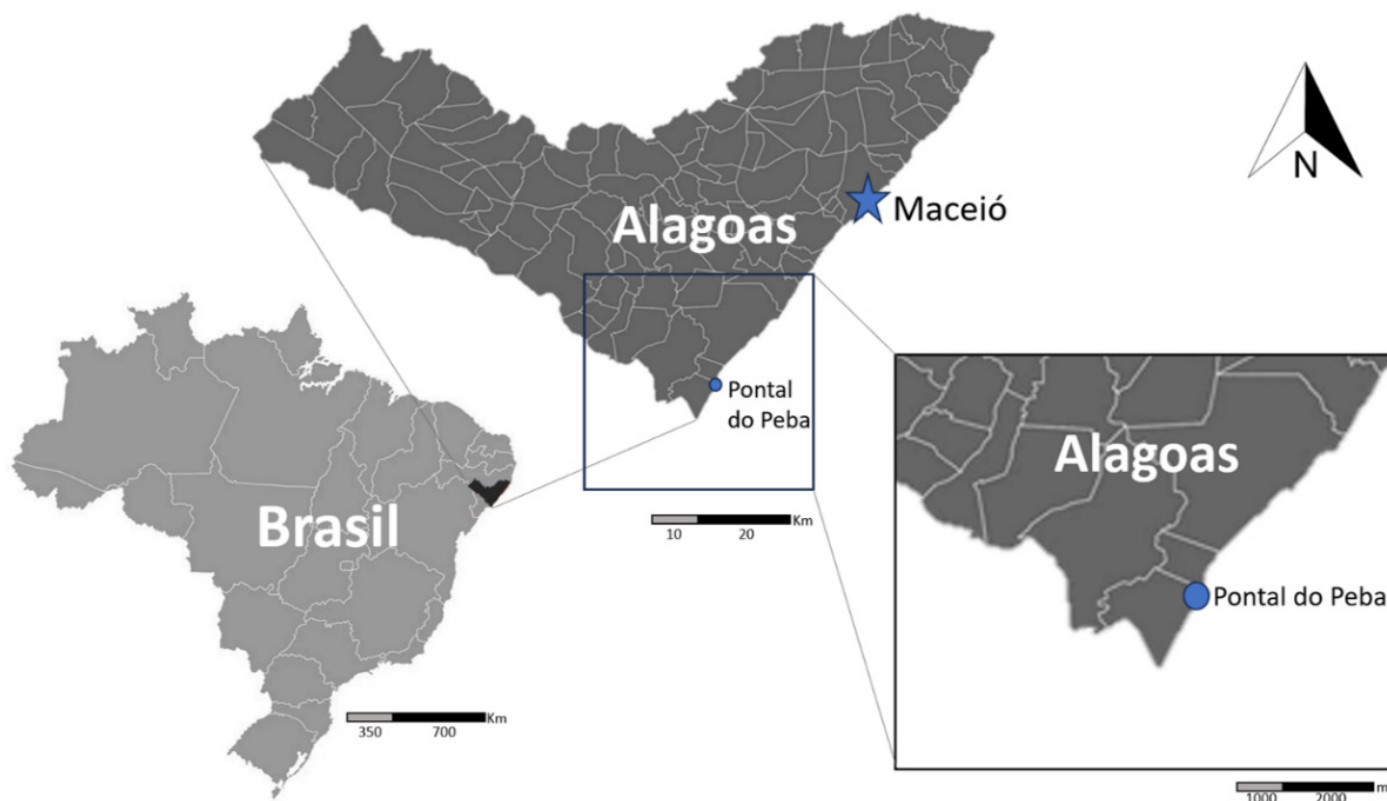
Nas amostras de água, sangue, muco e conteúdo estomacal, as partículas de MPs foram categorizadas morfológicamente em fragmentos e fibras filamentosas e nas cores azul, preto, vermelho ou transparente, conforme metodologias de Dantas Filho et al. (2023). Na bancada do laboratório, ao quantificar cada ponto amostral, foram colocadas placas de Petri com 50 mL de água destilada para realizar a contagem do branco laboratorial.

Para evitar a contaminação das amostras no laboratório, todos os instrumentos e materiais foram cuidadosamente lavados com água deionizada e pré-filtrada três vezes antes do uso, o número de pessoas trabalhando no mesmo espaço foi reduzido e todos os pesquisadores usaram jalecos de algodão, máscaras e luvas nitrílicas durante o processo. Materiais e amostras foram cobertos para evitar contaminação do ar. Para mais detalhes sobre a metodologia de detecção e quantificação de resíduos sólidos (BERTOLDI et al., 2021).

## ESTUDO 2

Pontal do Peba é um ponto de passagem localizado no município de Piaçabuçu, estado de Alagoas, Brasil (Figura 1). O ponto de passagem deu nome à praia adjacente, praia do Pontal do Peba. A região é reconhecida pelo turismo por suas praias exuberantes e também é um paraíso ecológico com águas cristalinas e animais silvestres. É uma área de proteção ambiental que combate o desmatamento. Suas praias são muito procuradas porque o mar é calmo, de águas translúcidas, e a areia é grossa. É frequentada principalmente por moradores e pescadores, por isso a pesca e o comércio de camarão são muito comuns na praia do Pontal do Peba. Outro detalhe é que esta região é cercada por dunas e é onde o Rio São Francisco encontra o Oceano Atlântico.

**Figura 1:** Localização geográfica da praia do Pontal do Peba, estado de Alagoas, Brasil



Fonte: Autores, 2024.

Este estudo foi iniciado durante a expedição científica Baixo Rio São Francisco, realizada de 21 a 30 de novembro de 2023 e organizada pela Universidade Federal de Alagoas. Foram capturados 88 indivíduos na praia do Pontal do Peba, sendo 39 exemplares de *Litopenaeus schmitti* Burkenroad, 1936 (Família: Penaeidae), 28 exemplares de *Litopenaeus vannamei* Bo-one, 1931 (Família: Penaeidae), e 21 exemplares de *Farfantepenaeus brasiliensis* Latreille, 1817 (Família: Penaeidae) (Figura 2).

**Figura 2:** Espécies de camarão capturados durante o estudo, os exemplares de *Litopenaeus schmitti* (A), *Litopenaeus vannamei* (B) and *Farfantepenaeus brasiliensis* (C) (Família: Penaeidae), pescados na praia do Pontal do Peba, estado de Alagoas, Brasil.



Fonte: Autores, 2023.

Esses camarões pesavam 910 ± 110g e comprimentos que variavam de 39,5 ± 11,5 cm e eram pescados ativamente com rede de arrasto (pano com abertura de malha entre 2,5 e 4 cm entre os nós) utilizada pelos barcos camaroneiros no porto pesqueiro de Pontal do Peba. Os camarões foram transportados para o laboratório certificador e embrulhados em papel alumínio antes de serem armazenados a uma temperatura de -20°C. Posteriormente, foram descongelados em recipientes de vidro e lavados com água tridestilada utilizando filtros de microfibras de vidro Whatman GF/F com tamanho de poro de 0,45 µm para eliminar quaisquer sedimentos ou impurezas. O peso e o comprimento total de cada exemplar de camarão foram então medidos e registrados (18,5 ± 3,4g).

Os camarões foram divididos aleatoriamente em conjuntos de quatro e dissecados para extrair amostras de seus órgãos internos - especificamente, trato gastrointestinal, brânquias, músculos e exoesqueleto. O peso combinado de cada conjunto variou entre 88 ± 12g. Estas amostras de órgãos internos foram cuidadosamente dissecadas e separadas, com cada tecido pesado adequadamente. Para analisar microplásticos (MPs), os tecidos de cada conjunto de camarões foram transferidos para frascos Erlenmeyer para digestão usando uma mistura de ácidos (proporção 4:1 de ácido nítrico 65% para ácido perclórico 68%), seguindo os métodos descritos por De Witte et al. (2014) e Devriese et al. (2015).

A solução filtrada foi filtrada usando um filtro de microfibras de vidro Whatman GF/F com tamanho de poro de 0,45 µm, e o filtro foi então transferido para uma placa de Petri de vidro para exame adicional. Os filtros foram examinados sob um microscópio estereoscópico trinocular (Sigma, Japão) com ampliação de 40x para caracterizar e contar as partículas de MPs (LI et al., 2016; VALENCIA-CASTEÑEDA et al., 2022). Os MPs observados foram categorizados com base em sua forma, cor e tamanho, com medidas feitas por meio de ocular equipada com escala micrométrica variando de 10 a 1600 µm. Para identificar os MPs mais proeminentes nos tecidos, a coloração Nile Red (NR) foi realizada utilizando uma solução preparada dissolvendo 1 mg de NR em 1 mL de acetona (99,5%) diluída até um volume total de 100 mL (VALENCIA-CASTEÑEDA et al., 2022). A microscopia de fluorescência foi então empregada para observar os MPs nos filtros sob excitação de luz azul (457,5 ± 37,5 nm) (PENIDO et al., 2020). A abundância de MPs foi estimada após verificação através da coloração NR (DE WITTE et al., 2014; DEVRIESE et al., 2015; VALENCIA-CASTEÑEDA et al., 2022).

A solução digerida foi filtrada (filtro de microfibras de vidro GF/F Whatman, tamanho de poro de 0,45 µm) e o filtro foi transferido para uma placa de Petri de vidro para posterior visualização. Os filtros foram observados em microscópio estereoscópico trinocular (Sigma, Japão) com ampliação de 40x, onde as partículas de MPs foram caracterizadas e contadas. As categorias, forma, cores das frações e tamanho das partículas de MPs observadas na membrana do filtro foram identificadas [5, 9]. O tamanho das partículas de MPs foi medido com uma ocular com escala micrométrica (10-1600 µm). Os itens de MPs mais representativos nos tecidos foram verificados pela coloração Nile Red (NR) usando uma solução estoque (1 mg NR dissolvido em 1 mL de acetona (99,5%) diluída em 100 mL) (VERMEIREN et al., 2020). Os MPs nos filtros foram observados sob um microscópio de luz fluorescente (LEICA DMLS., Viena, Áustria) usando excitação de luz azul (457,5 ± 37,5 nm) (SHIM et al., 2016). A abundância de MPs foi estimada após a verificação pela coloração NR (VALENCIA-CASTEÑEDA et al., 2022). Com base nessas observações morfológicas, as partículas foram classificadas em fibras, fragmentos e microssferas e divididas em cores, azul, vermelho, preto, transparente e multicolorido (DANTAS FILHO et al., 2023).

Suprimentos necessários, como luvas, vidros higienizados, equipamentos de aço inoxidável e um jaleco lavado regularmente, foram empregados para garantir o controle de qualidade durante os procedimentos e observações das amostras. Todos os equipamentos foram submetidos a limpeza completa com água triplamente destilada e seca em estufa (>70 °C) antes do uso. Além disso, placas de Petri abertas com filtros foram utilizadas

para monitorar a potencial contaminação do ar durante os procedimentos. Para minimizar o risco de gelatinização da amostra durante a digestão, foi incorporado um pré-filtro de sucção. É importante notar que as amostras em branco foram criadas pela introdução da solução da mistura ácida em frascos Erlenmeyer sem qualquer presença de tecido (WU ET AL., 2020). A análise envolveu o cálculo da distribuição percentual de MPs com base no seu tipo, forma, cor e tamanho em várias amostras de tecido. Isso incluiu a determinação da concentração de MPs (partículas mL<sup>-1</sup>) no tecido (ww) e a quantidade média de MPs (partículas por indivíduo, Ind.<sup>-1</sup>) por camarão, ajustada de acordo com o peso do camarão.

A abundância de MPs foi demonstrada em termos de contagens médias para cada cidade ribeirinha com desvio padrão. O teste de Mann-Whitney-Wilcoxon foi utilizado para comparar o número de partículas de MPs no muco branquial, tegumento e conteúdo estomacal e órgãos internos. Um teste de Kruskal-Wallis e um teste post-hoc pareado de Wilcoxon Rank Sum foram utilizados para comparar o número de partículas microplásticas entre peixes de diferentes hábitos alimentares. O teste de Spearman foi utilizado para analisar a correlação do comprimento e peso padrão dos peixes com a abundância de partículas microplásticas.

Em relação à análise estatística descritiva, inicialmente foi realizada uma ANOVA unidi-recional para contrastar as quantificações de partículas nos órgãos do trato gastrointestinal, brânquias, músculo e exoesqueleto. Ao longo da análise dos dados, a significância estatística foi consistentemente mantida em um limiar de  $p < 0,05$ . Todos os resultados foram obtidos do RStudio Development Core Team, versão 3.5.3.

## RESULTADOS

### ESTUDO 1

Foram pescadas 9 espécies de peixes, sendo 5 espécies de hábito alimentar carnívoro, 3 espécies de hábito onívoro e 2 espécies de hábito herbívoro. As espécies de peixes capturados foram, carnívoros: *Cynoscion acoupa* (pescada-amarela), *Serrasalmus rhombeus* (piranha-preta), *Pygocentrus nattereri* (piranha-amarela), *Serrasalmus brandti* (pirambeba), *Hoplias microcephalus* (traíra); onívoros: *Haemulon sciurus* (xira), *Metynnina maculatus* (pacu-disco), *Piaractus mesopotamicus* (pacu); herbívoros: *Leporinus* sp. (piauí cutia) e *Leporinus friderici* (piauí-três-pintas).

Houve maior abundância de microplásticos (MPs) na água e no pescado no sentido do fluxo do rio (em direção a foz) com exceção dos resultados do sangue periférico. Isso é devido ao acúmulo dos efluentes das cidades. E, maior abundância de MPs nos peixes carnívoros, confirmando biomagnificação na cadeia alimentar.

No geral, as partículas de MPs mais frequentes foram fibras transparentes (33%), fragmentos pretos (30%) e transparentes (18%), fibras azuis (10%) e vermelhas (5%) e outras (4%). As fibras transparentes representam, por exemplo, as fragmentações de sacolas plásticas, os fragmentos pretos representam frações de poliestireno (PE) e nylon (PA), fragmentos transparentes representam plásticos em degradação como, por exemplo, garrafas PET, as fibras azuis representam presença de tecido como poliéster (PI) e as fibras vermelhas representam a fração de polipropileno (PP).

Na água foi observada uma média de 211 partículas de microplástico por mL à jusante, 306 partículas por mL à montante e 380 partículas de microplástico no meio do rio. Ou seja, a concentração é maior próximo ao despejo do efluente e em seguida a contaminação vai se acumulando no sentido do fluxo da água.

Os peixes capturados em Traipu, Penedo e Piaçabuçu apresentaram as maiores médias de partículas de MPs no muco das brânquias e no tegumento, Traipu (235,37 e 109,35 partículas por mL), Penedo (108,75 e 108,53 partículas por mL) e Piaçabuçu (254,52 e 153,83 partículas por mL) (Tabela 1).

**Tabela 1:** Média de partículas de MPs no muco das brânquias e do tegumento dos peixes por município do Baixo São Francisco.

<b>Pontos de coleta</b> <b>(municípios)</b>	<b>Brânquias*</b>	<b>Tegumento*</b>
Piranhas	96,74 ( $\pm$ 8,05)	94,52 ( $\pm$ 6,61)
Pão de Açúcar	81,46 ( $\pm$ 6,78)	68,11 ( $\pm$ 4,76)
Traipu	235,37 ( $\pm$ 19,58)	109,35 ( $\pm$ 7,64)
São Brás	394,76 ( $\pm$ 32,84)	166,80 ( $\pm$ 11,66)
Propriá	76,10 ( $\pm$ 6,33)	179,31 ( $\pm$ 12,53)
Penedo	108,75 ( $\pm$ 9,05)	108,53 ( $\pm$ 7,59)
Piaçabuçu	254,52 ( $\pm$ 21,17)	153,83 ( $\pm$ 10,75)

\*média de partículas de MPs por mL para cada peixe.

Fonte: Autores, 2024.

Esperava-se maior abundância de MPs nos peixes onívoros devido a serem filtradores e planctônicos, porém peixes carnívoros apresentaram uma abundância média de 142,20 partículas de MPs por mL no muco das brânquias e no tegumento, enquanto os onívoros apresentaram média de 98,11 partículas de MPs por mL e herbívoros 44,76 partículas de MPs por mL no muco das brânquias e no tegumento.

As contagens de MPs no conteúdo estomacal dos peixes ainda não foram tabuladas e serão apresentadas no próximo relatório parcial. No tecido dos órgãos internos foram encontradas médias de 3.219,24 partículas de MPs na pirambeba, 761,72 partículas de MPs no piau-três-pintas e 444,80 partículas de MPs no piau-preto. As principais categorias de MPs observados foram fibras transparentes, fragmentos transparentes e pretos, além disso foram nos órgãos internos que foram observadas as microesferas.

Em relação ao sangue periférico, as partículas MPs mais frequentes foram fragmentos pretos (70%), fragmentos transparentes (20%), fibras azuis (6%) e outras (4%). Esperava-se maior abundância de MPs nos peixes onívoros devido a serem filtradores e planctônicos, porém, mais uma vez os peixes carnívoros apresentaram as maiores média de MPs cerca de 210 partículas de MPs por mL 30% mais elevado que onívoros e 70% mais elevado que os peixes herbívoros. Não foram encontrados MPs no sangue dos peixes em Piranhas, 92,21 partículas de MPs em Pão de Açúcar, 99,84 partículas de MPs em Traipu, 58,93 partículas de MPs em São Brás, 47,84 partículas de MPs em Propriá, 35,59 partículas de MPs em Penedo, 47,88 partículas de MPs em Piaçabuçu e 24,96 partículas de MPs nos peixes da foz do rio (Tabela 2).

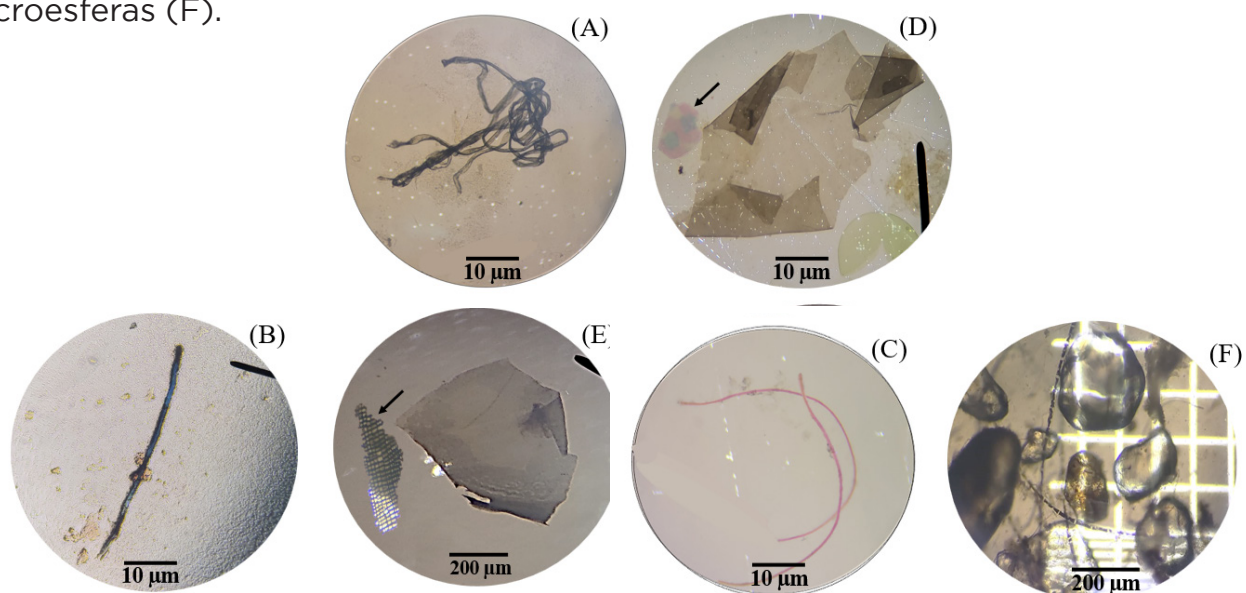
**Tabela 2:** Média de partículas de MPs no sangue periférico dos peixes por município do Baixo São Francisco.

Pontos de coleta (muni- cípios)	MPs por mL
Piranhas	00,00 ( $\pm$ 0,00)
Pão de Açúcar	92,21 ( $\pm$ 11,25)
Traipu	99,84 ( $\pm$ 12,18)
São Brás	58,93 ( $\pm$ 7,19)
Propriá	47,84 ( $\pm$ 5,86)
Penedo	35,59 ( $\pm$ 4,34)
Piaçabuçu	47,88 ( $\pm$ 5,84)
Foz do rio	24,96 ( $\pm$ 3,00)

Fonte: Autores, 2024.

A contaminação por microplásticos foi comprovada em camarões silvestres *Litopenaeus schmitti*, *Lito-penaeus vannamei*, *Farfantepenaeus brasiliensis* da praia do Pontal do Peba. A Figura 2 ilustra exemplos de partículas de MPs encontradas nos órgãos de camarões selvagens da praia do Pontal do Peba, fibras de cores transparente (Fig. 3 A), azul (Fig. 3 B) e vermelha (Fig. 3 C). E fragmentos de cores transparentes (Fig. 3 D), pretos (Fig. 3 E) e microesferas (Fig. 3 F). Na Figura 3 D, um fragmento multicolorido está destacado pela seta e na Figura 3 D, a seta destaca fragmentos de nylon e na Figura 3 F, a seta destaca fragmentos de nylon e microesferas (F).

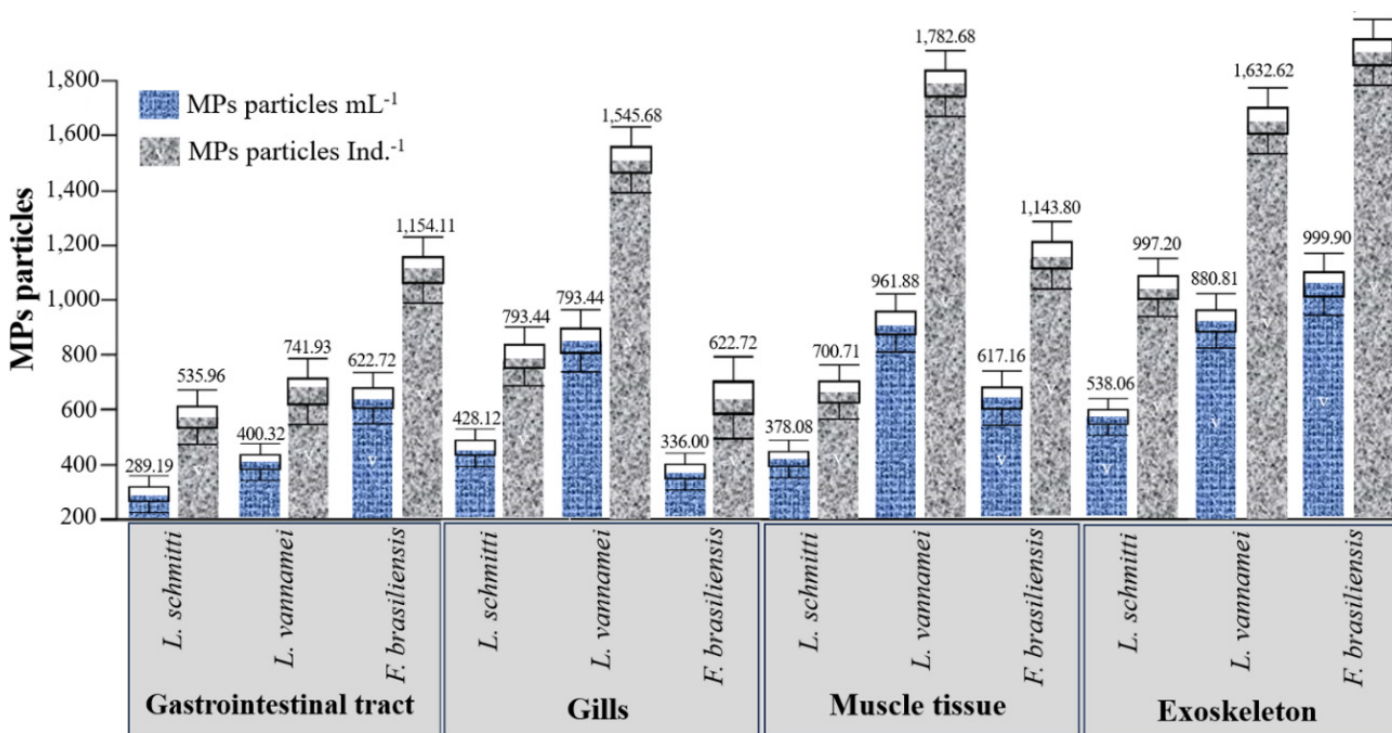
**Figura 3:** Exemplos de partículas MPs encontradas, fibras transparentes (A), azuis (B), vermelhas (C); e transparente, multicolorido (D) - seta apontando para detritos multicoloridos, fragmentos pretos (E) - seta apontando para detritos de nylon e microesferas (F).



Fonte: Autores, 2024.

Os órgãos internos das espécies *L. schmitti* (maiores médias de exoesqueleto 997,20 MPs Ind.-1 e brânquias 793,44 MPs mL-1), *L. vannamei* (maiores médias de tecido muscular 1.782,68 MPs Ind. -1 e 961,88 MPs mL-1), e *F. brasiliensis* (maiores médias do exoesqueleto 1.799,53 MPs Ind.-1 e 999,90 MPs mL-1). Maiores abundâncias de partículas microplásticas também foram observadas no exoesqueleto (maiores médias de *F. brasiliensis* 1.799,53 MPs Ind. -1 e 999,90 MPs mL-1) e no tecido muscular (maiores médias de *L. vannamei* 1.782,68 MPs Ind. -1 e 961,88 MPs mL-1) em comparação ao trato gastrointestinal (maiores médias de *F. brasiliensis* 1.154,11 MPs Ind. -1 e 622,72 MPs mL-1) e brânquias (maiores médias de *L. vannamei* 1.545,68 MPs Ind. -1 e 793,44 MPs mL-1) (Figura 4).

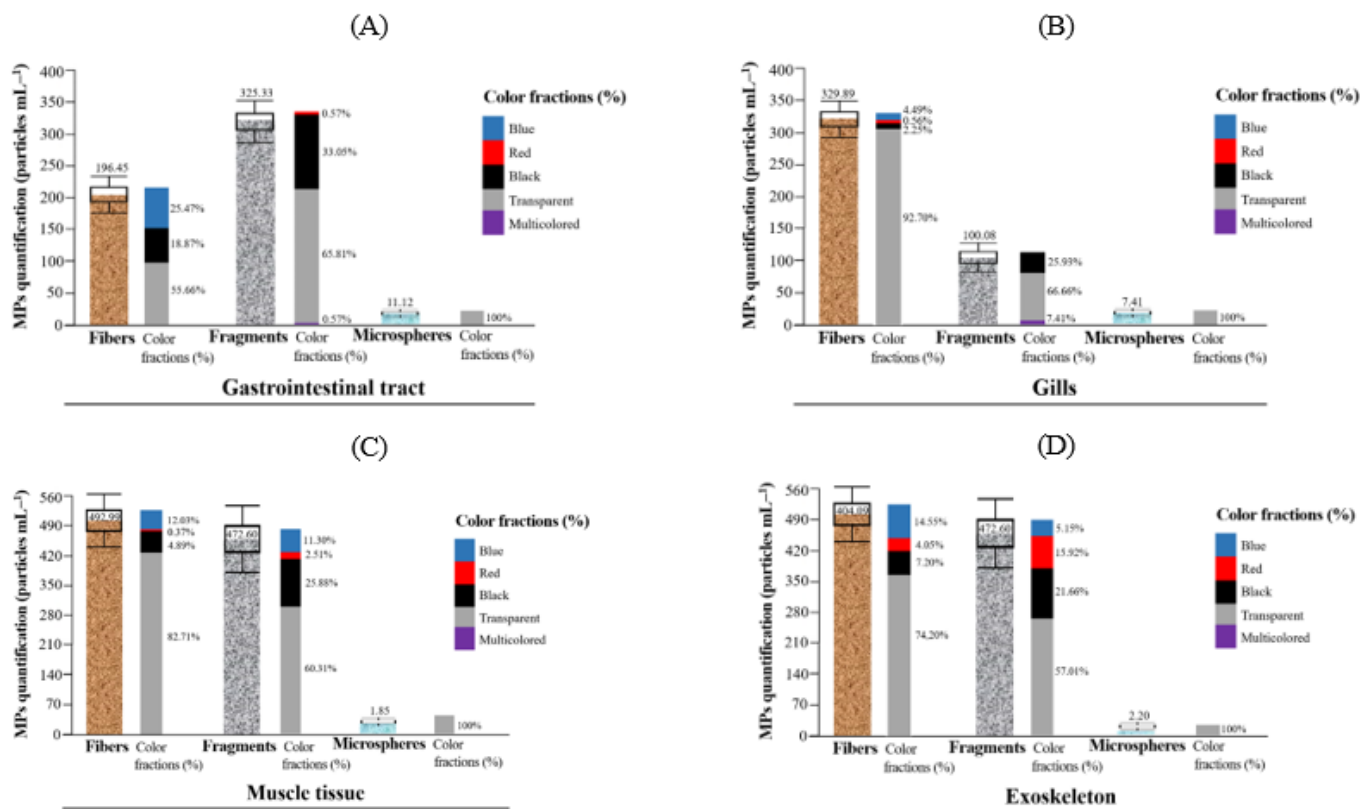
**Figura 4:** Contaminação microplástica (MPs mL-1 e MPs Ind.-1) em órgãos de camarão selvagem *Litopenaeus schmitti*, *Litopenaeus vannamei*, *Farfantepenaeus brasiliensis* (comparado por ANOVA unidirecional).



Fonte: Autores, 2024.

As categorias de MPs encontradas no trato gastrointestinal foram em sua maioria 325,33 MPs mL-1 de fragmentos (destacando-se em 33,05% de cores pretas e 65,81% de cores transparentes), seguidas de 196,45 MPs mL-1 de fibras (destacando-se em 25,47% de cores azuis, 18,87% de fibras) e 55,66% de cores transparentes, finalmente foi encontrado um total de 11,12 MPs mL-1 de microesferas transparentes (Fig. 5 A). Enquanto em brânquias as categorias de MPs encontradas foram em sua maioria 329,89 MPs mL-1 de fibras (destacando-se em 92,70% de cor transparente), seguidas de 100,08 MPs mL-1 de fragmentos (destacando-se em 66,66% transparentes, 25,93% pretos e 7,41% cores multicoloridas), e finalmente foi encontrado um total de 7,41 MPs mL-1 de microesferas transparentes (Fig. 5 B). Em relação às categorias de MPs encontradas no tecido muscular foram em sua maioria 492,99 MPs mL-1 de fibras (destacando-se em 82,71% de cor transparente), seguidas de 472,60 MPs mL-1 de fragmentos (destacando-se em 60,31% de cores transparentes e 25,88% de cores pretas), e finalmente foi encontrado um total de 1,85 MPs mL-1 de microesferas transparentes (Fig. 5 C). Enquanto no Exoesqueleto as categorias de MPs encontradas foram em sua maioria 404,09 MPs mL-1 de fibras (destacando-se 74,20% das cores transparentes, 14,55% azul, 7,20% preto e 4,05% vermelho), seguidas de 472,60 MPs mL-1 de fragmentos (destacando-se nas cores 57,01% transparente, 21,66% preto, 15,92% vermelho e 5,15% azul), e finalmente foi encontrado um total de 2,20 MPs mL-1 de microesferas transparentes (Fig. 5 D).

**Figura 5:** Categorias e frações de cor de partículas microplásticas (MPs mL<sup>-1</sup>) em órgãos de camarões selvagens (comparados por ANOVA unidirecional); (A) Trato gastrointestinal, (B) brânquias, (C) músculo e (D) amostras de exoesqueleto.



Fonte: Autores, 2024.

## DISCUSSÃO

Conforme afirmado por Cárdenas-Alcaide et al. (2022) e Dantas-Filho et al. (2023), as agências governamentais de monitoramento ambiental e pesqueiro em todo o mundo atualmente apresentam deficiências na implementação de medidas adequadas para garantir a segurança ali-mentar. Isso se deve principalmente à ausência de diretrizes internacionais sobre a regulação da abundância e quantificação de partículas de microplásticos (MPs). Além disso, ainda há uma falta de consenso entre os cientistas sobre as técnicas ideais para amostragem de partículas de MPs em tecidos animais para fornecer evidências de poluição da água.

Pesquisas validadas e publicadas indicam que a dispersão e movimentação das partículas de MPs em ambientes aquáticos são influenciadas principalmente por atividades humanas (GARCIA et al., 2020), atributos físicos e químicos dos MPs (WANG et al., 2017), fatores hi-drológicos (JIAN et al., 2019; YUAN et al., 2019) e condições climáticas (HORTON et al., 2017). Portanto, esses fatores devem ser considerados para aprimorar nossa compreensão da distribuição de microplásticos no ambiente (WONG et al., 2020). Mintenig et al. (2019) propõem em seu estudo que, embora o plástico exiba durabilidade e resiliência, uma explicação plausível para a presença de micropartículas plásticas na água é a erosão de tubulações de esgoto e con-duítes compostos de amianto. Além disso, Re et al. (2019) sugere a hipótese da introdução e transporte de microfibras sintéticas através do solo e camadas de rochas para aquíferos e reser-vatórios de água. Segundo Bi et al. (2022), o processo de urbanização e a consequente produção em larga escala de resíduos sólidos frequentemente levam à contaminação de águas subterrâneas em todo o mundo. Cao et al. (2019) afirmam que a intensa industrialização e a rápida expansão urbana em áreas costeiras estão entre os fatores que contribuem para a degradação de águas subterrâneas, superficiais e marinhas.

No que diz respeito à poluição de microfibras plásticas, estas são introduzidas nos ecos-sistemas aquáticos através de microplásticos secundários, que são produzidos



pela fragmentação de fibras plásticas maiores (HORTON et al., 2017; XU et al., 2020). Consequentemente, a pre-valência de MPs na água pode ser atribuída a várias origens, incluindo o despejo de esgoto não tratado, escoamento de estradas, infiltração de lixiviados de aterros, descarga de estações de tratamento de esgoto e descarte inadequado de resíduos sólidos (XIONG et al., 2018). Investigar as fontes de MPs representa um desafio considerável, dada a natureza complexa de seus mecanismos de dispersão e transporte. Com base em nossas análises microscópicas e dados de microplásticos, inferimos que as partículas encontradas nas praias provêm principalmente de fontes secundárias, resultantes da degradação ou fragmentação de detritos maiores. Em ambientes aquáticos, os plásticos frequentemente persistem como entidades flutuantes por longos períodos e podem se fragmentar em microplásticos sob a influência da luz solar ou outros fatores climáticos (ENDRIN et al., 2019). Esta inferência é apoiada pelo notável alto conteúdo de carbonila estimado em 58% (PEGADO et al., 2018). Além disso, o esgoto doméstico representa outra fonte potencial de contaminação por microplásticos. Dado que muitos locais estão situados próximos a zonas residenciais, o esgoto doméstico, transportado por pequenos cursos de água, pode servir como um condutor significativo para levar microplásticos primários às praias. Relatos na literatura indicam que pequenos fragmentos plásticos representam um perigo potencial para organismos aquáticos, pois podem ser ingeridos inadvertidamente e, subsequentemente, entrar na cadeia alimentar (ENDRIN et al., 2019).

Quanto às classificações morfológicas dos MPs, fibras (tanto transparentes quanto pretas) foram encontradas como predominantes em todas as amostras. Esses achados estão em conformidade com a literatura existente, que consistentemente relata fibras como a categoria morfológica mais prevalente (KOELMANS et al., 2019; PAN et al., 2020). A presença substancial de MPs coloridos sugere uma diversidade de fontes contribuindo com plásticos para o meio ambiente. Além disso, a prevalência de microplásticos transparentes e pretos pode ser atribuída à degradação de plásticos coloridos ao longo do tempo devido à exposição à luz UV, estressores ambientais e resíduos de atividades pesqueiras (GHOSH et al., 2023). Alguns pesquisadores observaram uma prevalência de MPs incolores, notando que, embora essas partículas possam parecer brancas ou pálidas na superfície, seus interiores revelam coloração após a fragmentação (BORRIELO et al., 2023). Isso destaca o fenômeno dos MPs se tornarem incolores ou perderem cor no ambiente.

Por outro lado, a significativa proporção de microplásticos transparentes aponta para o uso de itens plásticos como sacolas, recipientes de alimentos, garrafas PET, nylon e utensílios plásticos (KADA-CZAPSKA et al., 2023). Adicionalmente, fibras e fragmentos pretos provavelmente originam-se da erosão natural dos pneus de veículos em praias adjacentes a rodovias movimentadas, com a água da chuva facilitando seu transporte para os ecossistemas aquáticos através de riachos e sistemas de drenagem urbana (BALLENT et al., 2016). A presença de partículas de MPs em todas as amostras coletadas fornece evidências contundentes da influência antropogênica como uma fonte primária de materiais sintéticos, sublinhando a multiplicidade de fontes de poluição. A abundância de microplásticos coloridos pode estar ligada a itens plásticos utilizados em embalagens de alimentos, representando uma parcela significativa (20,3%) da produção total de plásticos do Brasil (GALLAGHER et al., 2016).

Valencia-Castañeda et al. (2022) detectaram MPs no trato gastrointestinal, brânquias e exoesqueleto de camarões selvagens (*Litopenaeus vannamei*) que habitam uma lagoa costeira localizada no sudeste do Golfo da Califórnia, México. Assim como os achados do presente estudo, os tipos prevalentes de microplásticos foram fibras e fragmentos transparentes, pretos e azuis, com tamanho médio de 403 Qm. A abundância de 114,7 no trato gastrointestinal, 13,7 nas brânquias e 3,0 no exoesqueleto por grama (g) de amostras de tecido foi muito menor do que a abundância encontrada no estudo atual na praia do Pontal do Peba. Valencia-Castañeda et al. (2022) observaram apenas 13,3

partículas de MPs por animal. No entanto, mesmo em quantidades menores, considerando os padrões de consumo de camarão no México, juntamente com a pre-valorância de MPs, eles estimaram a ingestão de 280 partículas de MPs por pessoa por ano. Se essa estimativa fosse extrapolada para o Brasil, a ingestão seria de 6.720 partículas de MPs por pessoa por ano. Tipicamente, apenas através do consumo de camarão no Brasil, um indivíduo consome em média 18 partículas de MPs por dia.

Gurjar et al. (2021) relataram valores médios de 64,8, 78,5 e 47,5 MPs g<sup>-1</sup> no trato gas-trointestinal de *Parapeneopsis stylifera*, *Metapenaeus monoceros* e *Penaeus indicus*, respectivamente, amostrados em praias da região árabe. Wang et al. (2020) observaram uma média de 7,8 MPs g<sup>-1</sup> no trato gastrointestinal e nas brânquias de *Parapeneopsis hardwickii* coletados na Baía de Hangzhou, China. A abundância de MPs no trato gastrointestinal em nosso estudo é comparativamente maior do que em outras investigações realizadas em camarões penaeídeos. Quando se fala sobre a predominância das categorias morfológicas das partículas de MPs, refere-se a fragmentos e fibras de microplásticos encontrados em ecossistemas marinhos (CAPPARELLI et al., 2021). A presença de fragmentos de MPs pode ser atribuída à poluição originada de resíduos plásticos descartados, comumente associados a atividades turísticas. Esses plásticos degradam-se ao longo do tempo em fragmentos menores. Por outro lado, a ocorrência de fibras está ligada a sistemas de esgoto subterrâneos ou escoamento não tratado de riachos próximos a praias. Esse esgoto é frequentemente despejado em áreas costeiras, juntamente com resíduos de operações de pesca (SIN et al., 2023).

Uma prevalência semelhante de detritos de fibras e fragmentos foi observada em praias, consistente com achados em camarões selvagens *L. vannamei* (VALENCIA; CASTAÑEDO, 2022), bem como em outros estudos envolvendo espécies de camarões penaeídeos como *M. monoceros*, *Penaeus monodon*, *F. indicus*, *P. hardwickii* e *Metapenaeus affinis* (HOSSAIN et al., 2020; DANIEL et al., 2020; WU et al., 2020; KESHAVARZIFARD et al., 2021). Ao contrário dos microplásticos, os resíduos macroplásticos demoram mais para se decompor em pedaços menores (WEINSTEIN et al., 2016), tornando-se menos propensos a serem ingeridos por camarões devido ao seu tamanho maior. Consequentemente, espera-se encontrar menos pellets, films de nylon e fragmentos nos tecidos dos camarões. No entanto, os altos níveis persistentes de partículas de microplásticos encontrados em camarões da praia do Pontal do Peba ao longo de vários anos confirmam o processo de biomagnificação.

Essas partículas de MPs transparentes, pretas e azuis predominantes observadas no estudo atual e a predominância de fibras e fragmentos em amostras ambientais são resultados comuns em estudos de MPs. Esses detritos multicoloridos têm sido associados à poluição de resíduos de cidades, estradas movimentadas, nylon de redes de pesca, cordas e roupas de pesca, além de roupas lavadas (CHOUDHURY et al., 2021). A prevalência de MPs transparentes foi documentada em espécies de camarões como *L. vannamei* do Equador e da Malásia (HOSSAIN et al., 2020), assim como em *M. affinis* do noroeste do Golfo Pérsico (KESHAVARZIFARD et al., 2021). Além disso, estudos relataram a presença de partículas de MPs em diversos organismos, incluindo crustáceos decápodes. Um exame abrangendo a ingestão de MPs por espécies de camarões penaeídeos de diversas regiões foi delineado (DANTAS FILHO et al., 2023). Em diferentes áreas e espécies de camarões, a cor de fragmento mais frequentemente observada foi preta, seguida por azul e vermelho (CÁRDENAS-ALCAIDE et al., 2022).

Foram encontrados estudos sobre MPs apenas para camarões selvagens da espécie *L. vannamei*, que tem um hábito alimentar onívoro; devido a essa variedade dietética, eles podem ingerir pellets de cerca de 700–3000 Qm (VALENCIA-CATAÑEDA et al., 2022). Portanto, quando examinados como camarões adultos, eles podem ter acumulado predominantemente partículas de MPs que variam de 251 a 500 Qm. Vale ressaltar que camarões selvagens são detritívoros, ou seja, alimentam-se de sedimentos localizados no fundo do mar, potencialmente aumentando seu contato com MPs presentes em

substâncias sedimentares. Fundamentalmente, os camarões servem como indicadores valiosos da presença de microplásticos em ecossistemas aquáticos. Eles dependem de uma ampla gama de quimiorreceptores, localizados em suas ante-nulas, para detectar alimentos (DALL et al., 1990; CURREN et al., 2020).

Crustáceos como os camarões possuem um exoesqueleto que precisa ser trocado para que possam crescer. Durante a fase de proecdise, uma nova cutícula se forma sob a antiga, que é subseqüentemente descartada (ecdise). Pouco antes da muda, o cálcio é reabsorvido do exoesqueleto, amolecendo a carapaça para a remoção (DALL et al., 2020). Após a ecdise, o cálcio armazenado é utilizado para endurecer a nova cutícula. Apesar desse processo, o estudo atual encontrou uma abundância significativa de partículas de MPs, sublinhando a gravidade da poluição por MPs. Essas partículas de MPs podem se associar com o cálcio na matriz do exoesqueleto, sendo absorvidas pela superfície do exoesqueleto ou ligando-se à matriz interna do exoesqueleto após a absorção (VALENCIA-CATAÑEDA et al., 2022). Nossa teoria postula que MPs e seus resíduos tóxicos poderiam se calcificar dentro da carapaça ainda macia do animal pós-muda, persistindo até a ecdise subseqüente, semelhante ao comportamento observado com metais. No entanto, mais pesquisas são necessárias para investigar esse mecanismo de forma abrangente, particularmente replicando estudos sobre os resíduos poliméricos de nanoplásticos em organismos aquáticos. Duan et al. (2021) observaram em *L. vannamei* que MPs afetam a microbiota intestinal e o sistema imunológico, enquanto Hsieh et al. (2021) notaram que MPs de polietileno impactam enzimas antioxidantes, elevando conseqüentemente o conteúdo de peróxido lipídico e causando danos à glândula digestiva média e às brânquias.

Alguns pesquisadores estimaram o quanto de partículas de MPs, os humanos ingerem através do consumo de espécies aquáticas de peixes e mariscos (KIBRIA, 2023). Nessas investigações, quatro fatores (como hábitos alimentares) são normalmente levados em consideração para avaliar a exposição humana a toxicidade dos MPs, incluindo (1) o consumo médio per capita de camarão e peixe no país ou região específica, (2) a abundância de MPs encontrados na água potável, (3) o efeito significativo do cozimento dos alimentos no conteúdo de MPs, e (4) considerar cenários menos comuns (a forma ou o corte comercial do organismo aquático, se houve contaminação durante o processamento e descarte industrial) (PIRONTI et al., 2021). No entanto, os impactos das partículas de MPs e seus resíduos tóxicos na saúde humana através do consumo de frutos do mar ainda são pouco compreendidos, necessitando de mais pesquisas abrangentes e práticas para elucidar as implicações para a segurança alimentar humana (BARBOZA et al., 2018).

Infelizmente, já se pode dizer que apenas reciclar resíduos plásticos não é suficiente e não resolve o problema da poluição por MPs. A produção exponencial de plástico e a conseqüente poluição de seus resíduos estão finalmente sendo percebidas como um dos fatores relevantes da crise ambiental. Muitos cientistas concordam que os plásticos estão amplamente distribuídos na atmosfera, no solo e subsolo, e na água, já fazendo parte do registro fóssil da Terra (KUMAR et al., 2021). De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), aproximadamente 400 milhões de toneladas de resíduos plásticos estão sendo geradas atualmente. E, se as tendências históricas de crescimento forem mantidas, a produção global de plástico primário alcançará 1,1 bilhão de toneladas por ano até 2050. As previsões sugerem que, até 2050, o volume de emissões de gases de efeito estufa vinculadas à fabricação industrial, utilização e descarte de plásticos convencionais derivados de combustíveis fósseis pode ultrapassar 56 gigatoneladas, o que representaria entre 11,5% de todo o balanço de carbono restante. Esse mesmo ano 2050 será também o ano em que as tendências de que haverá mais plástico do que peixes nos oceanos se manterão (SHARMA et al., 2021).

Um outro desafio a ser considerado, é que a indústria petroquímica e os produtores de plástico focam sua atenção na gestão de resíduos sólidos e na reciclagem com o objetivo de ofuscar sua responsabilidade pelo verdadeiro problema ambiental, que é o crescimento no volume de plásticos produzidos (SILTALOPPI et al., 2021). Portanto, a maior parte da culpa não é dos maus hábitos da população, mas sim dos incentivos à produção de resíduos tóxicos. No entanto, a situação é tão grave que, mesmo com todo o marketing promovido pela indústria, a população está se conscientizando de que é imperativo reduzir a produção de plásticos devido à toxicidade de seus resíduos tóxicos, e, conseqüentemente, o movimento de organizações, não de governos, está carregando essa bandeira da poluição tóxica do plástico.

## **CONCLUSÕES**

Houve maior abundância de microplásticos (MPs) na água e no pescado no sentido do fluxo do rio (em direção à foz), isso é devido ao acúmulo dos efluentes das cidades ribeirinhas. E, maior abundância de MPs nos peixes carnívoros em comparação aos onívoros e herbívoros, confirmando biomagnificação na cadeia alimentar. Os camarões selvagens examinados servem como indicadores excepcionais da presença de partículas de MPs e polímeros nos ambientes aquáticos, devido à sua tendência de se alimentarem no fundo do mar. Informações quantitativas detalhadas sobre a contaminação por MPs podem ajudar nos esforços de conservação voltados para a gestão do descarte de plásticos nas regiões costeiras do Nordeste do Brasil, considerando que a área de pesquisa abrange simultaneamente zonas urbanas, turísticas e agrícolas. Esta pesquisa pioneira destaca a contaminação por MPs em pescados de diferentes espécies. Assim, este estudo defende o monitoramento de partículas de MPs em espécies selvagens considerados como frutos do mar, e além disso, possuem importância tanto ecológica quanto comercial.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos o apoio do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PGCA) da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), e o suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)/ Fundação Rondônia de Amparo ao Desenvolvimento das Ações Científicas e Tecnológicas e à Pesquisa do Estado de Rondônia (FAPERRO) por conceder bolsa de pós-doutorado ao Prof. Dr. Jerônimo Vieira Dantas Filho.

## **REFERÊNCIAS**

BARBOZA, L.G.A. et al. Marine microplastic debris: An emerging issue for food security, food safety and human health. *Marine Pollution Bulletin*, v.133, 336-348, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.047>

BERTOLDI, C. et al. First evidence of microplastic contamination in the freshwater of Lake Guaíba, Porto Alegre, Brazil. *Science of The Total Environment*, 759, 143503, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143503>

BEZERRA, B. G. et al. Changes of precipitation extremes indices in São Francisco River Basin, Brazil from 1947 to 2012. *Theoretical and Applied Climatology*, 2018. <https://doi.org/10.1007/s00704-018-2396-6>

BALLENT, A. et al. Sources and sinks of microplastics in Canadian Lake Ontario nearshore, tributary and beach sediments. *Marine Pollution Bulletin*, v.110, p.383-395, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.037>

BARBOZA, L.G.A. et al. Marine microplastic debris: An emerging issue for food security,

food safety and human health. *Marine Pollution Bulletin*, v.133, p.336–348, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.047>

BHAGAT, J.; NISHIMURA, N.; SHIMADA, Y. Effect of nanoplastics on fish health and performance: A review. *Marine Pollution Bulletin*, v.151, 110791, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110791>

BHAGAT, J.; NISHIMURA, N.; SHIMADA, Y. Toxicological interactions of microplastics/nanoplastics and environmental contaminants: Current knowledge and future perspectives. *Journal of Hazardous Materials* v.405, 123913, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123913>

BORRIELLO, L. et al. Microplastics, a Global Issue: Human Exposure through Environmental and Dietary Sources. *Foods*, v.12, 3396, 2023. <https://doi.org/10.3390/foods12183396>

CAO, X. et al. Hydrogeochemistry and quality of surface water and groundwater in the drinking water source area of an urbanizing region. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v.186, 109628, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109628>

CAPPARELLI, M.V. et al. Microplastics in rivers and coastal waters of the province of Esmeraldas, Ecuador. *Marine Pollution Bulletin*, v.173, 113067, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113067>

CÁRDENAS-ALCAIDE, M.F. et al. Environmental impact and mitigation of micro(nano) plastics pollution using green catalytic tools and green analytical methods. *Green Analytical Chemistry*, v.3, 100031, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.greeac.2022.100031>

CARVALHO, A.S.S. et al. Spatio-temporal variation of the density of shrimps *Farfantepenaeus subtilis*, *Litopenaeus schmitti* and *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea; Decapoda) in the Curuçá Estuary, North of Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.42, p.598-610, 2016. <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2016v42n3p598>

CASTRO, C. P. N. (Org.). *Revitalização da bacia hidrográfica do rio São Francisco: histórico, diagnóstico e de-safios*. Brasília: IPEA, 2019. 366p.

CHOUDHURY, M. et al. Growing Menace of Microplastics in and Around the Coastal Ecosystem. *Coastal Ecosystems*, p.117–137, 2021. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-84255-0\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-84255-0_6)

CURREN, E. et al. Evidence of marine microplastics in commercially harvested seafood. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, v.8, 562760, 2020. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.562760>

DALL, W. et al. *The Biology of the Penaeidae*. Academic Press, San Diego, 1990. p.489

DANIEL, D.B.; ASHRAF, P.M.; THOMAS, S.N. Abundance, characteristics and seasonal variation of microplastics in Indian white shrimps (*Fenneropenaeus indicus*) from coastal waters off Cochin, Kerala, India. *Science of The Total Environment*, v.737, 139839, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139839>

DANTAS FILHO, J. V. et al. First evidence of microplastics in freshwater from fish farms in Rondônia state, Brazil. *Heliyon*, 9(4), e15066, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15066>

DEVRIESE, L.I. et al. Microplastic contamination in brown shrimp (*Crangon crangon*,

Linnaeus 1758) from coastal waters of the southern North sea and channel area. *Marine Pollution Bulletin*, v.98, p.179–187, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.06.051>  
DE-WITTE, B. et al. Quality assessment of the blue mussel (*Mytilus edulis*): comparison between commercial and wild types. *Marine Pollution Bulletin*, v.85, p.146–155, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.006>

DI-BENEDITTO A.P.M. et al. Pestana, I.A.; Oliveira B.C.V.; Rezende C.E.; Carvalho, C. Health Risk Assessment Related to As, Cd and Pb Due to the Consumption of Shrimp Species from Southeast Brazil. *International Journal of Environmental Research*, v.16, 19, 2022. <https://doi.org/10.1007/s41742-022-00400-1>

ENDRIN, M.; DUMÉE, L.F.; LEE, J. Nano/microplastics in water and wastewater treatment processes – Origin, impact and potential solutions. *Water Research*, v.161, p.621-638, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.06.049>

GALLAGHER, A. et al. Microplastics in the Solent estuarine complex, UK: An initial assessment. *Marine Pollution Bulletin*, v.102, p.243-249, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.04.002>

GARCIA, M.G. et al. Microplastics in subsurface waters of the western equatorial Atlantic (Brazil). *Marine Pollution Bulletin*, v.150, 110705, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110705>

GERMANOV, E.S. et al. Microplastics: no small problem for filter-feeding mega fauna. *Trends in Ecology & Evolution*, v.33, p.227–232, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2018.01.005>

GHOSH, S. et al. Microplastics as an Emerging Threat to the Global Environment and Human Health. *Sustainability*, v.15, 10821, 2023. <https://doi.org/10.3390/su151410821>

GURJAR, U.R. et al. Microplastics in shrimps: a study from the trawling grounds of north eastern part of Arabian Sea. *Environmental Science and Pollution Research*, v.28, p.48494–48504, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14121-z>

HORTON, A.A. et al. Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *Science of The Total Environment*, v.586, p.127-141, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.190>

HOSSAIN, M.S. et al. Microplastic contamination in penaeid shrimp from the Northern Bay of Bengal. *Chemosphere*, 124688, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124688>

HSIEH, S.L. et al. Effect of polyethylene microplastics on oxidative stress and histopathology damages in *Litopenaeus vannamei*. *Environmental Pollution*, v.288, 117800, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117800>

JIANG, C. et al. Microplastic pollution in the rivers of the Tibet Plateau. *Environmental Pollution*, v.249, p.91-98, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.03.022>

KADAC-CZAPSKA, K. et al. Microplastics Derived from Food Packaging Waste—Their Origin and Health Risks. *Materials*, v.16, 674, 2023. <https://doi.org/10.3390/ma16020674>

KESHAVARZIFARD, M.; VAZIRZADEH, A.; SHARIFINIA, M. Occurrence and characterization of microplastics in white shrimp, *Metapenaeus affinis*, living in a habitat highly affected by anthropogenic pressures, northwest Persian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, v.169, 112581, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112581>

KIBRIA, G. Impacts of microplastic on fisheries and seafood security – Global analysis and synthesis. *Science of The Total Environment*, v.904, 166652, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166652>

KOELMANS, A.A. et al. Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality. *Water Research*, v.155, p.410-422, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.02.054>

KUMAR, R. et al. Impacts of Plastic Pollution on Ecosystem Services, Sustainable Development Goals, and Need to Focus on Circular Economy and Policy Interventions. *Sustainability*, v.13, 9963, 2021. <https://doi.org/10.3390/su13179963>

KUNZ, A.; SCHNEIDER, F.; ANTHONY, N.; LIN, H.T. Microplastics in rivers along an urban-rural gradient in an urban agglomeration: Correlation with land use, potential sources and pathways. *Environmental Pollution* 2023, 321, 121096. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121096>

LI, W.C.; TSE, H.F.; FOK, L. Plastic waste in the marine environment: a review of sources, occurrence and effects. *Science of The Total Environment*, v.566–567, p.333–349, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.084>

LOZANO-HERNÁNDEZ, E.A. et al. Microplastic concentrations in cultured oysters in two sea-seasons from two bays of Baja California, Mexico. *Environmental Pollution*, v.290, 118031, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118031>

MILLARD, R.S. et al. How do abiotic environmental conditions influence shrimp susceptibility to disease? A critical analysis focussed on White Spot Disease. *Journal of Invertebrate Pathology*, v.186, 107369, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107369>

MINTENIG, S.M. et al. Low numbers of microplastics detected in drinking water from ground water sources. *Science of The Total Environment*, v.648, p.631-635, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.178>

MIRANDA, I.T.P. et al. The Integration of Recycling Cooperatives in the Formal Management of Municipal Solid Waste as a Strategy for the Circular Economy—The Case of Londrina, Brazil. *Sustainability*, v.12, n.24, 10513, 2020. <https://doi.org/10.3390/su122410513>

PADERVAND, M.; LICHTFOUSE, E.; ROBERT, D.; WANG, C. Removal of microplastics from the environment. A review. *Environmental Chemistry Letters*, v.18, p.807–828, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-00983-1>

PAN, Z. et al. Riverine microplastic pollution matters: A case study in the Zhangjiang River of Southeastern China. *Marine Pollution Bulletin*, v.159, 111516, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111516>

PAREDES-TREJO, F. et al. Main features of large-scale oceanic-atmospheric circulation related to strongest droughts during rainy season in Brazilian São Francisco River Basin. *International Journal of Climatology*, 36(12), 4102–4117. <https://doi.org/10.1002/joc.4620>

PEGADO, T.S.S. et al. First evidence of microplastic ingestion by fishes from the Amazon River estuary. *Marine Pollution Bulletin*, v.133, p.814-821, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.035>

PENIDO, L.R. et al. A Methodology for Sewage Network Maintenance Toward the Fulfillment of Sustainable Development Goals. *International Business, Trade and Institutional Sustainability*, p.271-288, 2020. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-26759-9\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-030-26759-9_16)

PIRONTI, C. et al. Microplastics in the Environment: Intake through the Food Web, Human Exposure and Toxicological Effects. *Toxics*, v.9, 224, 2021. <https://doi.org/10.3390/toxics9090224>

PRATER, C.; KJOLLER, K.; SHETTY, R. Nanoscale infrared spectroscopy. *Material today*, v.13, 56-60, 2010. [https://doi.org/10.1016/S1369-7021\(10\)70205-4](https://doi.org/10.1016/S1369-7021(10)70205-4)

RAMÍREZ-ÁLVAREZ, N. et al. Microplastics: sources and distribution in surface waters and sediments of Todos Santos Bay, Mexico. *Science of The Total Environment*, v.703, 134838, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134838>

ROJAS, R. R. et al. Microplastic occurrence in fish species from the Iquitos region in Peru, western Amazonia. *Acta Amazonica*, 53(1), 65-72, 2023. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392202201212>

SHARMA, H.B. et al. Circular economy approach in solid waste management system to achieve UN-SDGs: Solutions for post-COVID recovery. *Science of The Total Environment*, v.800, 149605, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149605>

SHIM, W.J.; SONG, Y.K.; HONG, S.H.; JANG, M. Identification and quantification of microplastics using Nile Red staining. *Marine Pollution Bulletin*, v.113, p.469-476, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.10.049>

SIN, L.T. et al. Review of the Current State of Microplastic Pollution in South Asian Countries. *Sustainability*, v.15, 6813, 2023. <https://doi.org/10.3390/su15086813>

SILTALOPPI, J.; JAHI, M. Toward a sustainable plastics value chain: Core conundrums and emerging solution mechanisms for a systemic transition. *Journal of Cleaner Production*, v.315, 128113, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128113>

SOARES, E. C. et al. Artisanal fishing and fish fauna changes in the lower São Francisco, after seven years of reduced flow at the Xingó hydroelectric plant. *Research, Society and Development*, v.12, n.1, e112139271, 2023. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i1.39271>

SOARES, E.C. et al. Oil impact on the environment and aquatic organisms on the coasts of the states of Alagoas and Sergipe, Brazil - A preliminary evaluation. *Marine Pollution Bulletin*, v.171, 112723, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112723>

UGWU, K.; HERRERA, A.; GÓMEZ, M. Microplastics in marine biota: a review. *Marine Pollution Bulletin*, v.169, 112540, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112540>

VALENCIA-CASTAÑEDA, G. et al. Microplastic contamination in wild shrimp *Litopenaeus vannamei* from the Huizache-Caimanero Coastal lagoon, SE Gulf of California. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* v.109, p.425-430, 2022. <https://doi.org/10.1007/s00128-022-03568-6>

VERMEIREN, P.; MUÑOZ, C.; IKEJIMA, K. Microplastic identification and quantification from organic rich sediments: a validated laboratory protocol. *Environmental Pollution*, v.262, 114298, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114298>

VIEIRA, L.R.S.; MANSO, C.L.C. Textural and compositional variations in beach sands along



south Alagoas coast, Brazil. *Journal Integrated Coastal Zone Management*, v.17, p.139-149, 2017. <https://doi.org/10.5894/rgci-n99>

VILA-NOVA, F. V. P. et al. Uso e ocupação da terra e indicadores ambientais de impactos negativos: baixo curso do rio São Francisco, estado de Alagoas, Brasil. *Boletim de Geografia*, 33(1), 1-14, 2015. <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v33i1.22352>

WANG, W.; NDUNGU, A.W.; LI, Z.; WANG, J. Microplastics pollution in inland freshwaters of China: A case study in urban surface waters of Wuhan, China. *Science of The Total Environment*, v.575, p.1369-1374, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.213>

WEINSTEIN, J.E.; CROCKER, B.K.; GRAY, A.D. From macroplastic to microplastic: degradation of high-density polyethylene, polypropylene, and polystyrene in a salt marsh habitat. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v.35, p.1632-1640, 2016. <https://doi.org/10.1002/etc.3432>

WONG, G.; LOWEMARK, L.; KUNZ, A. Microplastic pollution of the Tamsui River and its tributaries in northern Taiwan: Spatial heterogeneity and correlation with precipitation. *Environmental Pollution*, v.260, 113935, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.113935>

WU, F. et al. Accumulation of microplastics in typical commercial aquatic species: a case study at a productive aquaculture site in China. *Science of The Total Environment*, v.708, 135432, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135432>

YUAN, W. et al. Microplastic abundance, distribution and composition in water, sediments, and wild fish from Poyang Lake, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v.170, p.180-187, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.11.126>

XIONG, X. et al. Sources and distribution of microplastics in China's largest inland lake – Qinghai Lake. *Environmental Pollution*, v.235, p.899-906, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.12.081>

XU, S. et al. Microplastics in aquatic environments: Occurrence, accumulation, and biological effects. *Science of The Total Environment*, v.703, 134699, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134699>

# 11. CARACTERÍSTICAS DA ATIVIDADE PESQUEIRA NAS V E VI EXPEDIÇÕES CIENTÍFICAS DO BAIXO SÃO FRANCISCO

Área de conhecimento: Engenharia de Pesca

Vanildo Souza de Oliveira<sup>1</sup>  
Rodrigo Victor Marinho de Sá<sup>2</sup>

## RESUMO

Está pesquisa aborda os resultados da V e VI Expedição Científica do baixo São Francisco. Na V Expedição foram colhidas informações sobre os custos de uma canoa para a pesca, cujo o preço fica em torno de R\$ 4.000,00 já com o motor. Também foi registrado a construção de canoas com fibra de vidro que é um pouco mais caro, cerca de 6.000,00. Segundo os pescadores, após as chuvas (cheias), voltaram aparecer as espécies que não eram mais encontradas, isso porque com as chuvas as várzeas encheram possibilitando assim a reprodução dos peixes, espécies como: pilombeta, xira, piau cutia e mandim. Na Cidade de Pão de Açúcar, destaca-se a abundância de pirambebas, chegando as capturas de: pirambebas, piranhas e pacu disco a alcançarem 91% do total das capturas. Essas observações de dominâncias, indicando um desequilíbrio entre as espécies, causado pela marcante presença das pirambebas no ambiente. Essa situação, mostra a necessidade de repovoamento com grandes predadores de espécies nativas que já não existem mais no baixo São Francisco. A VI Expedição não encontrou padrões que demonstrassem melhorias durante esses seis anos, principalmente quanto as espécies capturadas pela atividade pesqueira. O número de espécies sem valor econômico, domina a maior parte da produção tornando a atividade pesqueira, mais de sobrevivência do que como atividade econômica rentável. Observou-se uma maior presença de espécies que não foram registradas nas expedições iniciais, em todas as entrevistas com os pescadores eles disseram que o aparecimento dessas espécies foi devido as cheias, que possibilitaram a formação de lagoas que funcionam como local de reprodução de várias espécies. O que demonstra a importância de garantirmos cheias artificiais nos períodos de secas para que essas espécies possam se reproduzir.

---

1 Professor doutor. Departamento de Pesca e Aquicultura (Depaq), Universidade Federal Rural de Pernambuco.

2 Estudante de Engenharia de Pesca. Departamento de Pesca e Aquicultura (Depaq), Universidade Federal Rural de Pernambuco.

## INTRODUÇÃO

As Expedições do Baixo São Francisco cobrem uma área de pesquisa que vai desde a cidade de Piranha até a cidade de Piaçabuçu, onde é possível observar várias condições topográficas que afetam as características do rio, e com isso a ocorrência de certas espécies que são capturadas pela pesca artesanal.

Nesse trajeto, é possível registrar várias fontes de impactos que interferem na atividade pesqueira, desde poluição de esgoto sanitário a proliferação de macrófitas. Nessa região a pesca é intensa e de grande potencial, sendo praticada, em sua maioria, por pescadores artesanais e com muitos pontos de desembarque, embora no município de Piaçabuçu (com 35% do efetivo de pescadores) apresente alguma atividade semi-industrial (AECID, 2008).

A atividade tem forte componente social, com os diferentes ecossistemas que compõem a região (estuário, rio e mar), contribuindo para uma oferta diversificada de pescado. Adicionalmente, a poluição, o desmatamento e o assoreamento, a degradação das lagoas marginais, presença de espécies exóticas e a pressão pesqueira descontrolada vêm influenciando negativamente a produção pesqueira na região, bem como na distribuição espacial das espécies em relação aos ambientes (SOARES et al., 2011).

Os dados na V Expedição Científica, foram obtidos através de informações em reuniões nas colônias de pesca, realizadas nas localidades em que foram possíveis, procurou-se obter informações genéricas a respeito da produção pesqueiras e sobre quais as principais dificuldades enfrentadas pela atividade pesqueira.

A coleta da ictiofauna foi realizada com redes de emalhar com comprimento de malhas, entre nós, de 50mm, 45mm, 35mm e 30mm, tendo 600m de comprimento, cada. As redes eram colocadas no final da tarde e recolhidas na manhã seguinte, passando em média 16 horas de pesca.

Em cada rede eram registrados o total capturado de cada espécie, assim como o comprimento da malha da rede. O fato de a Expedição ter um tempo limitado em cada cidade visitada, e com isso só ser possível a realização de uma coleta, nos fornece uma possível tendência pontual sobre as espécies capturadas. Dessa forma, iniciaremos com os resultados da V (2022), e em seguida com a VI Expedição (2023), concluindo com recomendações referentes as duas expedições.

## SITUAÇÃO DA ATIVIDADE PESQUEIRA NAS CIDADES E POVOADOS VISITADOS NA V EXPEDIÇÃO.

### Cidade de Piranhas

A expedição chegou na cidade de Piranhas no dia 3 de novembro, onde entrevistamos os pescadores da Colônia Z30 (Figuras 01 e 02), que segundo o presidente tem 242 pescadores que pescam na sua maioria com redes de emalhar e covos. Utilizam canoas de madeira, cujo o preço fica em torno de R\$ 4.000,00 já com o motor.

Também foi registrado a construção de canoas com fibra de vidro é um pouco mais caro, cerca de 6.000,00 (Figuras 03 e 04), no entanto evita toda a questão ambiental de utilização de madeira e de manutenção que é infinitamente menor. As canoas de madeira são construídas na própria comunidade, geralmente com pranchas de piqui. Atualmente existe cerca de 100 embarcações de pesca. Segundo os pescadores, com um ano de muitas chuvas resultaram em uma maior quantidade de peixes, principalmente a Xira e o piaú.

Todos os pescadores, que estão cadastrados na colônia, recebem o seguro defeso que vai de novembro a fevereiro. Um registro inusitado em nossas coletas, nesta cidade, veio na rede de malha 50 mm com fio 0,25mm, um peixe xaréu. Esse peixe é característico do mar, vive nos oceanos e tem uma enorme capacidade para tolerar uma variação muito

grande de salinidade, sendo classificado como eurihalino, normalmente é capturado nas áreas costeiras e em mar aberto. No entanto, esse indivíduo juvenil com 30cm de comprimento foi capturado a mais de 200 km da foz, na cidade de Piranhas (Figura 05)

**Figuras 01 e 02:** Colônia Z-30 de Pescadores da cidade de Piranhas.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

**Figuras 03 e 04:** Canoa revestida com fibra de vidro em Piranhas.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

**Figura 05:** Juvenil de Xaréu com 30 cm, capturado na cidade de Piranha, em rede de emalhar com fio 0,25 e malha de 50mm.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

## Cidade de Gararu

Na cidade de Gararu, a colônia possui inscritos cerca de 1800 pescadores. Relataram que o maior problema que eles têm atualmente é a concorrência com a pesca de mergulho e dizem que esse tipo de pesca é muito danoso para as espécies, pois captura os maiores reprodutores. Ressaltaram a grande presença de pirambeba nas capturas e que seriam necessárias mais ações, pelos órgãos competentes, como o repovoamento de espécies como a xira.

## Povoado de São Brás

Em São Brás, segundo os pescadores, após as chuvas, voltaram aparecer as espécies que não eram mais encontradas, isso porque com as chuvas as várzeas encheram e possibilitaram a reprodução dos peixes, espécies como: pilombeta, xira, piau cutia e mandim. Espécies como tubarana, curvina e pirá, eles disseram que continuam sem aparecer. Uma das espécies que mais reproduziram, segundo os pescadores foram os piaus, com as seguintes espécies :piauí preto, branco, cutia e amarelo. Segundo eles as cheias de novembro do ano passado (2021), aprofundaram mais o rio, levou grande parte do lodo (macrófitas) do fundo e as baronetas na superfície, promovendo também o enchimento em algumas várzeas, que serviram de berçário para os peixes.

## Cidade de Propriá

Em Propriá, na colônia Z8 a presidente Dilma, relatou que conta com 500 pescadores inscritos, abrangendo :Propriá, Telha, Nossa Senhora de Lurdes, Gararu e Taioba. A espécie que mais capturam é a pirambeba, dizem que de três partes, duas é de pirambeba. Registraram que o aragú e o lambiá apareceram bastante depois das cheias.

Em Propriá foi possível visitar o mercado de peixes, onde diferentemente das outras vezes, havia espécies nativas como os piaus (Figura 06), onde também foi encontrado pela primeira vez, as três espécies: o preto (três pintas), o cutia (com nadadeiras amarelas) e o branco (com uma pinta no início da cauda) (Figura 07). Além das espécies de cativeiro: tilápia e tambaqui (Figura 08). Foi encontrado apenas um peixe dourado a venda, que foi capturado no médio São Francisco (Figura 09).

**Figuras 06 e 07:** Bastante piaus a venda no mercado de Propriá. O preto (três pintas), o cutia (com nadadeiras amarelas) e o branco (com uma pinta no início da cauda).



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

**Figuras 08 e 09:** Peixes de cultivos, presentes em todas as expedições, tilápia e tambaqui, no mercado de Propriá. Dourado encontrado no mercado de Propriá, capturado no médio São Francisco.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

### Povoado de Chinaré

Em Chinaré, a Colônia de Pescadores registra cerca de 1600 pescadores de vários municípios próximos (Figuras 10 e 11). Dentre as espécies mais capturadas por eles estão: pilombeta, piau cutia, aragú e lambia que voltaram a aparecer, assim como o tambaqui que apareceu, devido ao rompimento de viveiros com as cheias. Também relataram a presença do peixe panga, provavelmente por esses mesmos motivos. Outra espécie que vem aparecendo, segundo eles, é o pirarucu nos lagos, certamente também por fuga de cativeiros. Quanto aos aparelhos de pesca, além de redes de emalhar, eles pescam com covos para captura de camarão, usam em média 300 covos com iscas de bolo de arroz, segundo seus relatos em dia de pesca bom, capturam 10kg, em dia ruim 2 kg.

**Figuras 10 e 11:** Reunião com os pescadores divulgando os trabalhos científicos da Expedição.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

## Cidade de Penedo

Na cidade de Penedo, os pescadores relataram o retorno da presença de espécies como: piau cutia e muitos aragús e lambiás, em função das cheias do ano passado e desse ano. A Pilombeta retornou forte, segundo os pescadores, 30kg era R\$30,00 agora com maior abundância baixou para R\$ 12,00, tem até robalo e piau cutia nas lagoas. Nessa cidade foi observado uma das necessidades, quanto a assistência técnica, para a atividade pesqueira no baixo São Francisco, o armazenamento e processamento do pescado. Encontramos o pescado sendo eviscerado e lavado no porto de Penedo, mesmo local em que os carros são lavados como mostra a (Figura 12). A falta de assistência técnicas, para que esses pescadores saibam do risco de contaminação do pescado durante o processamento, e que podem trazer prejuízos caso vitimize alguém. Parece permanecer o costume, que lavou nas águas do rio, está purificado, não importa, mesmo que esteja próximo a descargas de esgotos sanitários.

**Figura 12:** Evisceração e limpeza do pescado no porto de Penedo.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

## Cidade de Piaçabuçu

Sem dúvida essa é a cidade que recebe o maior número de barcos de pesca de várias modalidades, tanto do rio, como de água doce (Figura 13). A grande maioria opera no rio com canoas que pescam principalmente a pilombeta, essa pesca é realizada de noite onde as redes cruzam o leito do rio, ficando de um lado uma boia luminosa e do outro a canoa com o pescador com uma lanterna (Figura 14), para auxiliar a navegação. Essa pescaria, geralmente acompanha a vazante da maré. Existe também canoas que pescam na zona estuarina e fora da foz (Figura 15), principalmente de linha de mão e espinhel para peixes e tubarões (Figuras 16 e 17). A pesca estuarina ou fora da barra pode ser realizada com as canoas ou em embarcações motorizadas maiores, que pescam em alto mar, ou fazem arrasto de camarão. Por essa grande atividade pesqueira na cidade, é possível encontrar facilmente na rua que margeia o rio em Piaçabuçu, além de frigoríficos de peixes, vários varais com peixes secando ao sol (Figuras 18 e 19).

**Figuras 13 e 14:** Porto de Piaçabuçu e despesca da rede de pilombeta, após uma noite de pescaria.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

**Figura 15:** Canoas de pesca na foz do São Francisco.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira



**Figuras 16 e 17:** Pesca com espinhel na Foz do São Francisco.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

**Figura 18:** Pesca com espinhel na Foz do São Francisco. Peixes secos e salgados no Porto de Piaçabuçu.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

**Figura 19:** Peixes secos e salgados no Porto de Piaçabuçu.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

## CARACTERÍSTICAS DAS COLETAS COM REDES DE EMALHAR

### Cidade de Piranhas

Por ser localizada próxima da barragem de Xingó, possui um ambiente aquático muito dinâmico, com corredeiras que tende a ser mais um ambiente lótico do que lântico. Isso fica claro, com a maior concentração de peixes que se adaptam e esse ambiente como piau branco e preto (Figura 20), que juntos representam 61% das capturas. Como esperado nessa cidade, as pirambebas que se adaptam a ambientes mais lânticos, tiveram baixa representação (Figura 21).

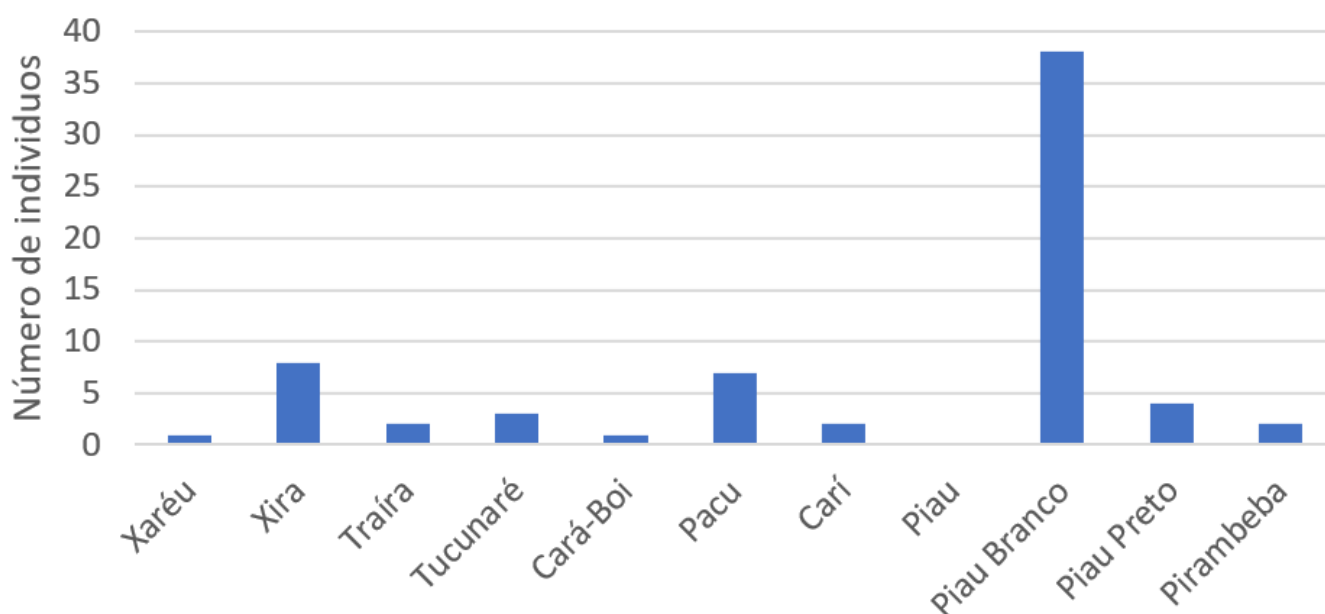
**Figura 20:** Abundancia de piau, nas redes de emalhar na cidade de Piranhas.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

**Figura 21:** Capturas em relação as espécies na cidade de Piranhas.

### Capturas na Cidade de Piranhas

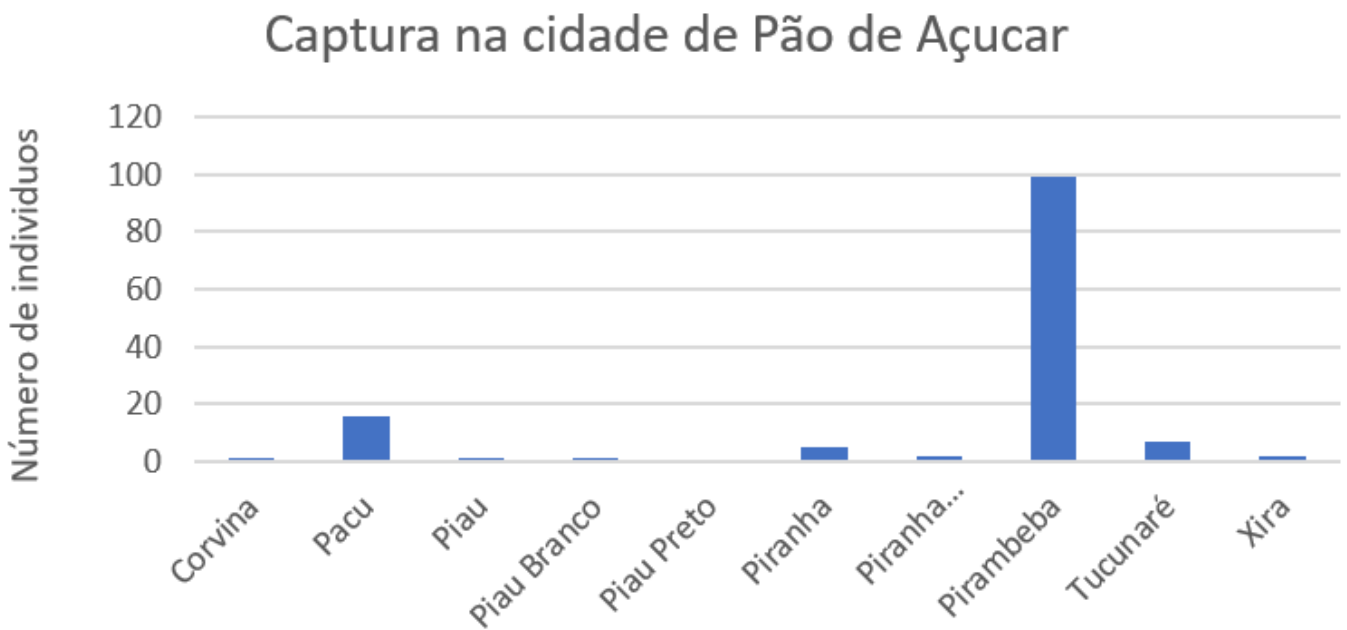


Fonte: Autores, 2023.

## Cidade de Pão de Açúcar

Com as águas mais lânticas nessa localidade, destaca-se a presença das pirambebas (Figura 22), seguida pelo pacu disco, duas espécies de baixo valor comercial, chegando as capturas de pirambebas (Figura 23), piranhas (Figura 24) e pacus disco (Figura 25), alcançarem 91% do total das capturas. Essa grande presença de pirambebas é motivo de descontentamento por parte dos pescadores, pois além de ter menor valor econômico, ainda predam as outras espécies de maior valor econômico que ficam presas nas redes (Figura 26). Realmente a proporção de pirambeba em Pão de Açúcar, chama atenção tornando-se, possivelmente, o ambiente ideal para sua reprodução.

**Figura 22:** Capturas em relação as espécies na cidade de Pão de Açúcar.



Fonte: Autores, 2023.

**Figura 23:** Pirambeba capturada na rede de emalhar.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

**Figuras 24 e 25:** Piranha verdadeira e pacu disco, capturados em redes de emalhar.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

**Figura 26:** Espécies predadas, nas redes de emalhar, pelas pirambebas e piranhas.

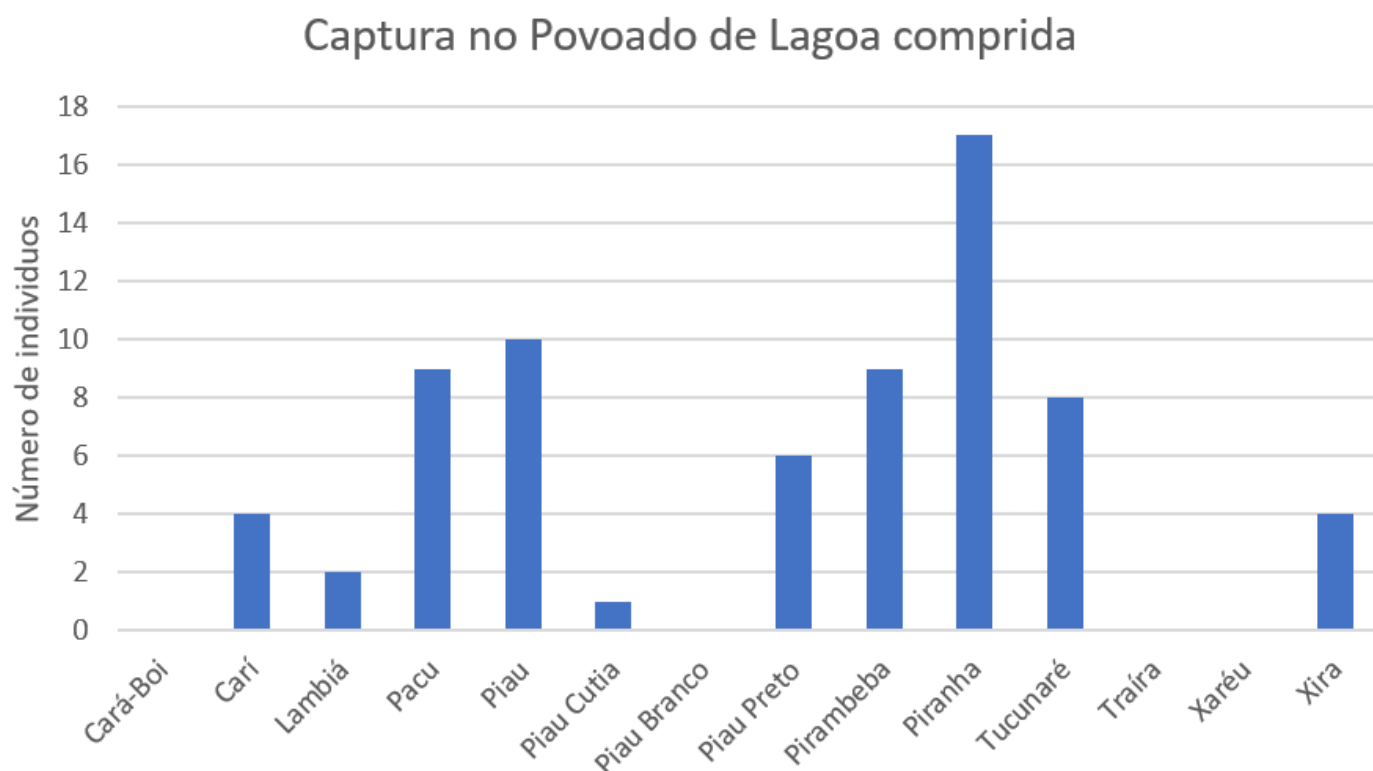


Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

### **Povoado de Lagoa Comprida**

Em Lagoa Comprida foi registrado a mesma tendência de dominância das espécies de baixo valor econômico (pirambeba, piranha e pacu), sendo as três equivalentes a 50 % da produção total, seguidos pelos piaus: branco, preto (três pintas) e cutia. Já sendo registradas, em menor número, presenças de espécies, que não eram encontradas antes das cheias como: cari, piau cutia e lambiá (Figura 27).

**Figura 27:** Capturas em relação as espécies na cidade de Lagoa Comprida.

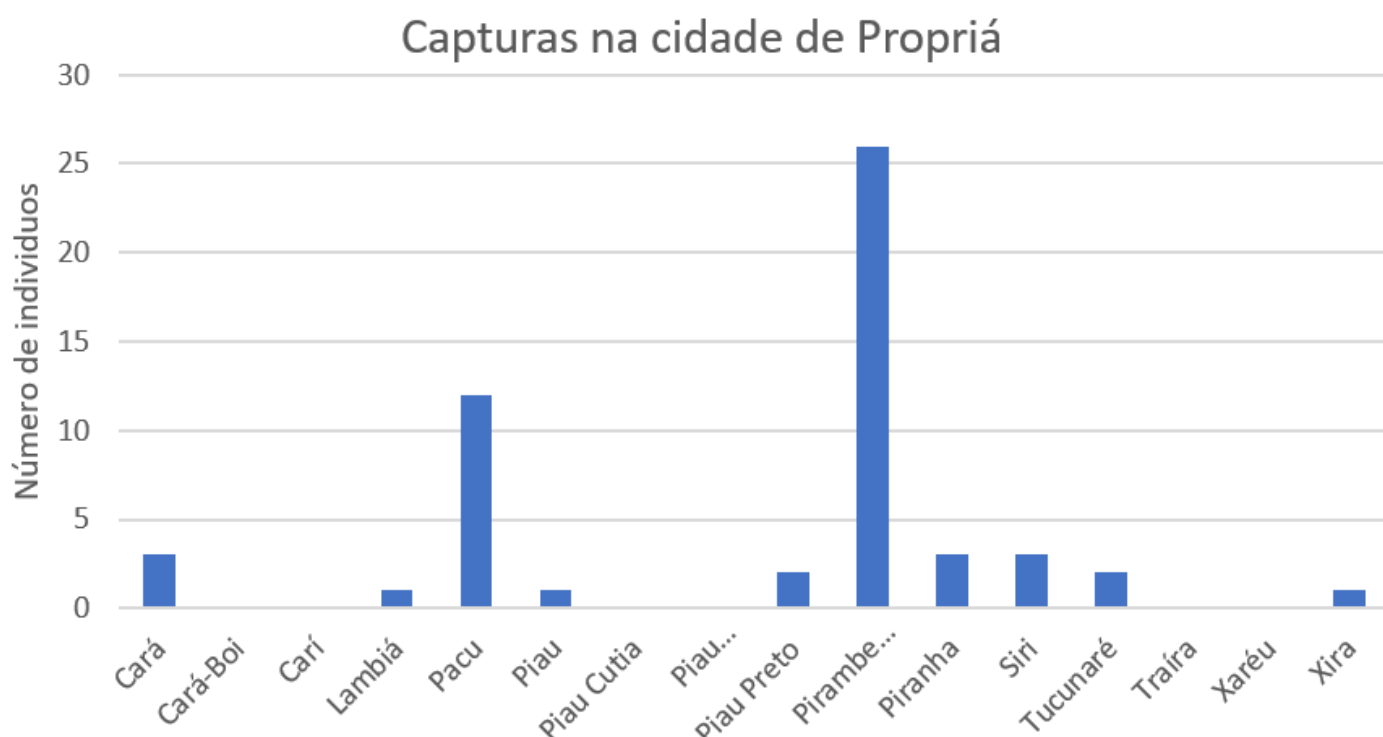


Fonte: Autores, 2023.

### Cidade de Propriá

Em Propriá, fica evidente que na medida em que o rio toma aspectos mais lênticos a pirambeba e o pacu parece dominar o ambiente com suas presenças em maior quantidade. A proporção de captura das espécies de pirambeba, piranha e pacu chegam a alcançar 75,9% da captura total (Figura 28). A partir dessa cidade registra-se a presença de espécies estuarinas como os siris (Figura 29).

**Figura 28:** Capturas em relação as espécies na cidade de Propriá.



Fonte: Autores, 2023.

**Figura 29:** Captura de siris, em redes de emalhar na cidade de Propriá.

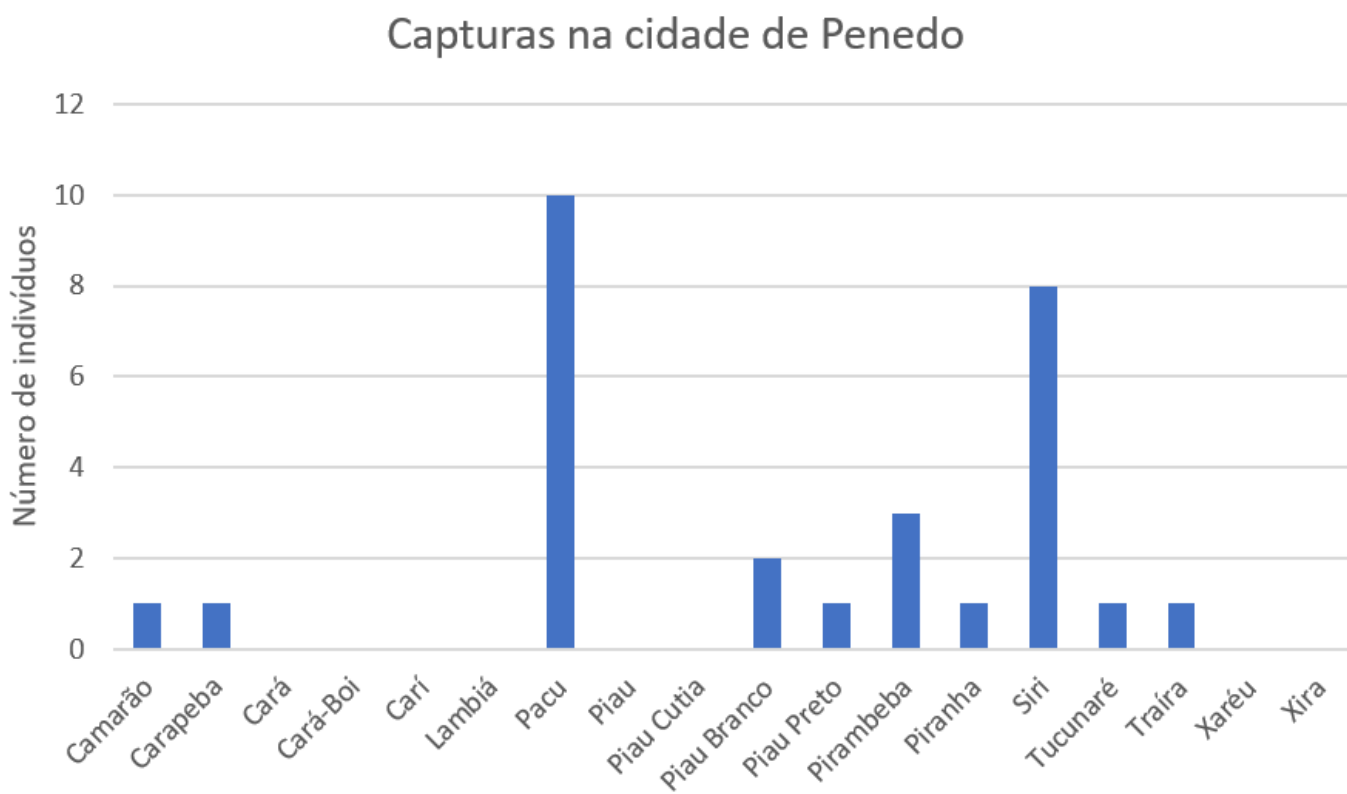


Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

### Cidade de Penedo

A partir da Cidade de Penedo, é possível observar uma menor ocorrência de pirambebas e piranhas, o que parece ocorrer em função da proximidade com a foz, pois já ocorre aparecimento de espécies estuarinas em maior número, a exemplo do siri, carapeba e xaréu. No entanto, espécies de peixes onívoras com pacu foi a que apresentou maior ocorrência (Figura 30).

**Figura 30:** Capturas em relação as espécies na cidade de Penedo.

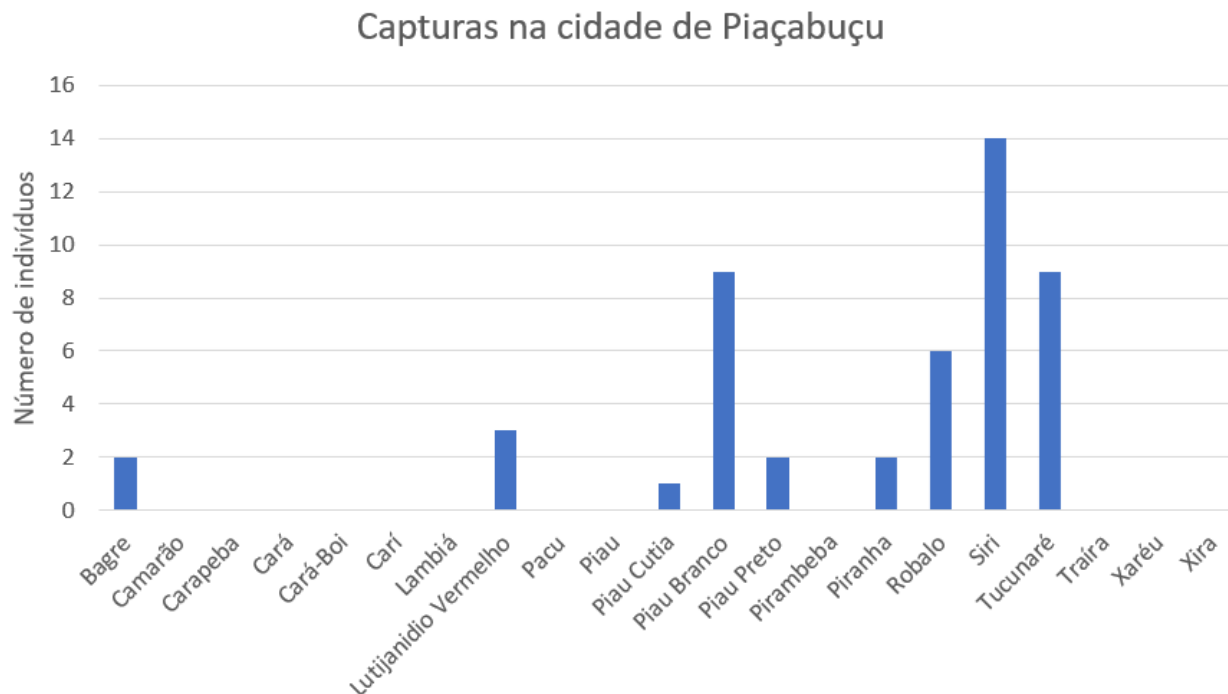


Fonte: Autores, 2023.

## Cidade de Piaçabuçu

Em Piaçabuçu é possível ver a tendência de dominância das espécies estuarinas que juntas representam 52% do total da captura (siri, robalo, pargo e bagre). Destacando-se entre as espécies de água doce o tucunaré e os piaus em maior abundância e a ausência de pirambebas (Figura 31).

**Figura 31:** Capturas em relação as espécies na cidade de Piaçabuçu.

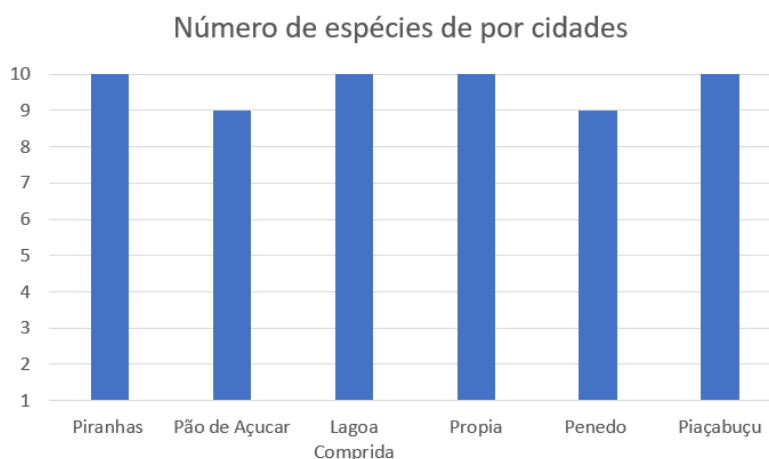


Fonte: Autores, 2023.

## DIVERSIDADE DE ESPÉCIES

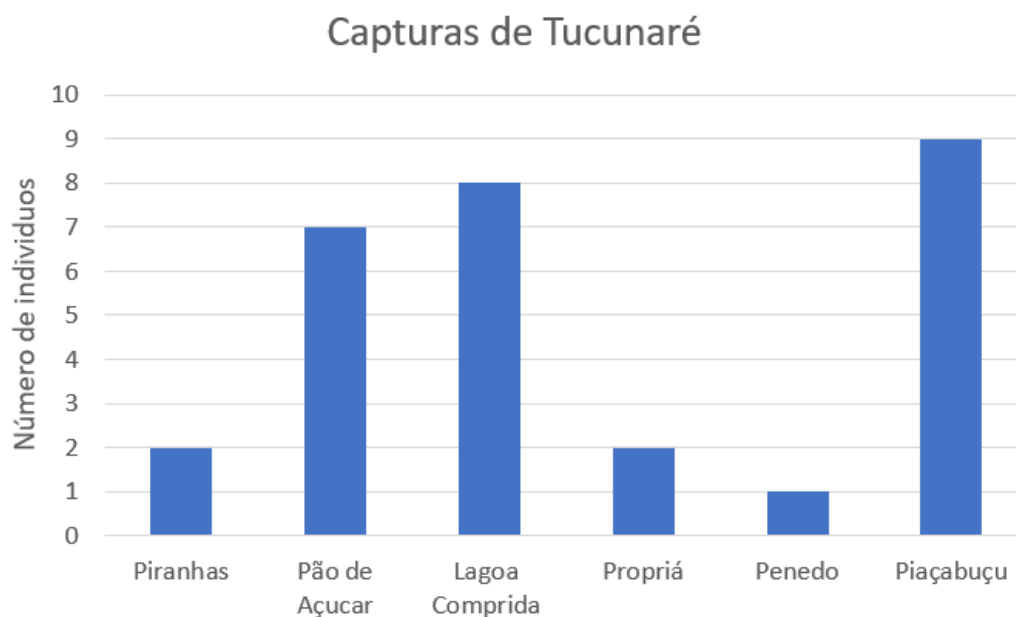
Quanto a diversidade de espécies, por local de coleta, houve uma distribuição homogênea (Figura 32) que variou entre nove e dez espécies capturadas nas redes em cada localidade. Sendo a dominância, as espécies de água doce desde Piranhas. As espécies de água salgada só alcançaram mais de 50% perto da foz em Piaçabuçu. Observou-se que, o tucunaré (Figuras 33 e 34), parece ter se adaptado em todos os ambientes, uma vez que foi a única espécie capturada em todas as localidades, tanto nas áreas mais próximas de Xingó, quando nas próximas da foz em Piaçabuçu. Deve-se levar em consideração, que estamos em um ano com grande aporte de água doce no Rio, o que pode explicar essa distribuição.

**Figura 32:** Distribuição do número de espécies por localidades.



Fonte: Autores, 2023.

**Figura 33:** Distribuição da captura do Tucunaré por localidade.



Fonte: Autores, 2023.

**Figura 34:** Tucunaré capturado nas redes de emalhar, registrado em todas as localidades.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

## **IMPACTOS AMBIENTAIS QUE AFETAM A ATIVIDADE PESQUEIRA**

Além do assoreamento do leito do rio, a presença de macrófitas no fundo ainda é o principal impacto que afeta a atividade pesqueira, uma vez que age diretamente na eficiência de captura das redes de emalhar. Além de causar danos na panagem do equipamento, resultando nos seguintes transtornos: a rede não toca o fundo, em função da biomassa das macrófitas, as malhas ficam mais visíveis, pois ficam com materiais agregados nas malhas, exige grande perda de tempo fazendo a limpeza e reparando danos na panagem (Figura 35). Outro fator que afeta a atividade é a constante e brusca diminuição e aumento dos níveis de água no baixo São Francisco, em função da política de geração de energia da CHESF. Essa variação, além de influenciar na erosão das margens (Figura 36), causam situações inusitadas as redes são colocadas em uma profundidade junto as margens, chamados de remansos, e no outro dia as redes estão em terra, pois o nível baixou bruscamente (Figuras 37 e 38).



**Figura 35:** Redes de emalhar totalmente cheias de macrófitas.



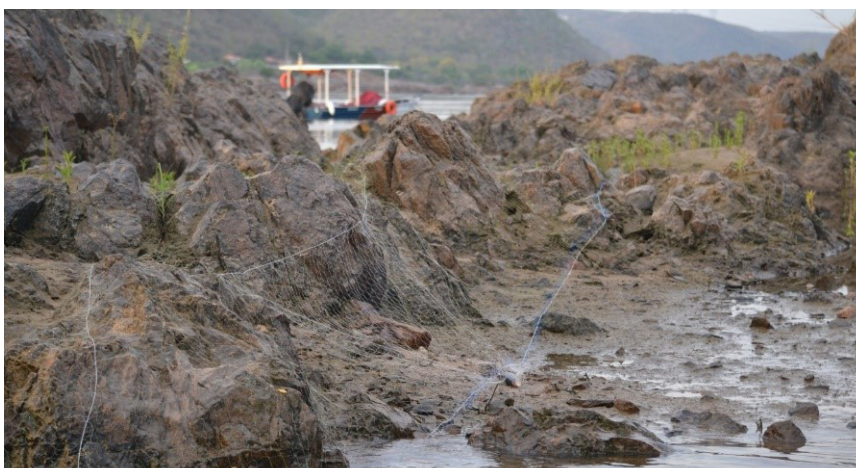
Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

**Figura 36:** Erosão das margens, causadas pela variação brusca do volume do rio.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

**Figura 37:** Redes que ficaram em terra, devido a diminuição brusca do volume do rio.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

**Figura 38** : Redes de emalhar que ficaram em terra, devido a diminuição brusca do volume do rio.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2022.

## VI EXPEDIÇÃO CIENTÍFICA

A VI Expedição Científica não encontrou padrões que demonstrassem melhorias durante esses seis anos, principalmente quanto às espécies capturadas e condições na atividade pesqueira. O número de espécies sem valor econômico, domina a maior parte da produção tornando a atividade pesqueira, mais de sobrevivência do que como atividade econômica rentável.

A solução para a melhoria da qualidade das espécies do Baixo São Francisco já é conhecida e praticada há anos, no caso o peixamento de espécies nativas. No entanto, a falta de uma política permanente de peixamento, faz com que ações isoladas que são realizadas, fiquem difíceis de fazer o monitoramento e com isso, a aferir a eficiência dessas ações.

Observamos uma maior presença de espécies que não foram registradas nas expedições iniciais, em todas as entrevistas com os pescadores eles disseram que o aparecimento dessas espécies foi devido as cheias, que possibilitaram a formação de lagoas que funcionam como local de reprodução de várias espécies. O que demonstram a importância de garantirmos cheias artificiais nos períodos de secas para que essas espécies possam se reproduzir.

## SITUAÇÃO DA PESCA NO BAIXO SÃO FRANCISCO

Durante a VI expedição visitamos as cidades de Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, Lagoa Comprida, Propriá, Penedo e Piaçabuçu, tivemos encontros com pescadores e presidentes de colônias. Houve uma percepção comum, já constatada na expedição anterior, que após as cheias de 2021 e 2022 várias espécies como: pilombeta, piau cutia e pacamão, dentre outros voltaram a aparecer, ficando claro a importância desses eventos na reprodução dessas espécies, uma vez que as cheias causam alagamento que chegam nas lagoas e conseqüentemente viabilizam a reprodução, proteção e crescimento dos alevinos.

Outra vantagem das cheias citadas por eles foi a limpeza do leito do rio, as fortes correntezas levaram as grandes concentrações de baronetas (macrófitas aquáticas) de superfície e as macrófitas de fundo chamada por eles de “Cabelo”. Esse fato, foi percebido, uma vez que não havia mais baronetas flutuando no leito do rio como nas expedições anteriores. Isso teve reflexo também na fauna das aves, já que sem as baronetas os gaviões-caramujeiros *Rostrhamus sociabilis*, abundantes nas expedições passadas, praticamente desapareceram, pois segundo os pescadores os caramujos foram levados com as baronetas.

Em geral, os pescadores reclamam da grande presença da pirambeba e do pacu disco que, além de ter baixo valor econômico, a pirambeba come os outros peixes de valor comercial ainda presos nas redes, além de rasgarem as panagens das redes, trazendo um duplo prejuízo.

Todos reclamaram da pesca de mergulho com arpão, pois dizem que os pescadores com arpão só capturam os peixes grandes, eliminando assim os reprodutores. A existência do mergulho parece ser um dos principais conflitos entre eles, difícil de ser resolvido em função da falta de controle e fiscalização.

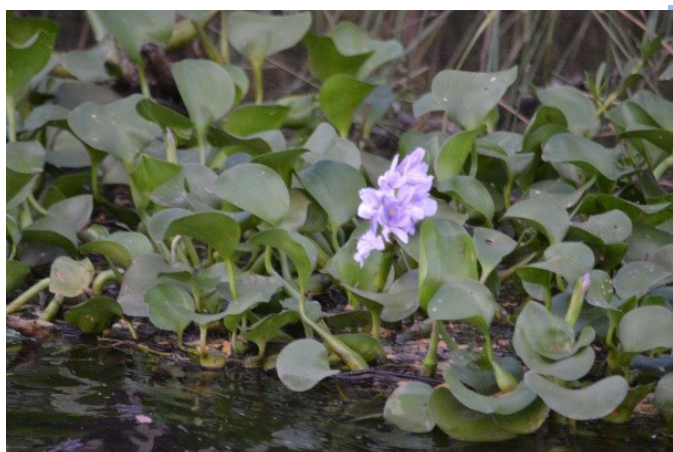
Foram registrados os mesmos impactos, sem observar nenhuma melhora nesses seis anos, sendo eles poluição por esgoto sanitário. Assoreamento das margens do rio (Figura 39), destruição da mata ciliar (Figura 39), criação de gado (Figura 40). Assim como o crescimento descontrolado das macrófitas aquáticas que interferem diretamente na atividade pesqueira (Figura 41). No entanto, nas áreas em que não foram retiradas as matas ciliares (Figura 42) existe uma maior concentração de fauna e conseqüentemente mais atividade pesqueira.

**Figuras 39 e 40:** Assoreamento das margens e Criação de gado.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2023.

**Figuras 41 e 42:** Macrófitas aquáticas e Margens com mata ciliar



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2023.

## PRINCIPAIS ESPÉCIES CAPTURADAS NA EXPEDIÇÃO

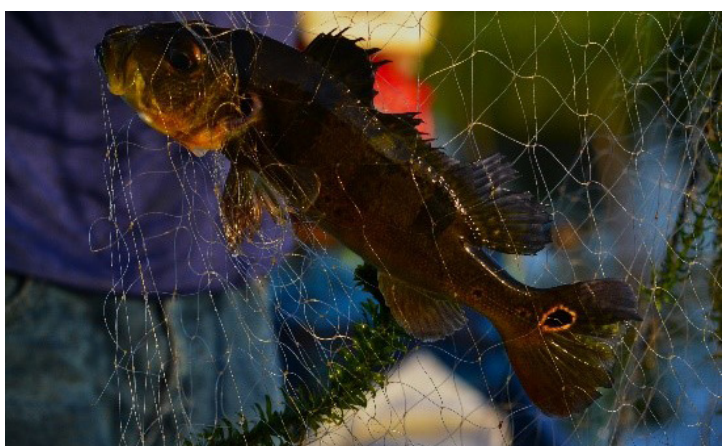
Dentre as principais espécies capturadas destacam-se o “Cari”, “Xira”, “Tucunaré” “Piau”, “Piranha” e “Pirambeba” (Figuras 43,44 e 45). No entanto, quanto a proporção as pirambebas e piranhas dominaram, chegando em algumas cidades a representar mais de 50 % do total da captura.

**Figura 43:** Peixes Acari e Xira



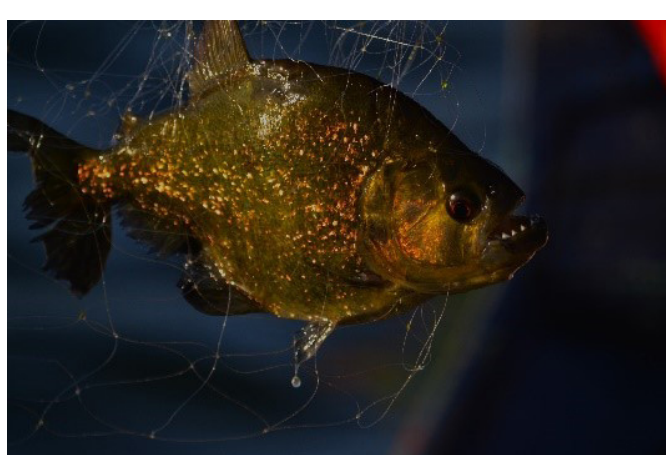
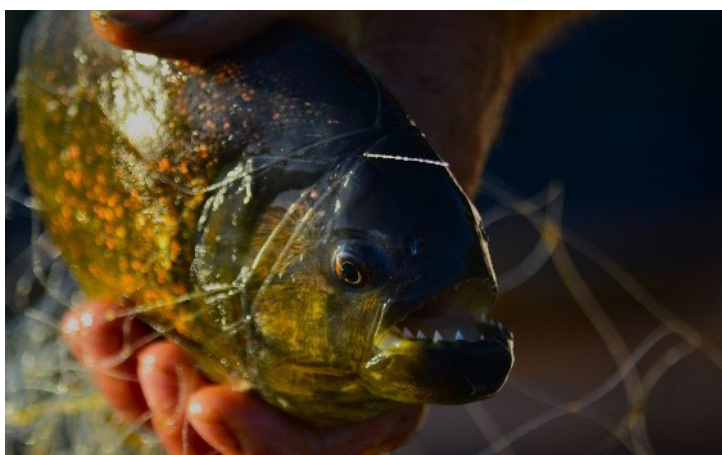
Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2023.

**Figura 44:** Figura: Peixes Tucunaré e Piau.



Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2023.

**Figura 45:** Peixes Piranha e Pirambeba



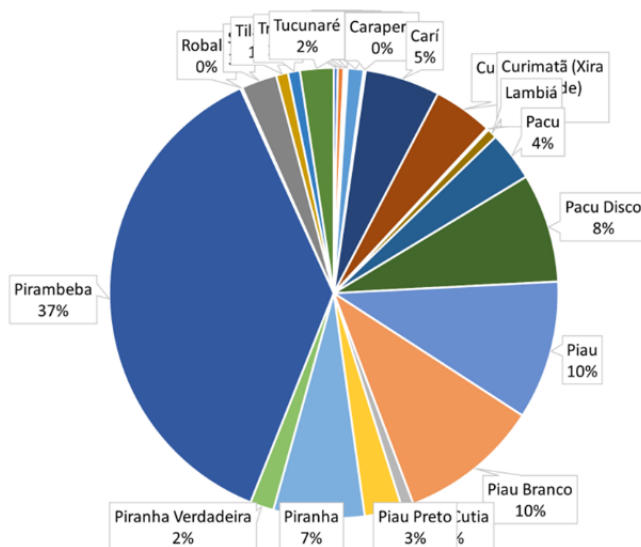
Fonte: Vanildo Souza de Oliveira, 2023.

Na distribuição por captura total a pirambeba e piranha e pacu disco, espécies de menor valor econômico, representaram 54%, o que desmotiva a atividade pesqueira (Figura 08), estando a pirambeba presentes em todas as cidades visitadas pela expedição.

**Figura 46:** Distribuição da captura total de peixes.

## PORCENTAGEM DE CAPTURA NA VI EXPEDIÇÃO

Foram capturados um total de 706 indivíduos  
Em 26 espécies de peixes

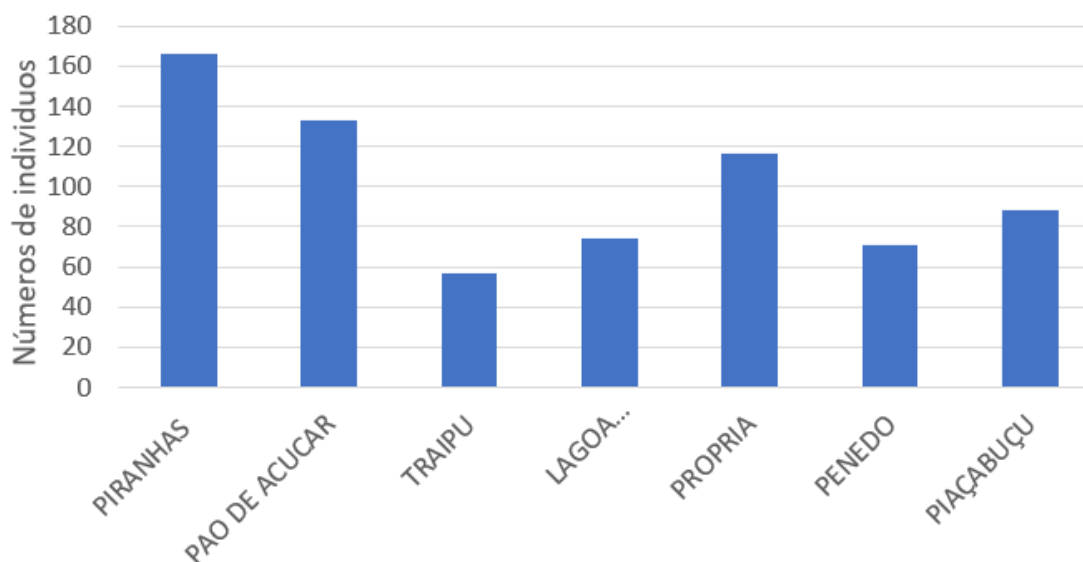


Pirambeba, Piranhas e Pacu disco  
Representam 54% das capturas

Fonte: Autores, 2024.

Observa-se uma tendência de diminuição da captura, no sentido da foz do rio. As cidades mais próximas da Usina Xingo apresentam uma abundância maior. Esses ambientes possuem velocidades das correntes maiores, o que pode ser ambientes mais apropriados para o desenvolvimento de certas espécies como o piau registrado na cidade de Piranhas e a pirambeba em Pão de açúcar área mais lânticas. A seguir analisaremos a distribuição das principais espécies em proporção de captura por cidades:

**Figura 47:** Distribuição da captura por cidade, em número de indivíduos.

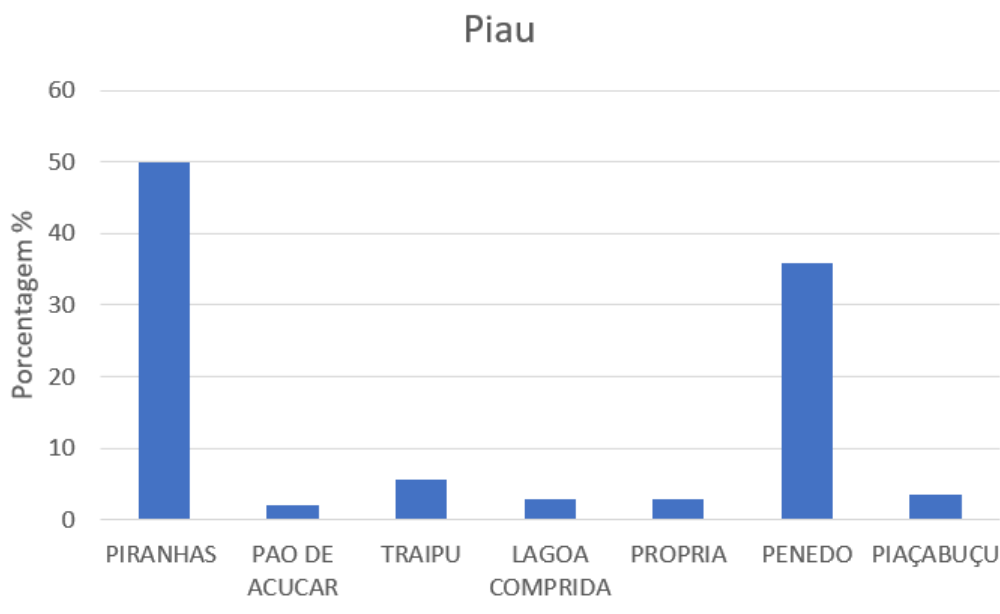


Fonte: Autores, 2024.

## PIAU

O Piau apresentou uma maior concentração, cerca de 50% capturado na cidade de Piranhas próximo da usina de Xingó, declinando na direção da faz. Na cidade de Penedo houve uma grande captura em função do pescador ter praticamente cercado um cardume de piau embaixo de uma concentração de baronezas, com essa estratégia saindo fora da curva os dados de produção. Considerou-se Piau, as três espécies: o branco, o preto e o cutia (Figura 50).

**Figura 48:** distribuição do Piau por cidades.

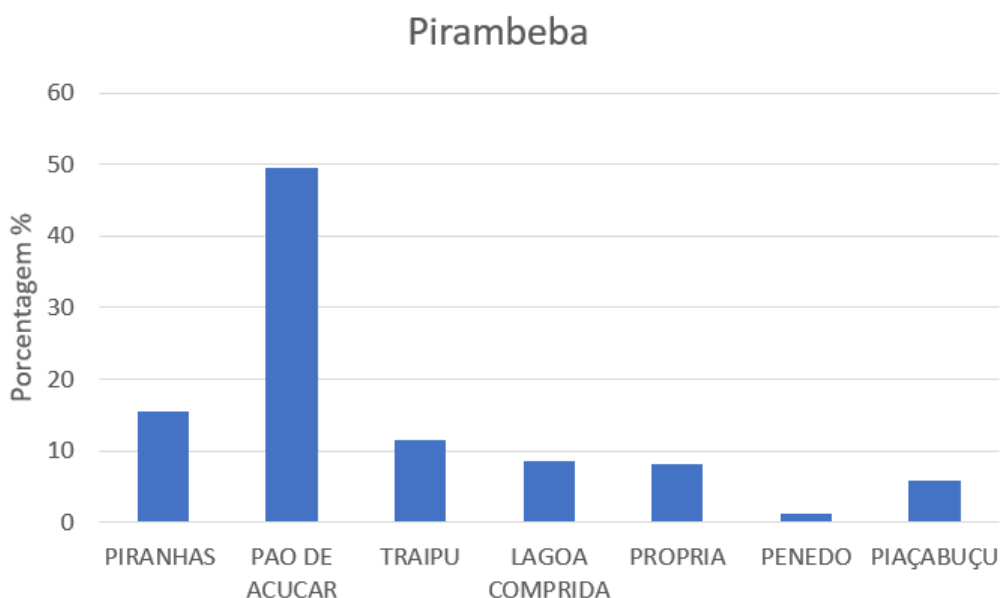


Fonte: Autores, 2024.

## PIRAMBEBA

A pirambeba apresentou maior abundância dentre o total das capturas, destacando-se na cidade de Pão de Açúcar (Figura 51), representando 50 % das capturas. Essa parte do rio parece reunir condições ideais para a reprodução dessa espécie, pois esse registro vem sendo percebido desde a segunda Expedição.

**Figura 49:** Distribuição da porcentagem de captura da pirambeba por cidades.

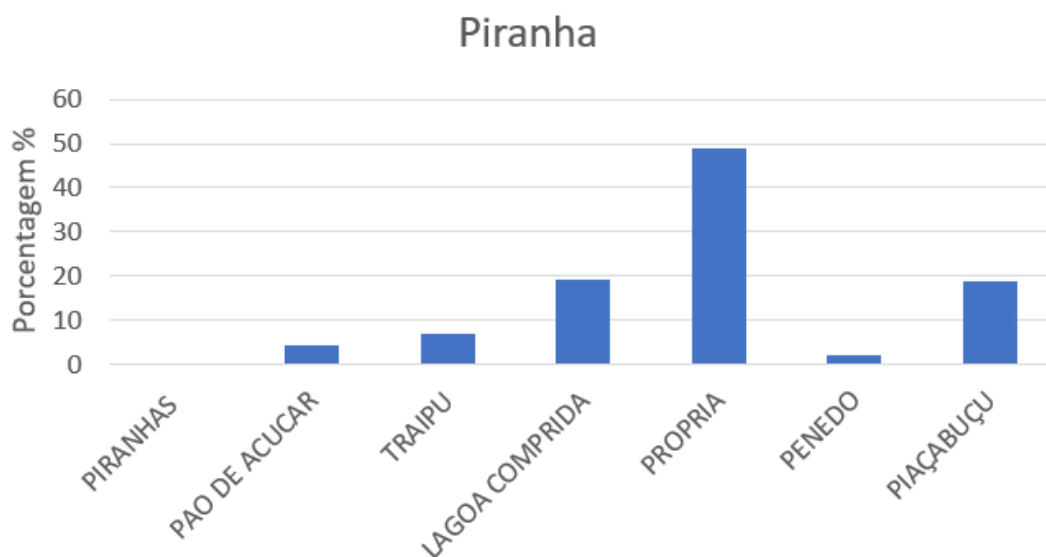


Fonte: Autores, 2024.

## PEIXE PIRANHA

A piranha apresenta comportamento da abundância contrária a pirambeba e ao piaú, pois registra sua maior abundância em águas mais tranquilas, distantes da usina de Xingo, a partir de Penedo (Figura 52).

**Figura 50:** Distribuição da porcentagem da captura de piranhas por cidades.

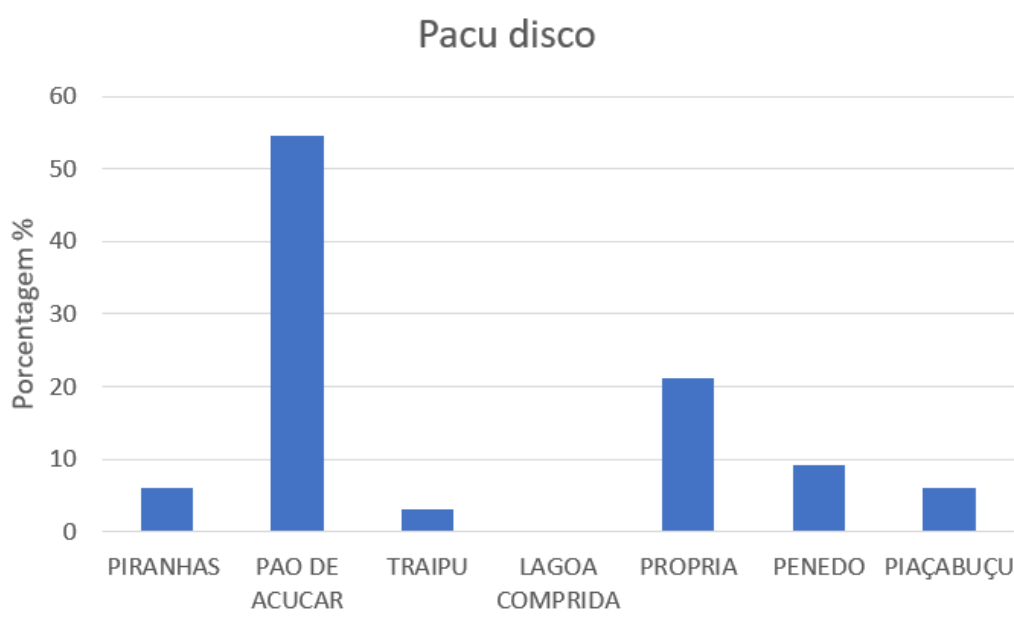


Fonte: Autores, 2024.

## PACU DISCO

Nessa Expedição, como foi mostrado a captura de pacu disco representou apenas 8%, tendo sua maior proporção de captura na cidade de pão de Açúcar, parece que, assim como a pirambeba, prefere esse ambiente, onde parece ter as condições ideais para seu desenvolvimento (Figura 53).

**Figura 51:** Distribuição da porcentagem da captura de pacu disco por cidades.



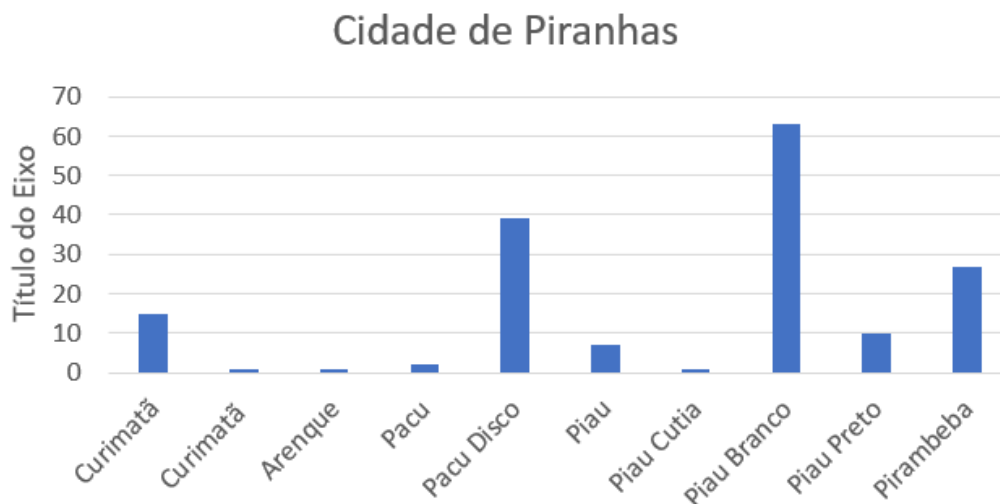
Fonte: Autores, 2024.

## CAPTURA POR CIDADES

### CIDADE DE PIRANHAS

Nessa cidade observamos espécies passaram a ocorrer após as cheias como curimatã, o pacu e o Piau cutia, quanto a maior presença foram registrados os piaus (Branco, preto e cutia) o pacu disco e a pirambeba (Figura 54).

**Figura 52:** Espécies capturadas na cidade de Piranhas.

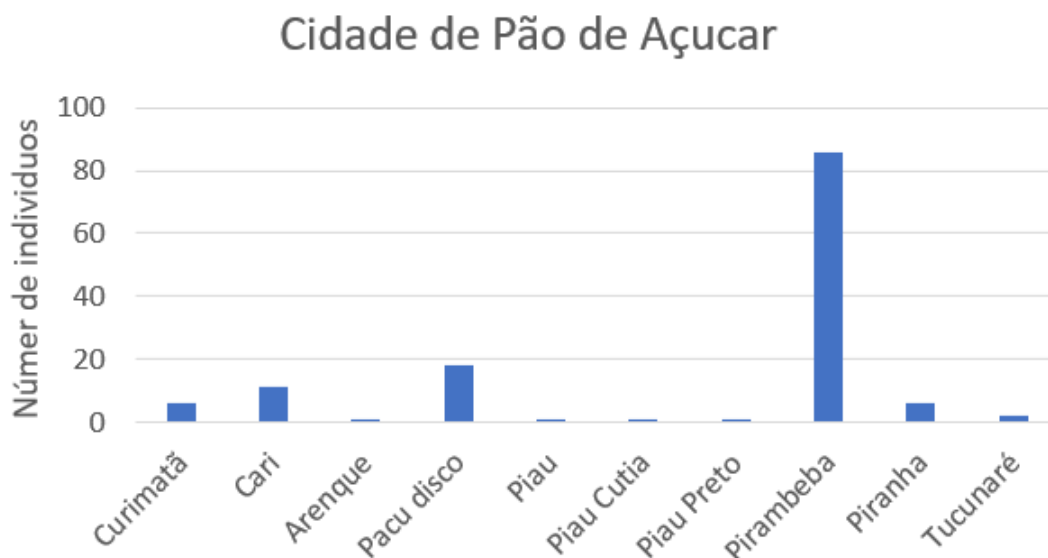


Fonte: Autores, 2024.

### CIDADE DE PÃO DE AÇÚCAR

Sem dúvida, essa cidade sempre registra um grande número de captura de pirambeba, em relação as outras espécies, alguns fatores ambientais provavelmente contribuem para ter as condições ideais para seu desenvolvimento. (Figura 55).

**Figura 53:** espécies capturadas na cidade de Pão de Açúcar.



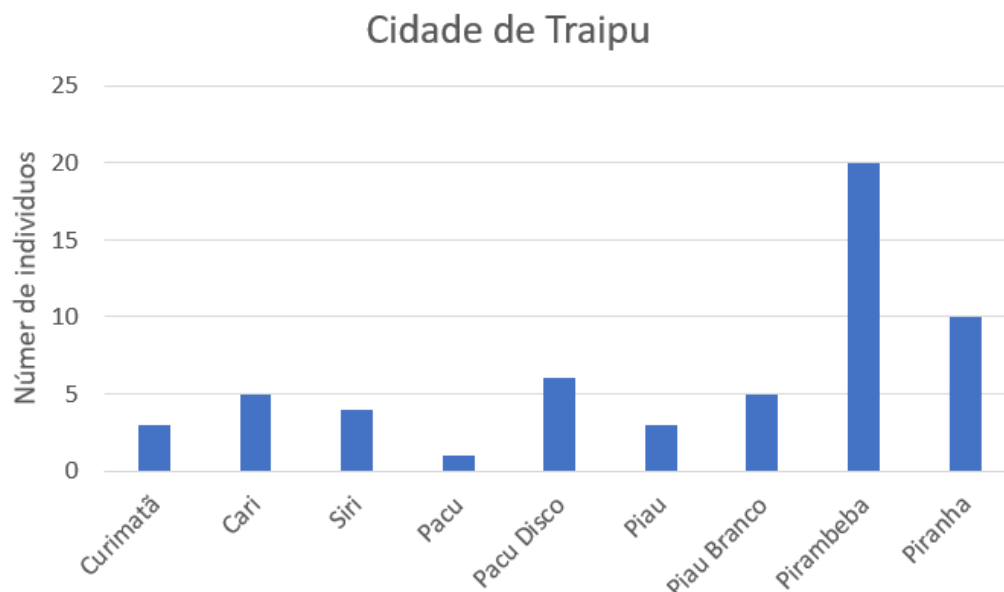
Fonte: Autores, 2024.



## CIDADE DE TRAIPU

Novamente essa área mostra a grande concentração de pirambeba e piranha, também foi observado um registro interessante de siri, a uma distância aproximada de 100 km da foz do São Francisco (Figura 56).

**Figura 54:** Espécies capturadas na cidade de Traipu.

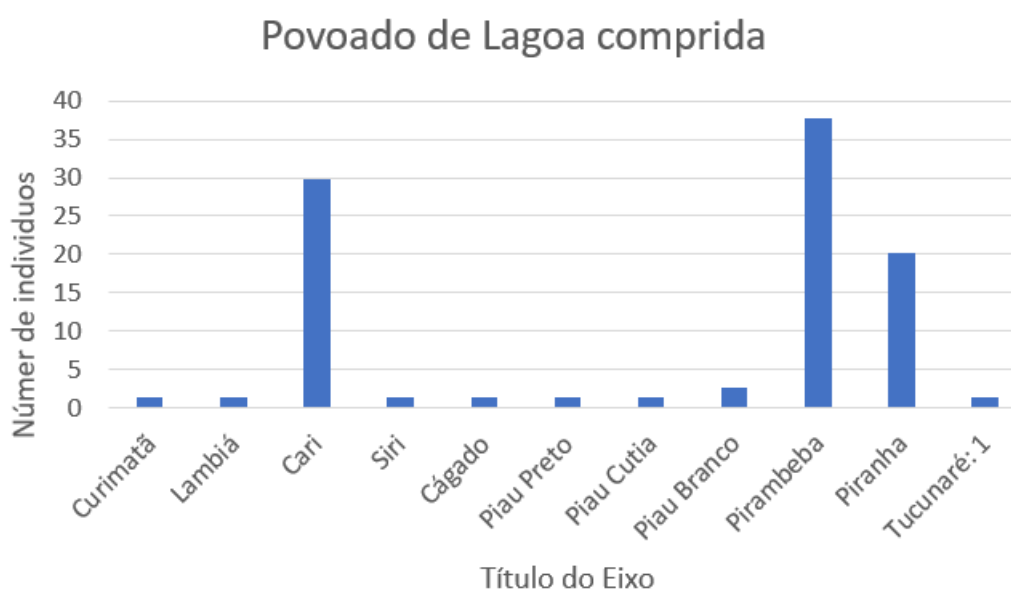


Fonte: Autores, 2024.

## POVOADO DE LAGOA COMPRIDA

As pirambebas dominam, seguidas pelas piranhas, nessa localidade foi registrado uma grande quantidade de carí, bagre que voltou a aparecer após as cheias, sua carne é muito apreciada e tem valor comercial. Além do lambiá e piau cutia (Figura 57).

**Figura 55:** Espécies capturadas na cidade de Lagoa Comprida.

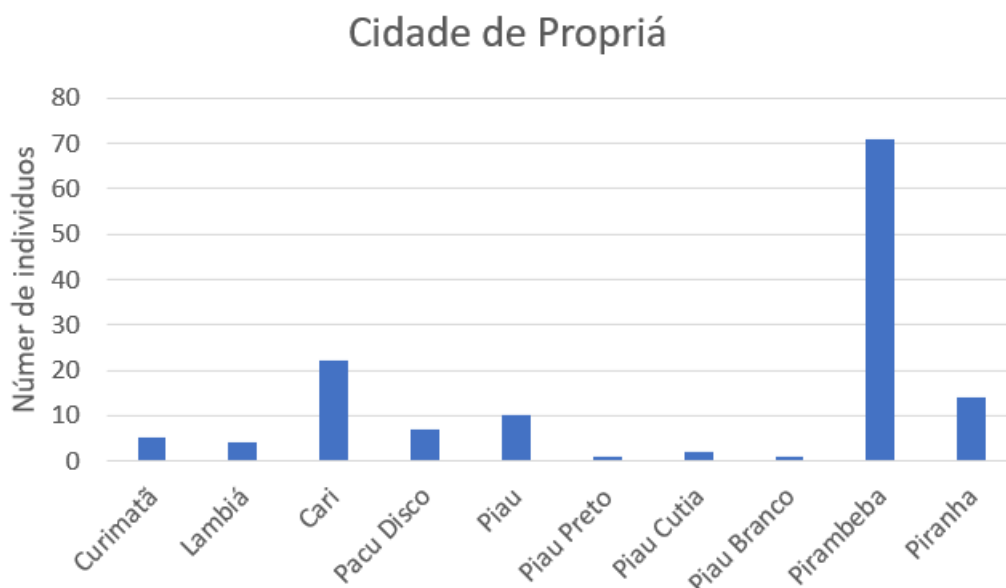


Fonte: Autores, 2024.

## CIDADE DE PROPRIÁ

Seguindo a tendência, nessa cidade a dominância foi da pirambeba seguida pelas piranhas e caris. Registrando também a presença de lambiá espécie que voltou depois das cheias, segundo registros dos pescadores eles formaram grandes cardumes, depois das cheias. Essa era uma espécie que os pescadores reclamavam da ausência e agora estão de volta, mostrando a importância das cheias na reprodução dessas espécies (Figura 58).

**Figura 56:** Espécies capturadas na cidade de Propriá.



Fonte: Autores, 2024.

## CIDADE DE PENEDO

Nessa cidade, tanto o número de indivíduos, quanto o número de espécies foram baixos, com exceção a captura de piau. Como descrito, foi praticamente um cerco ao cardume resultando nesse elevado número (Figura 59). Essa baixa produção pode ter vários motivos, no entanto mostra a presença da dominância de espécies de água doce.

**Figura 57:** Espécies capturadas na cidade de Penedo

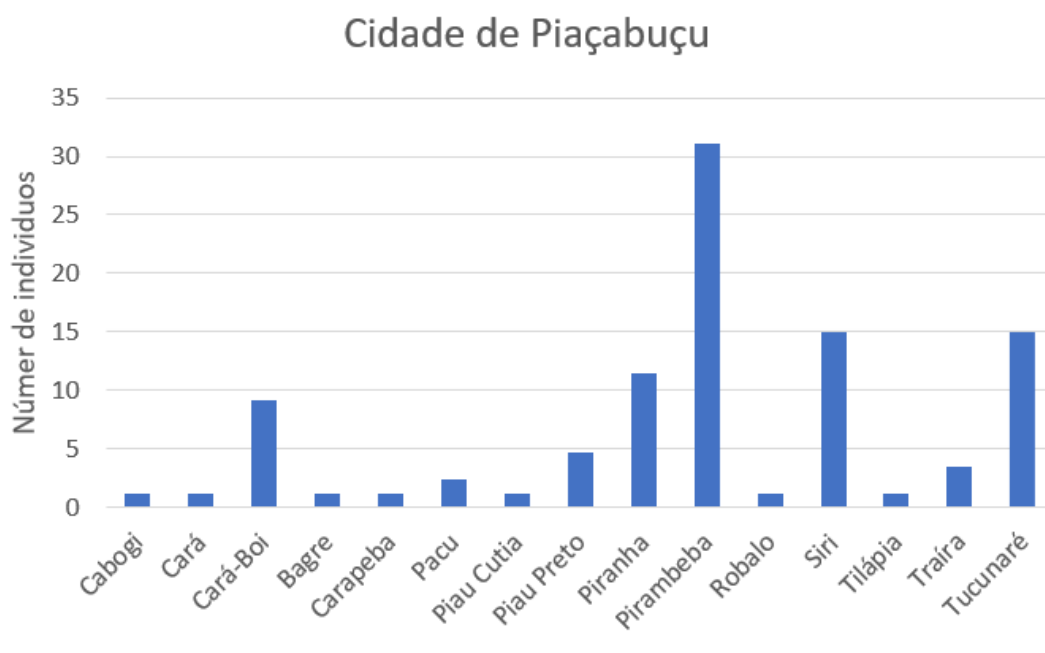


Fonte: Autores, 2024.

## CIDADE DE PIAÇABUÇU

A cidade de Piaçabuçu é caracterizada por sua proximidade da foz do rio e com isso a presença de espécies marinhas, como mostra no gráfico de captura espécies como: bagre, carapeba, robalo e siri, além de espécies de valor econômico, principalmente o robalo. Essa situação difere muito da atividade pesqueira nas cidades do baixo, onde predominam espécies sem valor econômico como pirambeba, piranha e pacu disco (Figura 60). A presença da Tilápia chama muita atenção, uma espécie exótica que tem a fama de ser uma praga nos ambientes em que se instalam. Porque não aconteceu no SF? pelo tempo que foi introduzido já estaria dominando o ambiente. Como mostra no gráfico, a presença de predadores vorazes como traíra, tucunaré e robalo, além de outros carnívoros provavelmente não permitem essa dominância

**Figura 58:** Espécies capturadas na cidade de Piaçabuçu.



Fonte: Autores, 2024.

## AÇÕES NECESSÁRIAS PARA A MELHORIA DA ATIVIDADE PESQUEIRA NO BAIXO SÃO FRANCISCO

Como foi registrado, as colônias de pescadores necessitam de assistência técnica, de forma a poderem ter mais acesso as políticas públicas e programas especiais do governo para a atividade.

Apesar de ter melhorado as condições ambientais do rio, com as chuvas, a proliferação de macrófitas ainda surge como um problema na produção pesqueira, iniciativas de aproveitamento dessa biomassa já está em andamento, no âmbito dos projetos sugeridos por essa Expedição, com boas perspectivas de no futuro termos o problema transformado em solução.

Quanto a rentabilidade da atividade pesqueira, observamos que a predominância de espécies que não tem valor econômico no total da captura, torna a vida do pescador muito mais difícil, principalmente, para aqueles que tem essa atividade como única alternativa de vida. Dessa forma, o repovoamento com espécies carnívoras nativas, com o objetivo de controlar, principalmente as pirambebas, piranhas e pacus disco, surge como alternativa, tanto para melhorar o equilíbrio entre as espécies, como em oferecer espécies de maior valor comercial para a atividade pesqueira.

O Baixo São Francisco diferencia-se do médio e do alto, onde ainda existe predadores como: surubim e dourado. Enquanto o baixo, por não permitir a piracema dessas espécies predadoras, torna-se o paraíso para as pirambebas e piranhas, além

do pacu disco. Portanto, o povoamento com surubins e dourados, grandes predadores, mesmo que tenham origem em cultivos, não tem impactos genéticos no baixo, porque não existe mais espécies nativas desses peixes no ambiente. Esses repovoamentos devem ser feitos periodicamente, uma vez que essas espécies não encontram condições para se reproduzirem no baixo. Iniciativas já estão sendo tomadas, no âmbito de projetos da Expedição, no sentido de isolar um canal, para criação dessas espécies nativas com a finalidade de repovoamento. No entanto, mais ações serão necessárias pelos órgãos competentes, no sentido de realizar repovoamento de espécies nativas no Baixo São Francisco, tanto para a melhoria ambiental, quanto para aumentar a rentabilidade da atividade pesqueira local. Realizações, por parte da CHESF, de cheias periódicas com o objetivo de estimular a reprodução das espécies no Baixo São Francisco.

## **BIBLIOGRAFIA**

AECID - Agência Espanhola de Cooperação Internacional. Proposta de desenvolvimento sustentável da pesca e aquicultura Alagoana. Diagnóstico propositivo. Aracaju, 2008. 259 p.

SOARES E.C.S; BRUNO, A.M.S; LEMOS, J.M.; SANTOS, R.B. Ictiofauna e pesca no entorno de Penedo, Alagoas. Biotemas, v. 24, p. 61-67, 2011.

# **SOLOS, MANGUEZAIS E ECOLOGIA**

# 12. MONITORAMENTO AMBIENTAL DAS MATAS CILIARES DOS PRINCIPAIS AFLUENTES DO RIO SÃO FRANCISCO EM SEU BAIXO CURSO

Área de conhecimento: Mata Ciliar e Geoprocessamento

Milena Dutra da Silva<sup>1</sup>  
Nadjacleia Vilar Almeida<sup>2</sup>  
Raimundo Ferreira da Silva Sobrinho<sup>3</sup>  
David Luiz Santos<sup>4</sup>  
Rafaella Silva Leal<sup>5</sup>  
Anderson dos Santos<sup>6</sup>  
José Vieira Silva<sup>7</sup>  
João Thiago Farias<sup>8</sup>

## RESUMO

O monitoramento de áreas ciliares é fundamental para tomadas de decisão que visam a manutenção da qualidade dos recursos hídricos, e que possuem especial desdobramentos socioambientais e econômicos. Este relatório objetiva o monitoramento das áreas ciliares dos principais rios e riachos afluentes do rio São Francisco, em seu baixo curso. Para isso, são utilizados métodos e técnicas em Botânica, visando a obtenção de dados referentes a biodiversidade e processos ecológicos. Foram selecionados remanescentes florestais ciliares do rio Boa Vista (Piranhas/AL) (T1); do rio Tapuio (Pão de Açúcar/AL) (T2); do rio Traipu (Traipu/AL) (T3); do rio Poção (São Brás/AL) (T4); do riacho Jacaré (Telha/SE) (T5); do rio Boacica (Igreja Nova/AL) (T6); e do rio Piauí (Penedo/AL) (T7). Resultados apontam cenários de degradação ambiental, com algumas áreas em processo inicial de recuperação ambiental e/ou degradação recorrente (T1, T2 e T7) e, em outras, um quadro de degradação ambiental severo (T3 e T6- ausência de mata ciliar e atuação de processos erosivos; T4- desmatamento). Recomenda-se o reflorestamento das áreas ciliares nos rios Traipu, Poção e Boacica; e intervenções para melhoria da qualidade das matas ciliares nos rios Boa Vista, Tapuio e Piauí.

**Palavras-chave:** desmatamento; comunidade regenerante; caatinga; mata atlântica

1 Professora Adjunta da UFPB, Campus CCAE/Departamento de Engenharia e Meio Ambiente, Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento - LCG;

2 Professora Associada da UFPB, Campus CCAE/Departamento de Engenharia e Meio Ambiente, Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento - LCG;

3 Estudante de Ecologia/DEMA/CCAUE/UFPB e bolsista PIBIC/UFPB, Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento - LCG;

4 Estudante de Ecologia/DEMA/CCAUE/UFPB e bolsista PIBIC/UFPB, Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento - LCG;

5 Servidora técnica de geoprocessamento, Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento - LCG/DEMA/CCAUE/UFPB;

6 Doutor em Engenharia Agrícola pela UFRPE;

7 Professor Associado da UFAL/Campus Arapiraca e Coordenador do Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD) do Baixo São Francisco;

8 Servidor técnico de topografia, CODEVASE.

## INTRODUÇÃO

As áreas ciliares do curso principal do rio São Francisco e de seus principais afluentes são espaços relevantes para a manutenção do curso hídrico, com importância socioambiental e econômica.

O monitoramento ambiental de áreas ciliares é uma estratégia proeminente para a adequada gestão e manejo ambiental. Por se tratar de um território complexo, onde vigoram conflitos de uso e cobertura com prejuízos socioambientais e elevação da vulnerabilidade ambiental (Almeida et al., 2023), as áreas ciliares devem ser analisadas sistematicamente quanto a “composição, estrutura, processo e função”, na perspectiva do planejamento ambiental (Santos, 2004).

Desde a III Expedição Científica do Baixo São Francisco, em 2020, têm sido realizados diagnósticos ambientais referentes às áreas ciliares que, se somam a outros estudos em desenvolvimento no Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento (LCG/CCAUE/UFPB), e analisam de forma integrada aspectos da geomorfologia, pedologia, clima, hidrografia, uso e cobertura da terra, com ênfase em cobertura vegetal (composição e densidade). As análises têm apontado um cenário preocupante marcado pela baixa cobertura vegetal nas áreas ciliares e processos erosivos, além de outros indicadores de perturbação ambiental (desmatamento, assoreamento, pastoreio extensivo etc.). Diante desse quadro, surgem alguns questionamentos, como: há indicativo de recuperação ambiental? e o que os dados sugerem para o futuro dessas áreas?

O monitoramento de áreas florestadas tem suporte em métodos e técnicas em Botânica, que auxiliam no conhecimento da biodiversidade e dos processos ecológicos. Com a utilização desses métodos e técnicas empregados na observação da composição florística-estrutural de comunidades regenerantes e de indivíduos adultos em remanescentes florestais, torna-se possível o entendimento da construção de comunidade arbórea e da manutenção florestal (Santos et al., 2018). Nesse sentido, a forte presença de comunidade regenerante, quando em áreas degradadas, é um indicador de potencial de regeneração florestal.

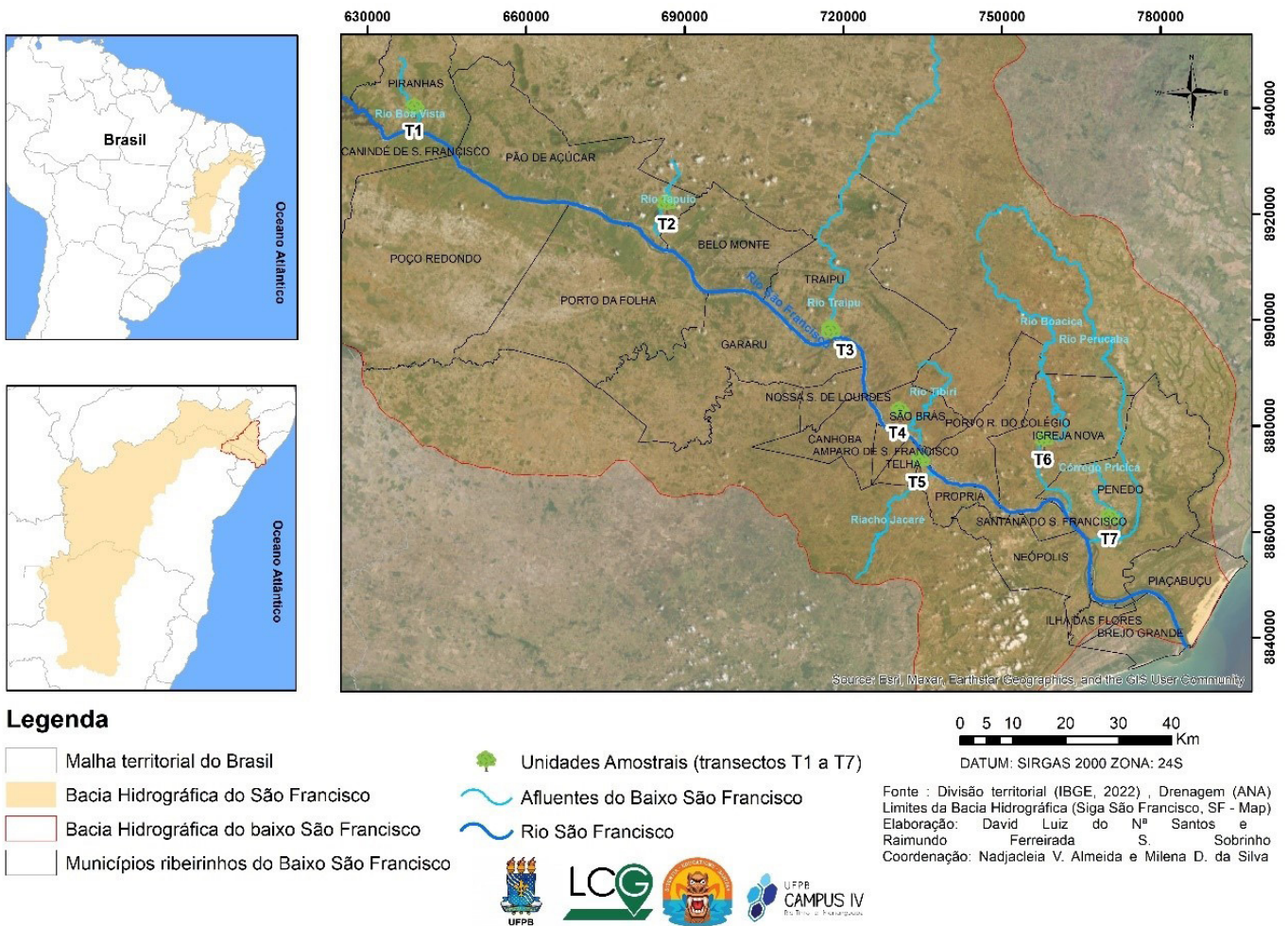
A partir de dados de composição florística também é possível analisar as relações ecológicas associadas às síndromes de polinização e de dispersão. Esses dados permitem a captura de informações e inferências sobre a biodiversidade local e de interações com a vegetação.

Assim, neste relatório, são utilizados métodos e técnicas em Botânica, não destrutivas, objetivando o monitoramento ambiental das áreas ciliares dos principais afluentes do rio São Francisco, em seu baixo curso.

## METODOLOGIA

Para o monitoramento das áreas ciliares na VI Expedição do São Francisco, foram efetuados levantamento em campo em áreas amostradas em expedições anteriores e que correspondem às margens dos principais afluentes do rio São Francisco, em seu baixo curso. Foram sete unidades amostrais (Figura 1), localizadas às margens do rio Boa Vista (Piranhas/AL) (T1); do rio Tapuio (Pão de Açúcar/AL) (T2); do rio Traipu (Traipu/AL) (T3); do rio Poção (São Brás/AL) (T4); do riacho Jacaré (Telha/SE) (T5); do rio Boacica (Igreja Nova/AL) (T6); e do rio Piauí (Penedo/AL) (T7).

Figura 1: Áreas ciliares na Bacia Hidrográfica do Baixo São Francisco e localização das unidades amostrais para dados coletados em campo. T1- no rio Boa Vista (Piranhas/AL); T2- rio Tapuio (Pão de Açúcar/AL); T3 - rio Traipu (Traipu/AL); T4 - rio Poção (São Brás/AL); T5 - riacho Jacaré (Telha/SE); T6- rio Boacica (Igreja Nova/AL); e T7 - rio Piauí (Penedo/AL).



Fonte: Autores, 2024.

Para obtenção de dados nas matas ciliares, em novembro de 2023 foram estabelecidos transectos paralelos ao curso hídrico e distando aproximadamente 10 metros de suas margens; em cada transecto, foram amostrados cinco pontos, distando 10 metros entre si e, em cada ponto, foram consideradas as espécies/morfotipos lenhosos em um raio de 2,5 metros. Foram tomadas as medidas de ocorrência e frequência dos indivíduos adultos e da comunidade regenerante, sob autorização para atividades com finalidade científica de número 85802-1, ICMBio/MMA; para os indivíduos adultos foram mensurados também altura e CAP (Circunferência à Altura do Peito) (Figura 2).

**Figura 2:** Levantamento de dados durante a VI Expedição do Baixo São Francisco, nas áreas ciliares dos principais afluentes do rio São Francisco, em seu baixo curso. A e B- levantamento de dados de composição florística e biometria (altura e CAP) de espécies lenhosas; C- levantamento de dados abióticos (latitude, longitude, elevação, quantidade de luz incidida, temperatura e umidade relativa do ar); D- drones utilizados no sobrevoo; E- decolagem de drone para sobrevoo.



Fonte: Autores, 2023.



Para obtenção de dados abióticos de quantidade de luz incidida, temperatura e umidade relativa do ar foram utilizados luxímetro e termo-higrômetro digital.

Para obtenção de imagens aéreas (RGB) das margens dos afluentes e de seu entorno, foram efetuados sobrevoos com drone (Figura 2): modelo DJI mini 2, equipado com uma câmera RGB de 20 megapixels e resolução 4k, disponibilizada pelo LCG/CCAUE/UFPB (Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento). Os voos foram realizados durante o período da manhã (entre 8h e 10h), e quando a tarde, entre 13h e 15h30min; a variação de altitude do voo foi de 50 m a 100 m, com uma duração de 9 a 20 min.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento da vegetação arbórea presente nas áreas ciliares dos principais afluentes do Rio São Francisco, em seu baixo curso, efetuado em novembro de 2023 apontou a ocorrência de 26 espécies, pertencentes a 14 famílias botânicas (Quadro 1). Essa baixa diversidade é característica de matas ciliares sob influência antrópica (vizinhança imediata), onde comumente há redução da biodiversidade e simplificação da estrutura da comunidade vegetal (Graeff et al., 2018).

**Quadro 1:** Espécies lenhosas da mata ciliar de afluentes do Rio São Francisco, na região do baixo curso observadas durante a VI Expedição Científica do São Francisco, novembro de 2023. T1- no rio Boa Vista (Piranhas/AL); T2- rio Tapuio (Pão de Açúcar/AL); T3 - rio Traipu (Traipu/AL); T4 - rio Poção (São Brás/AL); T5 - riacho Jacaré (Telha/SE); T6- rio Boacica (Igreja Nova/AL); e T7 - rio Piauí (Penedo/AL).

Nome Vulgar	Nome Científico	Família	Unidade Amostral
Amescla	<i>Protium heptaphyllum</i> (aubl.) Marchand	Burseraceae	T7
Angico-de-Bezerro	<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W. Jobson	Fabaceae	T2
Angico de Caroço	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Mimosaceae	T2
Avelós	<i>Euphoria tirucalli</i> L.	Euphorbiaceae	T1
Baraúna	<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	Anacardeaceae	T1
Bom nome	<i>Maytenus rigida</i> Mart.	Celastraceae	T1; T2
Brinco-de-Sauim	<i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth	Fabaceae	T1; T2
Catingueira	<i>Poincianella pyramidalis</i> (tul.) L. P. Queiroz	Fabaceae	T1; T2
Cambui	<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	Myrtaceae	T7
Craibeira	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. F ex S. Moore	Bignoniaceae	T1
Facheiro	<i>Pilosocereus pachycladus</i> Ritter	Cactaceae	T2
Ingá	<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	Fabaceae	T7
Jatobá	<i>Hymenaea martiana</i> Hayne	Fabaceae	T7
Juá	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Rhamnaceae	T1; T2; T4
Jurema	<i>Mimosa tenuiflora</i> (wild.) Poir.	Mimosaceae	T4
Mandacaru	<i>Cereus jamacaru</i> D.C.	Cactaceae	T1; T2
Marmeleiro	<i>Croton blanchetianus</i> Baill	Euphorbiaceae	T1; T2; T4
Morfotipo 1	-	-	T2
Morfotipo 2	-	-	T7
Morfotipo 3	-	-	T7
Morfotipo 4	-	Anacardeaceae	T7
Mororó	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) D Dietr.	Fabaceae	T2
Murta	<i>Myrtus</i> cf. L.	Myrtaceae	T7
Pereiro	<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	Apocynaceae	T2; T7
Quixabeira	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T. D. Penn.	Sapotaceae	T1
Sabiazeiro	<i>Mimosa caesalpinhiaefolia</i> Benth.	Fabaceae	T7

Fonte: Autores, 2024.

Ao considerar todas as espécies vegetais arbóreas já observadas nas áreas ciliares pela nossa equipe durante a III, IV, V e VI Expedições Científicas, somam-se 71 espécies, com maior ocorrência (43 espécies) identificada no ano de 2021 (IV Expedição) devido ao maior número de áreas amostrais. O declínio no número de espécies observadas na VI Expedição resulta do desmatamento (total ou parcial) em algumas das áreas de estudo, sobretudo nas unidades amostrais T3, T4 e T6.

Destacamos que na unidade amostral T3 (rio Traipu/AL), não foram constatados remanescentes florestais ciliares de mata nativa. Em alguns trechos são encontradas árvores nativas isoladas e plantio de algaroba. As margens do rio Traipu apresentam-se desnudas, com processos erosivos, e em sua calha, os bancos de sedimento são visíveis, sobretudo no período de estiagem (Figura 3).

**Figura 3:** Vista aérea do rio Traipu, município de Traipu, em Alagoas. À esquerda: margem desnuda e plantas nativas isoladas; À direita: plantio de algaroba; Ao centro: calha com bancos de sedimento evidenciando processos de assoreamento do rio Traipu.



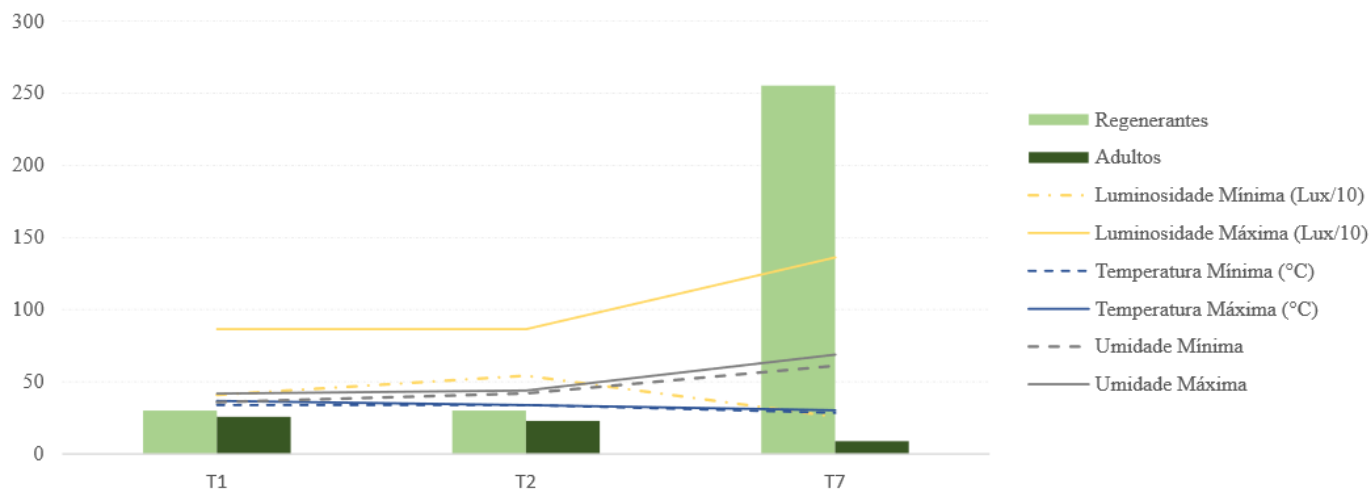
**Fonte:** Autores, 2023.

Nas áreas de caatinga (T1 e T2), as espécies adultas mais frequentes são a quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T. D. Penn.), a catingueira (*Poincianella pyramidalis* (tul.) L. P. Queiroz), o avelós (*Euphoria tirucalli* L.) e o angico de caroço (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan). Essas espécies são comumente encontradas na zona de semi-árido da Caatinga e indicam que as unidades amostrais T1 e T2 estão em estágio inicial de sucessão ecológica e/ou de regeneração (Silva et al., 2022). Os autores destacam, ainda, que as interações planta-animal dessas espécies incluem entomofilia/melitofilia (angico de caroço, quixabeira e catingueira) e a dispersão barocórica (catingueira).

Quanto a comunidade regenerante presente na caatinga, destacam-se indivíduos de marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill) (T1- 20 indivíduos; T2- 12 indivíduos), bom nome (*Maytenus rigida* Mart.) (T1- 9 indivíduos e 1 rebrota; T2- 8 indivíduos), e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.) (T2- 10 indivíduos). Importante destacar que o baixo número de indivíduos adultos e da comunidade regenerante na caatinga (T1 e T2) (Figura 4) são compatíveis com uma floresta menos densa (Figura 5), raleada pela influência

antrópica da vizinhança imediata (uso agropecuário) e de extração de madeira. Nesse contexto, a existência da comunidade regenerante aponta para o sucesso da germinação e, também, da aparente diminuição de tensores ambientais como o pisoteio do gado, em pastoreio extensivo nas unidades amostrais.

**Figura 4:** Dados comparativos do número de indivíduos vegetais arbóreos regenerantes e adultos nas áreas ciliares dos principais afluentes do Rio São Francisco, em seu baixo curso.



Fonte: Autores, 2024.

**Figura 5:** Mata ciliar estreita e com baixa densidade de indivíduos arbóreos e arbustivos, na margem do rio Tapuio, Pão de Açúcar, Alagoas.



Fonte: Autores, 2023.

A composição da comunidade regenerante é compatível com ambientes com degradação ambiental recente (ou recorrente) e/ou em estágio inicial de regeneração ambiental, uma vez que a espécie mais frequente é pioneira (marmeleiro), seguida por espécies secundárias (Silva et al., 2022). Os autores destacam que essas espécies também são dependentes da interação com abelhas e borboletas para a polinização; a síndrome de dispersão é variável, sendo autocórica (marmeleiro), zoocórica (bom nome) e anemocórica (pereiro).

As interações planta-animal fazem das matas ciliares corredores biológicos e habitat restritivo para alguns animais que prestam importantes serviços ecológicos, a

exemplo de abelhas nativas em remanescentes sob clima semi-árido na Caatinga da BHBSF (Moura e Schlindwein, 2009). As características das matas ciliares, a exemplo da largura da faixa ciliar que ocupam, a qualidade dos cursos hídricos, a capacidade de produção de serrapilheira e as características do solo, também influenciam no potencial de biodiversidade (Clipp e Anderson, 2018).

Entre as espécies da comunidade regenerante, bom nome (*Maytenus rigida* Mart.) (Figura 6) se destaca como espécie recomendável para a recuperação de áreas degradadas de caatinga, com boa resposta a germinação em solos “compactados e/ou cascalhentos” e adaptada aos ambientes muito secos, conforme mencionam Silva et al. (2022).

**Figura 6:** Indivíduo jovem de bom nome (*Maytenus rigida* Mart.), em área de mata ciliar na unidade amostral T1, rio Boa Vista (Piranhas/AL), afluente do Rio São Francisco na região do baixo curso.



Fonte: Autores, 2023.

Na unidade amostral T4, mata ciliar do rio Poção (São Brás/AL), houve desmatamento total (Figura 7), com ampla supressão de marmeleiro e jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Mart.) Benth.). Essas espécies são importantes na regeneração ambiental e seu desmatamento traz prejuízos ecológicos e para a manutenção do solo e dos recursos hídricos. Foram excetuadas do desmatamento apenas os indivíduos de juá (*Ziziphus joazeiro* Mart.).

**Figura 7.** Desmatamento de vegetação ciliar do rio Poção, São Brás, Alagoas.



Fonte: Autores, 2023.

Na unidade amostral T5 optou-se pelo monitoramento apenas por drone (Figura 8), uma vez que eventos de fiscalização ambiental estavam em andamento no território, para que não houvesse associação das atividades (causando provável confusão aos proprietários quanto as atividades de pesquisa e monitoramento realizadas pela Expedição Científica). Nessa unidade são encontradas espécies como amburana (*Amburana cearensis* (Alemão) A.C. Sm.), brinco-de-sauim (*Pithecellobium diversifolium* Benth.), juá (*Ziziphus joazeiro* Mart.), peroba (*Aspidosperma* cf. *cylindrocarpon* Muell. Arg.), entre outras (Almeida et al., 2023).

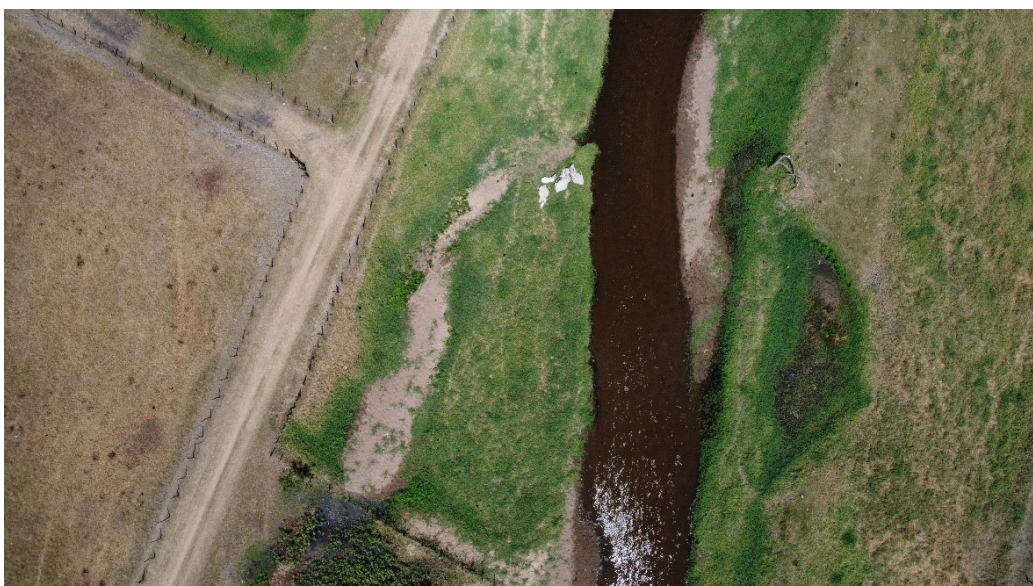
**Figura 8:** Vista aérea de mata ciliar do riacho Jacaré, Telha, Sergipe.



Fonte: Autores, 2023.

O rio boacica (T6), em Igreja Nova, não apresenta remanescentes florestais ciliares, sobretudo nas regiões em vizinhança aos plantios de arroz e pasto (Figura 9). Na maior parte do trecho analisado, a cobertura vegetal encontrada corresponde a macrófitas aquáticas e, nas margens ciliares, gramíneas.

**Figura 9:** Vista aérea da área ciliar do rio Boacica, Igreja Nova, Alagoas.



Fonte: Autores, 2023.

Em trechos do rio Boacica é possível encontrar árvores nativas em disposição linear ao rio (Figura 10), em até 5 metros da margem; observam-se árvores como jenipapeiro (*Genipa americana* L.) (6 indivíduos), ingazeiro (*Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC.) (4 indivíduos), embaúba (*Cecropia* L.) (3 indivíduos) e goiabeira (*Psidium guajava* L.) (1 indivíduo). As três primeiras espécies são recorrentes em áreas ciliares, com alta resistência a alagamentos temporários e solos encharcados, e são identificadas por Marroquim et al. (2023) como parte da flora ciliar na porção sergipana da BHBSF.

**Figura 10:** Baixa cobertura de floresta ciliar nas margens do rio Boacica, Igreja Nova, Alagoas.



Fonte: Autores, 2023.

Na foz dos rios perenes, a exemplo do rio Boacica (Figura 11) e do rio Piauí (Figura 12), são observadas plumas de sedimento. Esse fenômeno está frequentemente associado à baixa cobertura de mata ciliar e aos processos erosivos atuantes nas margens dos rios. Ao estudar a mata ciliar na região da BHBSF, em proximidade à foz do Rio São Francisco, Holanda et al. (2005) indicam que em áreas com vegetação de raiz com pouca profundidade as erosões dos taludes são recorrentes, aumentando o volume de sedimentos carreados.

**Figura 11:** Pluma de sedimento, foz do rio Boacica, Igreja Nova, Alagoas.



Fonte: Autores, 2023.

**Figura 12:** Pluma de sedimento, foz do rio Piauí, Penedo, Alagoas.



**Fonte:** Autores, 2023.

Na unidade amostral T7, a vegetação corresponde a mata atlântica (Quadro 1), com destaque para a presença de amescla e jatobá, entre as espécies arbóreas mais frequentes. Marroquim et al. (2023) aponta o jatobá como destaque entre as Fabaceae ocorrentes na mata ciliar no BHBSF.

A unidade amostral T7 se destaca por apresentar maior número de indivíduos pertencentes a comunidade regenerante (Figura 4), sendo eles morfotipo 1 (204 indivíduos), murta (20 indivíduos), mimosa (13 indivíduos), e ingazeira (1 rebrota), evidenciando processos de composição e adensamento arbóreo e arbustivo na mata ciliar.

O morfotipo 1 foi predominante em áreas de menor luminosidade (2580 Lux) e maior umidade (69%). Estudos desenvolvidos por McLaren e McDonald (2003) apontam que uma menor luminosidade, conjugada com uma alta umidade, melhoram a germinação e a sobrevivência de indivíduos jovens em florestas tropicais. Tais fatores podem justificar uma maior frequência de indivíduos da comunidade regenerante em T7, quando comparada as demais unidades amostrais. Além disso, aponta-se que T7 apresenta características edafoclimáticas, de estrutura mata ciliar e do ciclo fenológico diferentes do encontrado nas demais unidades amostrais.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Há baixa cobertura e diversidade de espécies arbóreas na mata nativa em áreas ciliares dos rios afluentes do rio São Francisco, em seu baixo curso.

Ao longo do último ano, entre a V e a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, houve perda de vegetação, sobretudo em áreas ciliares de riachos temporários, com influência na riqueza e diversidade de espécies.

A análise das espécies arbóreas adultas e da comunidade regenerante, indica que as matas ciliares estão em processo de regeneração inicial e/ou degradação ambiental recorrente.

Processos erosivos são constatados nas margens ciliares desnudadas de rios perenes, gerando o carreamento de plumas de sedimento ao rio São Francisco.

Diante desse cenário recomenda-se para as margens ciliares desnudas (rio Traipu, em Traipu/AL; rio Poção, em São Brás/AL; e rio Boacica, em Igreja Nova/AL) ações de reflorestamento, com vistas à recuperação ambiental e à manutenção da qualidade dos

cursos hídricos. Nesse sentido, a ausência de intervenções poderá implicar no aumento do volume de sedimentos erodidos e carreados pelos rios e riachos, causando distúrbios como aumento do acúmulo desse material na calha principal do rio São Francisco e na região da foz dos principais afluentes (constituindo barreiras físicas no contato com o rio principal).

Nas áreas ciliares com fragmentos de mata (rio Boa Vista, em Piranhas/AL; rio Tapuio, Pão de Açúcar/AL; riacho Jacaré, em Telha/SE; e rio Piauí, em Penedo/AL), recomenda-se intervenções para aumento da densidade, riqueza e diversidade vegetal, bem como a inserção de espécies de dispersão ornitocórica, com fins de ampliar áreas de colonização vegetal e o fluxo gênico na paisagem. Em matas circunscritas em matriz agropecuária, recomenda-se o cercamento em zonas de pastoreio, uma vez que, para o sucesso do desenvolvimento dos indivíduos jovens, é necessário que tensões ambientais, como o pisoteio de gado e o corte seletivo de madeira, sejam minimizados.

## AGRADECIMENTOS

Ao Centro de Ciências Aplicadas e Educação (CCAUE/UFPB), pelo suporte logístico de transporte para a participação da equipe do Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento (LCG/CCAUE/UFPB) na VI Expedição Científica do São Francisco e para realização dos trabalhos de campo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA N. V.; SILVA, M. D.; MAIA J. J.; SANTOS D. L.; LEAL R. S.; FARIAS J. T.; SILVA J. V. Fragilidade Ambiental das Áreas Ciliares do Rio São Francisco: Um Diagnóstico Ecodinâmico e dos Remanescentes Florestais. In: SOARES E. C.; SILVA J. S.; GOMES R. M. F. P.; SILVA T. J. (Org.). Relatório Final da V Expedição Científica do Baixo São Francisco. Maceió, 2023. p. 223-244.

CLIPP, H.; ANDERSON, J. Environmental and Anthropogenic Factors Influencing Salamanders in Riparian Forests: A Review. *Forests*, meio eletrônico, v. 5, p. 2679-2702, 2014. <https://doi.org/10.3390/F5112679>

GRAEFF, V., MOTTIN, I., ROCHA-URIARTT, L., OSÓRIO, D.; SCHMITT, J. Assessment of a subtropical riparian forest focusing on botanical, meteorological, ecological characterization and chemical analysis of rainwater. *Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, meio eletrônico, v. 13, p. 1-16, janeiro de 2018. <https://doi.org/10.4136/AMBI-AGUA.2140>

HOLANDA, F. S. R., SANTOS, L. G. C., SANTOS, C. M. S., CASADO, A. P. B., PEDROTTI, A. (2005). Riparian Fragments Affected by Bank Erosion in the Lower São Francisco River, Northeastern Brazil. *Revista Árvore*, meio eletrônico, v. 29, n. 2, p. 148-152, 2005 <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000200016>

MARROQUIM, P. M. G., FERREIRA, R. A., GAMA, D. C., DUARTE, J. M. M.; DE ALMEIDA, E. S. Análise da vegetação em área de mata ciliar no Baixo São Francisco, em Sergipe. *Advances in Forestry Science*, meio eletrônico, v. 10, n. 2, p. 2013-2029, 2023.

MCLAREN, K.P.; MCDONALD, M. A. The effects of moisture and shade on seed germination and seedling survival in a tropical dry forest in Jamaica. *Forest Ecology and Management*, meio eletrônico, v. 183, p. 61-75, 2003 [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(03\)00100-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00100-2)

MOURA, D.; SCHLINDWEIN, C. Mata ciliar do Rio São Francisco como biocorredor para Euglossini (Hymenoptera: Apidae) de florestas tropicais úmidas. *Neotropical*



Entomology, meio eletrônico, v. 38, p. 281-284, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000200018>

SANTOS, G. N. dos; HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; FARIAS, K. J.; MACHADO, F. D.; DUARTE, E.; FERNANDES, C.; VIEIRA, F.; AMARAL, R. S.; AGUIAR, V. de; WALTER, F. F.; MORES, B.; REIS, M. A. Regeneração Natural Em Uma Floresta Com Araucária: Inferências Sobre O Processo De Construção Da Comunidade De Espécies Arbóreas. *Ciência Florestal*, meio eletrônico, v. 28, n. 2, p. 483-494, 2018. <https://doi.org/10.5902/1980509832029>

SANTOS, R. F. dos. Planejamento ambiental: teoria e prática. SP: Oficina de Textos, 2004. v. 1, 184 p. ISBN 978-85-86238-62-8.

SILVA, M. D.; ALMEIDA, N. V.; PIOVEZAN, U.; SANTOS, A.; AQUINO, M. M. F.; SILVA, J. V. Áreas Ciliares Do Baixo São Francisco: Fragmentos Florestais E Fauna Associada. In: Emerson Carlos Soares, José Vieira Silva, Themis Jesus Silva. (Org.). *O Baixo São Francisco [recurso eletrônico]: características ambientais e sociais*. 1ed. Maceió, AL: EDUFAL, 2022, v. 2, p. 291-313.

# 13. ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA E DENSIDADE POPULACIONAL DO CARANGUEJO-UÇA NO BOSQUE DE MANGUE DA FOZ DO RIO SÃO FRANCISCO

**Área de conhecimento:** Ecologia de Ecossistemas

Alexandre Oliveira<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

O Manguezal é um ecossistema costeiro característico de áreas onde há o encontro dos ambientes terrestre e marinho, comum de regiões com climas tropicais e subtropicais e sujeito ao regime das marés (Schaeffer-Novelli; Vale; Cintrón, 2015). Globalmente, os manguezais ocupam uma área de cerca de 137.760 km<sup>2</sup>, distribuídos em 118 países e territórios. Essa estimativa diminui com o aumento da latitude, exceto entre 20° e 25° de latitude norte, onde se localizam os Sundarbans, a maior área de manguezais do mundo, localizado na divisa entre o estado indiano de Bengala Ocidental e Bangladesh (Giri et al., 2011).

Os levantamentos mais recentes sobre a área de cobertura no Brasil variam de 962.683 a 1,071,083.74 ha, o que representa cerca de 7,0 a 8,9% do total mundial da área de ocorrência desse ecossistema (BRASIL, 2010; Magris; Barreto, 2010; Giri et al., 2011). Os manguezais podem ser encontrados em quase todo o litoral brasileiro, desde o Oiapoque (04° 30' N) até a Lagoa de Santo Antônio (28° 28' S) (Soares et al., 2012).

Em Alagoas, os manguezais ocorrem ao longo de todas as áreas estuarinas, ao longo dos rios, canais e junto aos corpos de água das principais lagunas costeiras (Correia; Sovierzosi, 2009). Em razão de ser um ambiente costeiro, torna-se o habitat de diversas populações e possui condições ideais para a reprodução de várias espécies de peixes, crustáceos e moluscos, sendo considerado um dos ambientes naturais mais produtivos do Brasil (Bernini et al., 2014; Blotta et al., 2016).

Em relação à vegetação, nota-se que há baixa diversidade, uma vez que poucas espécies conseguem se adaptar às condições de maré, salinidade, substrato inconsolidado e pouco oxigenado (Oliveira; Tognella, 2014). Nos manguezais brasileiros ocorrem três gêneros, *Rhizophora*, *Laguncularia* e *Avicennia* com um total de seis espécies (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO E BIODIVERSIDADE, 2018).

O manguezal pode ser estruturado como um continuum de feições de acordo com as características específicas existentes em cada zona, classificadas como apicum, bosque de mangue e lavado (Schaeffer-Novelli; Vale; Cintrón, 2015). Essas regiões exercem influência na formação da vegetação e, geralmente, as espécies vegetais de mangue estão distribuídas em zonas em relação à linha d'água, constituindo em uma fisionomia peculiar (Almeida et al., 2014).

A trajetória da dinâmica da vegetação de mangue pode mudar através do tempo com as mudanças do nível relativo do mar. Tanto por mudanças no uso e ocupação de uma determinada bacia que tem no seu nível de base florestas de mangue em pleno desenvolvimento, quanto pelas mudanças climáticas locais e/ou regionais (microescala e mesoescala), os manguezais constituem excelentes bioindicadores, respondendo aos gradientes de inundação, de nutrientes e de salinidade (Schaeffer-Novelli; Vale; Cintrón, 2015). Tal heterogeneidade parece ser uma resposta à interação de vários fatores abióticos (fatores edáficos e salinidade) e antrópicos que atuam em diferentes escalas espaciais e temporais (Bernini; Rezende, 2010).

<sup>1</sup> Professor associado, Campus de Engenharia e Ciências Agrárias (CECA), Laboratório de Pesquisas em Estuários e Manguezais (LAPEM), Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

## METODOLOGIA

Para a caracterização e estudo dos bosques de mangue da Foz do Rio São Francisco foi selecionada uma área amostral, na qual foram mensurados e analisados parâmetros fitossociológicos da vegetação, bem como aspectos populacionais do caranguejo-uçá.

A área amostral foi escolhida conforme a representatividade da habitat, aliado a melhor logística possível para a realização das atividades. O ponto representa as fisiografias de bosques de franja, bacia e área de transição (apicum). Todo o estudo foi baseado na metodologia de Schaeffer-Novelli (1986) e recomendações do ICMBio (Projeto Monitora).

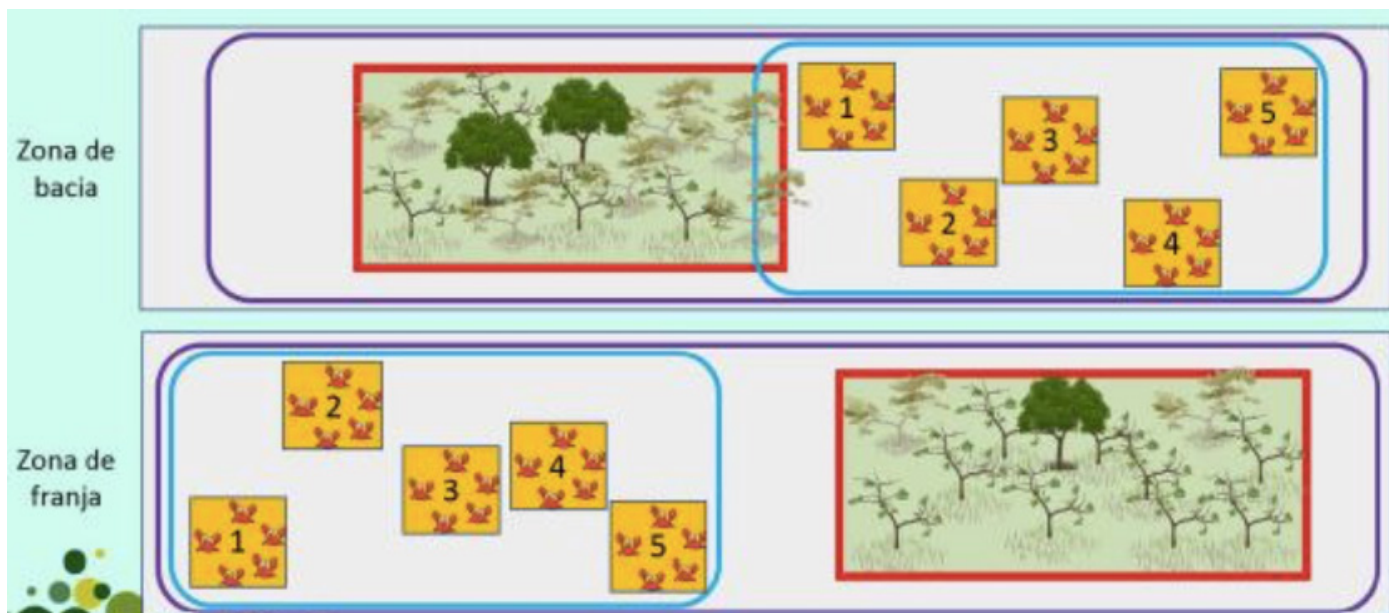
A equipe foi coordenada pelo Prof. Alexandre Oliveira (UFAL/LAPEM), com participação das discentes Ludmyla Melo e Gabriela Santos (UFAL) em parceria com a UFPB representada pela Profa. Milena Dutra da Silva, Nadjacleia Vilar Almeida e o discente David Luiz do Nascimento Santos. O ponto amostral foi definido levando-se em consideração a logística e representatividade (Figura 1):

**Figura 1: Área de estudo - Ponto B**



O desenho amostral aborda ambas as metodologias (Figura 2).

**Figura 2: Desenho amostral das coletas realizadas no manguezal da Foz do Rio São Francisco**



Fonte: Autores, 2024.

Para o transecto de estudo, foram demarcados três parcelas, denominadas franja, bacia e interior. A parcela denominada franja, corresponde à zona do bosque de mangue mais próxima do canal estuarino e sob maior influência da variação de maré; bacia correspondente à zona média do bosque e parcela interior caracterizada por ser a zona mais distante da linha d'água, cada parcela medindo 400m<sup>2</sup>, distanciados em 10 m entre si, perpendiculares à margem do rio.

As árvores seriam identificadas quanto à espécie. Para cada espécie arbórea viva seriam anotadas altura, por estimativa visual, e circunferência, com o auxílio de fita métrica, para se obter o Perímetro na Altura do Peito (PAP), sendo que posteriormente seriam transformado em Diâmetro da Altura do Peito (DAP). Seriam considerados todos os indivíduos com DAP maior ou igual a 2,5 cm.

O cálculo dos parâmetros estruturais mencionados por parcela, espécie e classe ddiamétrica, seguiria a metodologia de Schaeffer-Novelli e Cintrón, (1986). Seriam calculados o Diâmetro da Altura do Peito (DAP); Diâmetro da Altura do Peito Médio (DAP); Dominância Relativa (DoR); Densidade Relativa (DR); Frequência Absoluta (FA); Frequência Relativa (FR); Índice de Valor de Importância (IVI).

A estimativa da densidade dos caranguejos na área amostral seria determinada pela totalização das galerias abertas com atividade biogênica (lama fluída e fezes próximas à abertura), presentes nos quadrados de amostragem. Cada quadrado totaliza uma área de 25m<sup>2</sup>. As medidas das tocas seriam mensuradas com auxílio de paquímetro. Seriam realizadas duas medidas para cada toca, sendo que o valor que seria registrado, seria sempre o menor entre eles. Este valor seria então adicionado á equação de reta: Abertura de Galeria = 0,36 + 1,04 \* Comprimento do Caranguejo; elaborado por Schmidt (2006), relacionando o tamanho do individuo com o menor diâmetro da abertura da galeria.

Com base no trabalho de Schmidt et al. (2004), os dados relacionados aos indivíduos com tamanho comercial apresentados, correspondem ao número de caranguejos com comprimento maior ou igual a 4,66cm (equivalente a 6cm de largura = tamanho comercial) por metro quadrado. Segundo a Portaria número 034/03-N do IBAMA de junho de 2003, é proibida a captura, manutenção em cativeiro, transporte, beneficiamento e industrialização de qualquer indivíduo da espécie *Ucides cordatus* cuja largura de carapaça seja inferior a 6,0cm, nos estados do Nordeste e Norte. O tamanho é dado pela maior dimensão da carapaça (largura), sendo a medida tomada sobre o dorso do corpo, de uma margem lateral à outra.

As galerias do caranguejo uçá seriam diferenciadas das demais espécies pela

posição oblíqua de sua abertura em relação à superfície do sedimento, conforme descrito por Costa (1972). As galerias com dupla abertura seriam identificadas, mas somente seria medida as que apresentassem sinais mais claros de atividade biogênica.

## **RESULTADOS**

### **FITOSSOCIOLOGIA**

Não houve amostragem.

### **DINÂMICA POPULACIONAL CARANGUEJO-UÇÁ**

Não houve amostragem.

### **DIFICULDADES ENCONTRADAS**

As amostragens não foram realizadas devido a problemas de logística para o deslocamento até o ponto amostral selecionado. Apesar dos esforços em tentar liberar os barcos e que estes fossem disponibilizados para a equipe que estava pronta desde as seis horas da manhã do dia previsto para a coleta, não obtivemos sucesso.

Percebemos extrema má vontade do capitão da embarcação Magnífica que atrasou deliberadamente o início dos trabalhos, sendo acompanhado pelo capitão da embarcação Maravilhosa. O senhor Anselmo ainda destratou o chefe da equipe Manguezal perguntando se o mesmo estava “estressado”. É claro que estávamos. Aguardamos um ano inteiro para realizar a atividade que é pensada nos mínimos detalhes para que ocorra com sucesso. O capitão da Maravilhosa ainda relatou que não estava “habilitado” para conduzir a embarcação até a Foz. O transporte da equipe, da cidade de Piaçabuçu até a Foz, era perigoso e poderia colocar a equipe em risco de morte.

Vale relatar ainda que houve falta de liderança do responsável pela logística das embarcações em comandar e ordenar a saída das embarcações, “jogando a responsabilidade para os comandantes. Perdemos tempo considerável nesta situação.

Vale ressaltar que o ponto escolhido já estaria encoberto pela água (maré enchente), impossibilitando a realização das medições das tocas dos caranguejos no ponto, naquele momento.

Solicitamos que seja realizada uma revisão da logística para o último dia da Expedição, pois não é a primeira vez que a Equipe Manguezal tem suas atividades prejudicadas pela má vontade e falta de compromisso por parte de alguns setores e colegas.

Acreditamos que o Manguezal é parte importante da Expedição e do Baixo São Francisco e deve ser tratado de maneira respeitosa e profissional.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**BERNINI, E. et al. Fitossociologia de florestas de mangue plantadas e naturais no estuário do Rio das Ostras, Rio de Janeiro, Biotemas, São Carlos, v. 27 n. 1, p. 37-48, 2014.**

**BERNINI, E.; REZENDE, C. E. Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ. Biotemas, São Carlos, v. 23, n. 1, p. 49-60, 2010.**

**BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil. Brasília, 2010. 148 p.**

**CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Methods for studying mangrove structure. In: SNEDAKER, S. C.; SNEDAKER J. G. (ed.).**

CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. Ecosistemas costeiros de Alagoas - The mangrove ecosystem: research methods. Bungay: UNESCO, 1984. 251 p. Brasil. Rio de Janeiro: Technical Books, 2009. 144 p.

CUNHA-LIGNON, M. et al. Mangrove forests submitted to depositional processes and salinity variation investigated using satellite images and vegetation structure surveys. *Journal of Coastal Research*, Coconut Creek, v. 1, p. 344-348, 2011.

physiographic types approach. *Aquatic Botany*, Berlin, v. 111, p. 135-143, 2013.

ESTRADA, G. C. D. et al. Annual growth rings in the mangrove *Laguncularia racemosa* (Combretaceae). *Trees*, Berlin, v. 22, p. 663-670, 2008.

GIRI, C. et al. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, New Jersey, v. 20, p. 154-159, 2011.

GONÇALVES, A. L. et al. Composição florística e fitossociológica do manguezal da zona portuária de São Luís, Maranhão, Brasil. *Biofix Scientific Journal*, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 01-07, 2018.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO E BIODIVERSIDADE. Atlas dos Manguezais do Brasil. Brasília, 2018.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE (AL). [Website]. Maceió, 2019. Disponível em <http://www.meioambiente.al.gov.br>. Acesso em: 06 jul. 2019.

LONDE, V. et al. Estrutura da vegetação de mangue associada ao gradiente de inundação no litoral norte do Espírito Santo, *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 37, n. 4, p. 629-637, 2013.  
MAGRIS, R. A.; BARRETO, R. Mapping and assessment of protection of mangrove habitats in Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, Rio Grande, v. 5, n. 4, p. 546-556, 2010.

NEVES, M. A. Caracterização estrutural e serapilheira dos bosques de mangue da região estuarina do rio São Francisco (Baixo São Francisco). 2014. (Monografia) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2014.

RODRIGUES, I. D. B. Caracterização estrutural do bosque de mangue do estuário do Rio Coruripe, Coruripe-Al. 2015. (Monografia) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2015.

SALLES, V. (org.). Guia do Meio Ambiente - Litoral de Alagoas. 3. ed. Maceió: Instituto do Meio Ambiente; Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit; Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas, 1995.

SANTOS, T. O. Florística, estrutura fitossociológica e produção de serapilheira do manguezal do Rio São Francisco. 2013. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Sergipe, Maceió, 2013.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G. Guia para estudo de áreas de manguezal: estrutura, função e flora. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1986. 150 p.  
SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo:

- Caribbean Ecological Research, 1995. 64 p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; VALE, C.C.; CINTRÓN, G. Monitoramento do ecossistema manguezal: estrutura e características funcionais. In: TURRA, A.;
- SILVA, A. P. L. Estudos Geomorfológico e Sedimentológico do sistema Estuarino Lagunar do Roteiro - Alagoas. 2001. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2001.
- SOARES, M. L. G. et al. Southern limit of the Western South Atlantic mangroves: assessment of the potential effects of global warming from a biogeographical perspective. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Amsterdam, v. 101, p. 44-53, 2012.

# **PATRIMÔNIO E POVOS ORIGINÁRIOS**



## 14. ANTROPOLOGIA DAS POPULAÇÕES TRADICIONAIS

Área de conhecimento: Antropologia

Ulisses Neves Rafael<sup>1</sup>

### RESUMO

A tradição de pesquisa de campo na antropologia encontra nas expedições científicas do século XIX um importante impulso. Na atualidade, esse tipo de atividade tem se tornado cada vez mais escassa, razão pela qual a presença antropológica nas V e VI Expedição Científica do Baixo São Francisco se apresenta com momento privilegiado para o desenvolvimento de uma perspectiva analítica sobre uma área investigativa extremamente complexa e diversificada em termos socioculturais. Nesta experiência, buscou-se traçar um mapa das comunidades tradicionais situadas no circuito da Expedição, ampliando significativamente o arco de abrangência da categoria para incluir territórios, cuja regulação envolveu procedimentos técnicos e jurídicos na tramitação do seu reconhecimento e titulação, como no caso de sociedades indígena e quilombolas. A pesquisa também incorporou agrupamentos envolvidos em processos recentes de ocupação, como integrantes de acampamentos e assentamentos de reforma agrária organizados pelo Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terra (MST), além de comunidades constituídas de pescadores e de artesãos tradicionais.

**Palavras-chave:** antropologia; territórios tradicionais; Comunidades originárias; Artesãos; Colônias de pescadores; Celebrações baixo São Francisco

---

<sup>1</sup> Professor titular do Departamento de Ciências Sociais e membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Antropologia, ambos da Universidade Federal de Sergipe.

## INTRODUÇÃO

Este relatório propõe apresentar o levantamento geral acerca da minha participação nas V e VI Expedições Científica do Baixo São Francisco, ocorridas, respectivamente, entre os dias 03 e 12 de novembro de 2022 e entre os dias 20 a 30 de novembro de 2023, as quais percorreram, nas duas ocasiões, municípios localizados nas duas margens do rio, como: Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Braz Porto Real do Colégio, Igreja Nova, Penedo e Piaçabuçu, situados na margem alagoana, e, do lado sergipano, os municípios de Gararu, Propriá, Santana do São Francisco e Brejo Grande, além da própria foz.

O curto espaço de tempo disponível para permanência em cada município e a extensa área de 250 km coberta pela expedição, teve efeito decisivo sobre a abordagem adotada, a qual consistiu basicamente em rápidas incursões às comunidades envolvidas e a realização de entrevistas dirigidas com um número reduzido de interlocutores chave, cuja presença na localidade destacava-se pelo grau de participação na vida social local e pela influência sobre os demais integrantes do grupo selecionado.

A ênfase maior recaiu sobre populações tradicionais, aqui entendidas como comunidades locais mobilizadas em torno da luta comum pelo direito à terra, “que expressa uma identidade coletiva reivindicada com base em fatores pretensamente primordiais, tais como uma origem ou ancestrais em comum, hábitos, rituais ou religiosidade compartilhados, vínculo territorial centenário, parentesco social generalizado, homogeneidade racial, entre outros (ARRUTI, 2006, p. 38-39).

A partir dessa perspectiva, buscou-se traçar um mapa das comunidades tradicionais situadas no circuito da expedição, ampliando significativamente o arco de abrangência da categoria para incluir, populações envolvidas em “processo de territorialização”, termo utilizado para se referir ao “conjunto de procedimentos e efeitos por meio dos quais um ‘objeto político-administrativo’, tal como os ‘grupos indígenas’ e também “imigrantes”, “assentados” ou “comunidades remanescentes de quilombolas”, convertem-se em uma coletividade organizada, unificada por meio de uma identidade própria, por uma série de mecanismos que decidem sobre a representação, assim como por uma série de reestruturações das suas formas culturais” (ARRUTI, 2006, p. 41).

Assim sendo, as informações obtidas através do levantamento bibliográfico preliminar foram complementadas, durante a participação nas duas expedições, com a realização de levantamentos antropológicos através de incursões nos municípios previamente selecionados pelos organizadores da atividade.

No conjunto foram visitadas sete comunidades quilombolas situadas no roteiro, quais sejam, na margem esquerda do Rio São Francisco: Sítio Lages, município de Piranhas/AL; Quilombo Mumbaça, situado no município de Traipu/AL; Sapé, município de Igreja Nova/AL, Tabuleiro dos Negros e Oiteiro, ambos no município de Penedo/AL e Pixaim, no município de Piaçabuçu/AL. Na margem sergipana do rio, foram visitados os quilombos Canafístula, no município de Propriá/SE e Brejão dos Negros, Resina e Capitanga, no município de Brejo Grande/SE.

Além dos remanescentes quilombolas, durante o percurso das duas expedições, foram também incluídas no roteiro duas outras comunidades tradicionais como a reserva indígena dos Wakóna (ou Aconã, conforme Hohenthal, 1960), situada no município de Traipu/AL e o território Kariri-Xokó de Porto Real do Colégio/AL. Desse modo, foram priorizados os territórios, cuja regulação envolveu procedimentos técnicos e jurídicos na tramitação do seu reconhecimento e titulação, como nos já mencionados quilombolas e indígenas. Porém, a pesquisa também incluiu agrupamentos envolvidos em processos recentes de ocupação, organizados pelo Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem-Terra (MST), como o Assentamento Gastone Beltrão (Chico Mendes) no município de Olho d’Água do Casado/AL e o Acampamento Estrela, em Propriá/SE, com a finalidade de acompanhar as formas de exploração do ecossistema, principalmente no que diz respeito ao registro dos saberes tradicionais inscritos nos usos e consumo das chamadas Plantas

Alimentícias Não Convencionais (PANC).

Foram abarcados também, através dos primeiros inquéritos sociais realizados por ocasião da Expedição de 2022, as colônias de pescadores dos municípios de Piranhas, Pão de Açúcar e Piaçabuçu em Alagoas, e de Gararu em Sergipe, onde observamos os modos de fazer coletivos.

Por fim tive oportunidade de realizar breves incursões às comunidades de artesanato, a exemplo do povoado Ilha do Ferro, a fim de observar as especificidades do trabalho artístico ali encontrado, como as esculturas em madeira, inspirados na fauna e na flora locais e que deram notoriedade ao povoado, juntamente com o bordado Boa-Noite, bem como os artesãos do município de Santana do São Francisco/SE, antigo povoado Carrapicho, no estado de Sergipe e as artesãs da Associação “Estação Cangaço”, no município de Piranhas/AL.

## **POPULAÇÕES TRADICIONAIS REMANESCENTES DE QUILOMBOS**

### **SÍTIO LAGES**

A Comunidade Quilombola Sítio Lages está localizada no município de Piranhas, Alto Sertão alagoano e abriga atualmente mais de 50 famílias espalhadas entre a sede principal e sítios vizinhos, as quais guardam entre si, além do vínculo territorial, o laço de consaguinidade parental, cujo significado é reconhecido pelos moradores do lugar como elemento decisivo no processo de reivindicação da certificação e reconhecimento do caráter quilombola. A memória oral do grupo se apresenta como um reforço a mais nas demandas do grupo na defesa de direitos associados ao passado colonial e à história dos antepassados escravizados dos quais se declaram remanescentes, conquista obtida através da certificação pela Fundação Cultural Palmares no dia 27 de dezembro de 2010

Visitei a comunidade durante a segunda expedição ocorrida em novembro de 2023 o que coincidiu com comemoração ali, do dia da Consciência Negra (20/11), evento este que contou com a participação de diversas autoridades locais, como o prefeito e o vice, vereadores e secretários municipais, como também de lideranças políticas de vários movimentos sociais da região, a exemplo Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terra (MST), o que talvez revele o prestígio do quilombo, pelo menos em termos eleitorais.

### **MUMBAÇA**

Trata-se da segunda comunidade quilombola visitada no percurso da expedição de 2023 e situada no município de Traipu-AL, a qual foi certificado e reconhecida como remanescente de quilombo pela Fundação Cultural Palmares em 2010, conforme Portaria nº 162/2010.

As informações obtidas durante a visita realizada, foram fornecidos em primeira mão por duas das lideranças locais: Marcos Cordeiro, assessor da Secretaria de Educação do Município e Manoel Oliveira dos Santos, mais conhecido por Bié, líder comunitário do quilombo e Secretário de Igualdade Racial e Diversidade do Município de Traipu, desde 2023, embora tenha também assumido cargo comissionado na antiga Secretaria de Turismo.

Durante os 22 quilômetros que separam o quilombo da sede do município, os dois interlocutores foram me instruindo sobre as vantagens ecológicas da comunidade, devido à presença de poços e fontes naturais de água subterrânea. Isso coloca a região numa posição estratégica com relação ao conjunto, inclusive comparado com o município como um todo, cuja rede de abastecimento atinge apenas 27,03% da população total, mesmo estando ele, situado às margens do rio São Francisco. Além disso, o município é banhado pela sub-bacia do Rio Traipu, cujo afluente principal é o riacho Priaca, antiga

denominação da própria Vila Santo Antonio que integra a área quilombola. O quilombo conta com a presença de um reservatório que capta a água proveniente do São Francisco na altura do município vizinho de São Braz/AL.

A presença desses mananciais serve também como importante demarcador territorial da comunidade, a qual está dividida em três áreas estabelecidas em função da presença dessas fontes. A primeira delas, a Fonte do Senhor do Pobres, encontra-se nas imediações da Igreja de mesmo nome, que homenageia o padroeiro do povoado. É dessa fonte principal que se abastecem os romeiros que se abrigam no entorno da igreja, embora cotidianamente ela sirva mais aos moradores “fidalgos” ou ao chamado povo “civilizado”, aqueles cujas residências situam-se na rua principal e pavimentada do quilombo.

A segunda fonte é a dos Negros, numa área de preservação ambiental, vulgarmente conhecida como “Cabeça de Vargem” a qual, ao longo dos últimos anos, vem sofrendo uma redução dos seus limites por conta da construção desordenada de casas nas proximidades. Trata-se de um lugar que no passado, possuía grande significado identitário para a comunidade, reconhecido como espaço de sociabilidade pública da população pobre e negra do lugar que a ela recorria para lavar roupa, abastecer suas casas e tomar banho, costume este praticado em área reservada da fonte para este fim e protegidas com palhas de coqueiro e Ouricuri.

Por fim, tem-se o Reservatório da Bica de Banho, cujo espaço foi revitalizado para transformar o local em ponto de atração para turistas. Ali se encontra a Fonte de Água Benta, muito procurada pelos romeiros, principalmente durante a festa do padroeiro, e à qual se atribuem propriedades curativas. Nesse local, encontra-se um dos raros exemplares da palmeira que dá nome ao quilombo, coqueiro-mumbaca, e que no passado era bastante utilizado para construção de barreiras de proteção contra a invasão dos inimigos, por conta das suas palhas cobertas de espinhos pretos e longos. A partir da destruição desse espécime, foi-se também apagando uma parte da história do lugar.

## **SANTO ANTÔNIO DA CANAFÍSTULA**

A parada seguinte no roteiro das comunidades tradicionais remanescentes quilombolas foi em Propriá/SE e o quilombo visitado foi o Santo Antonio da Canafístula, onde encontramos o Sr. Jorge dos Santos um dos primeiros moradores da comunidade. Ele contou que a certificação de deu através da Portaria nº 28, de 9 de fevereiro de 2011, emitida pela Fundação Cultural Palmares. Seu Jorge divide a área de com mais 7 famílias formada quase totalmente por casais mais velhos, que residem em casas de alvenaria, enquanto seus filhos moram na cidade, por conta da escassez de recursos encontrada no quilombo. Até se estabelecerem no local, seus atuais moradores percorreram várias propriedades do município, vivendo em barracas de lona e fazendo roça em terras devolutas como as da Companhia de Desenvolvimento Econômico de Sergipe (CODISE) e da Pedreira São João, situada na Fazenda Estrela, que dá nome ao acampamento que ali se encontra até hoje.

Por conta dessa proximidade com área de acampamento, é que o processo de regularização fundiária e a legitimação da terra quilombola em Canafístula, tem se arrastado por tantos anos, inclusive, sido objeto de questionamento por parte do Ministério Público Federal, quanto à certificação dada, por conta da existência no local, desse acampamento, que supostamente tinha também o nome de Canafístula.

Esse fato resultou na visita de técnico da Fundação Palmares, o qual constatou que a área certificada era distinta do acampamento. Contudo, somente em 2018, por recomendação da procuradora da Palmares, uma nova visita técnica foi realizada para elaboração de laudo antropológico, resultando na conceção de certidão de autodefinição da comunidade como remanescente de quilombo. Atualmente, tanto o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária de Sergipe (INCRA/SE) quanto a Superintendente

de Patrimônio da União (SPU) vêm se mobilizando no sentido de produzir o Relatório Técnico de Identificação e Delimitação (RTID), a fim de estabelecer os limites da terra do quilombo para regularizar a situação da comunidade e assegurar o título coletivo da área para as famílias ali encontradas.

Dentro do próprio movimento quilombola tem surgido questionamentos quando a condição reivindicada pela comunidade de Canafístula, uma vez que se trata de uma área muito reduzida (6 tarefas) e que abriga uma quantidade irrisória de famílias, as quais, não tendo obtido êxito nos projetos de assentamento da região, recorreu à pauta quilombola (RIBEIRO, 2016, p. 169).

Na atualidade os moradores do quilombo plantam abacate, goiaba, abacaxi, maracujá, roça (macaxeira, feijão, milho, abóbora, etc.), sempre em período de inverno, além da criação de animais (porco, carneiro e galinha). A produção é toda voltada para o consumo das próprias famílias.

## **TABULEIRO DOS NEGROS**

A primeira visita ao conjunto de quilombos que compõem a área fronteira entre os municípios de Penedo e Igreja Nova, ambos no Estado de Alagoas, aconteceu em 2022 e teve início a partir de povoado Chinaré, pertencente a este último município e onde os expedicionários são sempre recepcionados pelo já tradicional cortejo dos pescadores da região.

O quilombo Tabuleiro dos Negros pertence ao município de Penedo/AL, de cuja sede está distante 15 km, fazendo fronteira com a comunidade originária Alecrim dos Negros, também conhecida como Sapé, pertencente ao município de Igreja Nova/AL, separados um do outro apenas por uma rua.

O líder da associação do Tabuleiro dos Negros é Cícero dos Santos, mas foi Maria Quitéria coordenadora da Associação de Mulheres Agricultoras Quilombolas Pescadoras do Povoado Sapé — Mulheres Guerreiras (MG), quem prestou as primeiras informações sobre a comunidade na primeira incursão de 2022. Ela contou que a certificação da comunidade foi emitida pela Fundação Cultural Palmares através da Portaria nº 25/2007, de 13/03/2007, embora a comunidade ainda aguarde a titulação. A conversa com ela girou, basicamente, em torno das dinâmicas religiosas no quilombo. Ela informa que o padroeiro da comunidade é São Pedro, cujos cultos são realizados na capela existente ao lado de sua casa. O campo religioso local conta ainda com três outras denominações evangélicas e um terreiro de umbanda liderado por Valdemir Santos, mais conhecido no local como Pai Pitô e situado no vizinho quilombo Sapé. Contudo a maior rivalidade enfrentada pelo catolicismo na comunidade é interna. Além das celebrações em homenagem ao padroeiro, organizadas pela família Vital, existia também a devoção à Nossa Senhora do Rosário em igreja própria, cujas celebrações sempre coincidiam em com o período carnavalesco: “independente da data que caísse”, razão pela qual eram conhecidas como “festa de fevereiro”.

Quitéria também mostrou a Palmeira, símbolo do Quilombo. Ela informou que esse tipo de árvore representa as lutas dos quilombolas em várias comunidades. O engenheiro agrônomo Antonio Santos, que mais cedo havia informado ser remanescente quilombola, uma vez que passara sua infância no sítio da família no Tabuleiro dos Negros, também fez menção ao significado dessa árvore que nas rotas de fugas dos escravizados, servia como ponto de vigilância e de orientação para os refugiados entre os tabuleiros de capim.

Quanto à ligação da comunidade com o São Francisco, Quitéria informa que ela advém das atividades que eram desenvolvidas pelos antigos e que dependiam do rio, como a pesca e o plantio de arroz, principalmente. Dessa maneira, o Velho Chico assume esse aspecto afetivo, porquanto remete a essa memória e ligação com os antepassados que desempenhavam essas tarefas ribeirinhas.

Outro contato estabelecido, tanto na primeira visita como na segunda, foi com o

Sr. Jonas Estácio, vice-presidente da outra associação existente no local, no caso a mais antiga e a qual é responsável, entre outras coisas, pela distribuição de cestas básicas na comunidade. Estive com seu Jonas em três ocasiões que visitei o quilombo, a última delas durante a expedição de 2023. Além da casa, situada na parte mais urbanizada do quilombo, S. Jonas também possui uma propriedade localizada na região da mata, conhecido como “tabuleiro”, razão do nome do povoado, e onde cria animais, principalmente gado, que se beneficia do capim abundantemente encontrado no local. A área também é privilegiada, por conta da presença de um minadouro onde, no passado, a população local ia buscar água, a qual era utilizada como espaço de sociabilidade pelas mulheres, que ali lavavam roupa e tomavam banho. Hoje essa área de brejo está protegida por cercas de arame farpado o que impede o acesso do restante dos moradores do quilombo ao local. A justificativa para tal é a proteção dos animais que agora são mantidos no que eles chamam de colônia. A torragem de castanhas, outra importante fonte de renda da população local, desenvolvida, exclusivamente por mulheres.

## **SAPÉ**

A visita ao vizinho quilombo Sapé, município de Igreja Nova/AL, só aconteceu em 2023 e, curiosamente, também a partir de contato estabelecido com moradores da comunidade que se encontravam no povoado Chinaré. Aí verificou-se a apresentação do Guerreiro, um auto popular tipicamente alagoano que guarda reminiscências do Reisado e dos Caboclinhos (BRANDÃO, 2003). A apresentação a que assisti foi conduzida pelo mestre Daniel da Silva, residente no povoado Sapé e de quem fui atrás, depois de sua apresentação na Escola Municipal General Arthur Costa e Silva onde os expedicionários haviam sido recepcionados. Daniel é responsável pela improvisação das peças que são acompanhadas pela orquestra formada por sanfona, caixa e pandeiro, e já está à frente do Guerreiro do Sapé há mais de 30 anos.

Fui reencontrá-lo em sua residência, a qual forma com o conjunto de outras casas onde residem seu filhos, genros, noras e netos, uma verdadeira vila quilombola dentro da área demarcada. Nasa imediações também se localiza a casa de farinha onde se realiza a prática da farinhada entre os meses de agosto e novembro, atividade organizada pelo conjunto dos moradores locais.

A comunidade Sapé foi certificada através da Portaria nº 185/2009, data de 19/11/2009 e atualmente residem no local 100 famílias, contando com um total de 1.284 habitantes. Embora pertencente ao município de Igreja Nova/AL, o quilombo está mais próximo de Penedo/AL, fazendo fronteira com o quilombo Tabuleiro dos Negros, ambos situados na zona rural. No passado existia uma grande rivalidade entre as duas comunidades, inclusive pelo fato dos moradores do Tabuleiro serem conhecidos pela sua valentia. De modo que para os moradores do Sapé terem acesso ao quilombo vizinho, precisavam da autorização do delegado do distrito. Essas informações foram prestadas por seu Jonas, o vice-presidente da associação, que as recolheu junto aos moradores mais antigos do quilombo.

## **Quilombo Oiteiro**

**O quilombo do Oiteiro completa a tríade das comunidades tradicionais dessa região** do baixo São Francisco. Embora separado do centro histórico de Penedo/AL, seus contornos se confundem com o emaranhado de ruas e casas do bairro Senhor do Bonfim, causando confusão entre os próprios moradores da região quanto ao desenho da comunidade. Muitos dos habitantes do lugar relutam em reconhecer suas moradias como pertencente a um quilombo urbano, inclusive, para escapar das práticas de racismo que recaem cotidianamente sobre seus moradores.

O nome do quilombo advém de sua localização em ponto mais alto da cidade o

que garantia, no passado, um lugar de refúgio mais seguro para negros escravizados em fuga. Sua incorporação total à malha urbana se dá após a construção da Rodovia Mário Freire Leahy, o que concorreu para diminuir as distâncias e o isolamento da comunidade com relação ao resto da cidade.

A certificação do território como comunidade quilombola foi feita através da Portaria nº 29/2006/FCP, de 13/12/2006 e onde residem 184 famílias dedicadas à agricultura de subsistência com a plantação de feijão, mandioca, milho e inhame, mas principalmente, a pesca: “Para complementação da renda, as mulheres fazem bordado, crochê, costura e peças artesanais da palha e madeira” (PROGRAMA, 2020, p. 6).

Para além das ocasiões das duas expedições, visitei a localidade em período extraordinário para acompanhar a Lavagem da Igreja do Senhor Bonfim, templo construído pelos próprios moradores da comunidade e de onde advém o nome do Bairro. Segundo o Babalorixá Jackson dos Anjos da Silva, entrevistado em 2022, além de liderança religiosa é também um dos mentores da lavagem do Bonfim, a qual consiste basicamente na realização do cortejo pela principal rua do bairro, até o cruzeiro de Cristo, localizado no Mirante do Bonfim, na entrada do Quilombo. Ali, encontra-se uma imagem de Cristo Crucificado, situada no alto de um pedestal, o qual se pode acessar por meio de uma escada lateral. Na ocasião, apenas um dos filhos de santo sobe para lavar a base da imagem. Os demais se postam embaixo, no largo do mirante o qual também lavam com água perfumada e flores que foram trazidas pelos fiéis durante o trajeto. Na sequência, o cortejo, ainda acompanhado de grupos folclóricos e de capoeira, segue em direção à Capela do Senhor do Bonfim, situada na outra extremidade do Bairro, onde será realizada outra etapa da lavagem. Depois de encerrar a parte religiosa da celebração, iniciam os festejos carnavalescos com blocos de sujos, transformando o lugar, que até então, estivera envolto em uma aura sagrada, numa contagiante algazarra. Os adultos participam da brincadeira, mas são os adolescentes quem mais se divertem.

Durante a Expedição de 2003 tive oportunidade de conversar com Wanderley Nunes Lisboa, historiador, guia de turismo e atual presidente da Associação Cultural Quilombola do Oiteiro, fundada em abril de 2022 e cuja sede funciona provisoriamente em sua própria residência. Wanderley contou que, ainda no século XIX, as águas do São Francisco chegavam mais perto do bairro, principalmente no período de cheias, quando as águas do rio alcançavam as imediações da comunidade, criando condições favoráveis ao cultivo do arroz. Independente das cheias, em algum ponto da região, os moradores apanhavam barcos, através dos quais alcançavam a margem sergipana do rio. As condições favoráveis ao plantio do arroz e à pesca, principais fontes nutricionais da comunidade, tornaram o local objeto de atração para populações desgarradas de outras localidades.

Foi por intermédio de Wanderley que conheci Dona Maria Francisca Santos, verdadeiro patrimônio vivo da comunidade, responsável pela organização do Guerreiro Treme-Terra importante expressão artístico-cultural local, integrado por senhoras da “melhor idade”. O grupo é sempre muito requisitado para apresentações em Penedo, principalmente na festa do Bom Jesus dos Navegantes, e em outras interiores, cujas viagens são patrocinadas pela prefeitura de Penedo.

## **QUILOMBO BREJÃO DOS NEGROS**

A última visita no percurso da Expedição de 2022 foi ao município de Brejo Grande no Estado de Sergipe e onde se localiza o território quilombola que agrega as comunidades de Brejão dos Negros, Fazenda Resina, povoado Carapitanga e a sede de Brejo Grande. Todo o território se encontra certificado, através da Portaria nº 38930/2006 embora somente em Brejão se verificou o cadastramento das famílias que se autodefinem como remanescentes de quilombo. Foram destinadas a esta última comunidade específica 469 hectares das terras que antes integravam a Fazenda Batateira, que, por sua vez, é um

desmembramento da Fazenda Capivara (São Francisco), que fora desapropriada em março de 2011 por intermédio da Reforma Agrária. A condição étnica de Brejão dos Negros atendia às exigências de preferência legal para ocupação desse tipo de terras públicas pertencentes à união, conforme normas do Programa Brasil Quilombola, que estabelece um conjunto de direitos às comunidades que se autodefinem enquanto “remanescentes das comunidades de quilombos”. Segundo Bomfim, a garantia de acesso à terra para o agrupamento do Brejão, as Batateiras vão se tornar um símbolo da luta, “é o núcleo representativo da questão quilombola na região” (BONFIM, 2017, p. 190).

As sedes que formam o conjunto do município, apesar da certificação paralela, aguardam até hoje a demarcação das áreas pendentes e o cadastramento das famílias por pautarem suas reivindicações em torno da luta pela terra, dependendo, portanto, de processos mais complexos que envolvem pedidos de desapropriação por parte do INCRA sobre o qual recai a responsabilidade de selecionar os beneficiários e assentar as famílias. A situação do agrupamento Resina, ilustra bem a complexidade dessa situação. Uma vez situada nos limites da Fazenda Capivara, território localizado às margens do rio São Francisco, cercado de extensa mata, mananciais, lagoas e alagados, a regularização fundiária torna-se objeto de cobiça e acirrada disputa e arrasta-se por mais tempo. Segundo Bonfim, “a propriedade se torna uma peça importante em torno da ‘luta pela terra’ na região” (BONFIM, 2017, p. 74).

A presidente da Associação Remanescente de Quilombola Dom José Brandão de Castro, Maria José Bezerra dos Santos, mais conhecida como Dona Deca, além de quilombola também se declara colonizada, ou seja, credenciada na colônia de pescadores do município, que é uma característica dos moradores da sede do Quilombo, dada a proximidade do rio. Seu depoimento também foi fundamental para acompanhar o processo de luta pela terra, iniciado ainda em 1985, com o incentivo do Padre Luiz Rodrigues e, continuada, já em 2003, com o apoio prestado pelo Padre Isaias Nascimento, proveniente da paróquia de Propriá/SE onde atuava à frente das Comunidades Eclesiais de Base (CEBs). Inspirado na Teologia da Libertação, ele retoma em Brejo Grande/SE o processo de luta pelo direito à terra em nome dos menos favorecidos.

Durante muito tempo, as campanhas política assumiram caráter fundiário, aproximando suas pautas das campanhas dos trabalhadores sem-terra que visavam à reforma agrária. É nessa condição que, pelo menos os moradores na sede de Brejo Grande/SE, acamparam durante quase 90 dias no Saramém, povoado construído para acomodar os moradores do antigo Cabeço e de onde foram expulsos pelo prefeito do município de Brejo Grande/SE, buscando na sequência, abrigo às margens da rodovia que liga o povoado à sede do município. As campanhas são lembradas por todos com pesar, dadas as situações de penúria e insegurança enfrentadas pelos que estavam na linha de frente do movimento. São comuns os relatos de ameaças, perseguições e humilhações sofridas por todos que ocupavam as terras abandonadas e impingidas por fazendeiros, jagunços e policiais locais.

Do ponto de vista judicial, o antropólogo Wellington de Jesus Bonfim (2017) reconstituiu com precisão as etapas da judicialização da questão, a qual envolve a intervenção do Ministério Público Federal, do Ministério Público do Estado de Sergipe e da Procuradoria Geral de Justiça, através da Curadoria dos Direitos Humanos, Controle Externo da Atividade Policial & Conflitos Agrários, além dos religiosos da Teologia da Libertação. “Presidida pelo ouvidor agrário nacional e desembargador Gercino José da Silva Filho, o litígio foi classificado como ‘conflito agrário’ (BONFIM, 2017, p. 142-143).

À medida que os processos corriam na justiça, a questão assumiu uma feição mais étnica. Por esse motivo, foi recomendado pelo MPF a realização de laudo antropológico por servidores da autarquia federal com a finalidade de produzir Relatório Técnico de Identificação e Delimitação (RTID), o qual só foi concluído em 2013. Segundo o parecer técnico conclusivo, dado pela antropóloga Ana Lídia Nauar Pantoja, servidora pública lotada na Superintendência Regional do INCRA em Belém-SR01, as



localidades situadas no conjunto compreendido pelo Quilombo Brejão dos Negros (Resina, Saramém, Carapitanga e Guaratuba) são predominantemente habitadas por pescadores. Tal constatação revela a necessidade e a importância da demarcação desses territórios tradicionais como alternativa de conservação e preservação das áreas que formam a bacia do São Francisco.

## **COMUNIDADE QUILOMBOLA DO PIXAIM**

Por fim, a jornada pelos territórios quilombolas, se encerra com a visita ao quilombo Pixaim, ocorrida na última expedição de 2023. No passado o lugar era habitado por famílias que viviam da produção do arroz, tipo de cultura possível por conta das várzeas que se formavam no estuário do São Francisco. Após a construção da Usina Hidrelétrica de Xingó toda a dinâmica da vazão do rio foi alterada, provocando a salinização da água e transformando as condições de uso do solo por parte da comunidade nativa. Com isso vai se verificar um processo contínuo de imigração para fora da área.

Outro episódio decisivo para o destino daquela população foi a criação, em 1983, da Área de Proteção Ambiental (APA) de Piaçabuçu, por meio do decreto de nº 88.421, a qual abrange o território que antes pertencia à comunidade do Pixaim e outras populações vizinhas. Essa medida foi tomada com a finalidade de garantir a conservação do ambiente natural e a proteção de tartarugas marinhas e aves migratórias, contudo, implicou em outro processo de migração compulsória para a comunidade que procurou as áreas de dunas mais próximas da foz do São Francisco. Porém, quando em 2009 Pixaim foi certificada como 'Comunidade Quilombola', pela Fundação Palmares, houve um entendimento de que pessoas reconhecidas como remanescentes poderiam permanecer ou transitar pela área protegida.

Por conta do isolamento em que se encontra, o acesso à comunidade só pode ser feito através de barco, meio de transporte que utilizei a partir de Piaçabuçu para chegar até o porto onde fui recepcionado pela líder comunitária Alexandra. Apesar de quase escondida, chama a atenção quando entramos, o tamanho da comunidade, impressão que está associada à presença das dunas que dão à paisagem, uma característica de deserto. As residências são escassas e algumas estão erguidas sobre pilotis de madeira para escapar do movimento das dunas.

Alexandra falou sobre as formas de subsistência da comunidade, onde se destaca o plantio do coco, banana, macaxeira, frutas, plantadas em terreno de argila, para consumo próprio, a criação de animais (vaca, cabras e ovelhas, principalmente) e fabrico de doces e cocadas que são vendidos na foz do rio para os turistas. Seu bar é frequentado pelos próprios moradores das redondezas.

Na sequência percorri a comunidade e no caminho Alexandra mostrou os poços de água potável que eles abrem em meio ao areal, sem nenhuma cobertura de alvenaria, mas que se conserva límpida, e de onde os moradores abastecem suas casas, uma vez que não existe água encanada no lugar.

Depois visitei a capela de Nossa Senhora da Conceição, cujo novenário iria começar no dia seguinte (29/11), sendo o ponto alto da celebração, a missa e a procissão realizada no dia 8 de dezembro com a presença do padre de Piaçabuçu. A festa acontece com a limpeza da capela, montagem do altar com os anjos, coroação da santa, etc. O novenário é conduzido pelas próprias zeladoras até o dia principal, quando o padre retorna à comunidade para celebrar missa principal. No passado, a celebração contava com a presença de grupos de reisado, pastoril e zabumba, todos oriundos de Piaçabuçu. Atualmente só a banda de pífanos se apresenta na celebração. Para recepcionar os visitantes que costumam acompanhar o padre, a comunidade oferece um almoço. Na parte da tarde tem a quermesse, onde se vendem salgados e doces, e os leilões. Por volta das 15 horas, tem a celebração da missa e a realização da procissão pelas imediações da capela, subindo e descendo os morros do entorno.

A construção encontra-se encravada nos fundos de uma duna, cuja altura já supera o tamanho do templo. Trata-se de estrutura simples de vão único com um altar, onde ganha destaque a imagem da padroeira, espaço que divide com santos menores como são Francisco, São José e São Miguel.

Quanto ao nome da comunidade, fui informado que tem a ver com o tipo de cabelo “carangolado” da maioria dos moradores, embora os mais antigos não costumassem falar sobre o assunto. Saímos do lugar sem encontrar ninguém nunca soubesse confirmar essa história.

## **TERRITÓRIOS INDÍGENAS**

### **ALDEIA INDÍGENA ACONÃ**

Seguindo a viagem rio abaixo, a Expedição de 2022 aportou no município de São Braz, a partir de onde foi possível acessar a aldeia dos Aconã, cuja reserva indígena está situada no município vizinho de Traipu/AL. A dificuldade de encontrar referências históricas sobre o grupo talvez advenha do fato de sua origem estar associada a outras comunidades indígenas alagoanas.

Os registros históricos não se fazem acompanhar de referências mais recentes. A confusão acerca das suas origens também pode estar associada à dificuldade dos próprios membros da comunidade de reconstituírem os inúmeros processos de dissolução pelos quais passaram, bem como os percursos realizados até onde se encontram atualmente, ocupação recente que remonta ao ano de 2003.

Os Aconã são provenientes da mesma matriz étnica. Antes de chegar à Reserva Indígena atual, residiram com outros grupos étnicos como os Cropotó, Ceococes e Prakiós no aldeamento Kariri-Xocó, na Rua dos Caboclos, logradouro da periferia de Porto Real do Colégio/AL onde estavam misturados com moradores não indígenas, impedidos de plantar suas roças e vivenciar seus costumes tradicionais. Lembrando que oficialmente aquelas denominações étnicas e seus respectivos territórios foram extintos em 1873 e seus antigos habitantes foram considerados integrados à sociedade nacional. Somente em 1978 os indígenas ocuparam as terras da antiga Fazenda Modelo, da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), também conhecida por Sementeira, e exigiram a demarcação da área como seu território tradicional. Entre os anos de 2000 e 2005 verifica-se o processo de demarcação da TI Kariri-Xokó, a qual acontece em meio a forte contestação por parte dos fazendeiros da região. É também nesse mesmo período que acontece o levantamento e a demarcação da reserva indígena dos Aconã.

A própria história dos Aconã é marcada por processos de dissidência, migrações forçadas e dispersão por entre outras comunidades indígenas, sobretudo “em certas ilhas do médio São Francisco, sob a jurisdição de várias missões, durante o século XVIII, antes de mover-se para sua localidade atual de Brejo dos Padres, Pernambuco” (HOHENTHAL JR. 1960, p. 55).

Segundo Andrade que é o motorista da unidade e integrante da etnia Karapotó, cuja origem remonta ao convívio em aldeamentos junto aos Kariri-Xocó, a longa trajetória dos antepassados de sua própria etnia envolve complexos processos de rupturas e mudanças. Segundo Andrade, os indígenas que se recusaram a abdicar de sua identidade étnica, durante a convivência em Porto Real do Colégio, recorreram a regiões mais afastadas do rio São Francisco, no município de São Sebastião/AL. Ali o grupo também enfrentou embates com fazendeiros locais tendo que, por isso, fugir para procurar abrigo novamente em Colégio, desta feita, submetendo-se e abdicando de sua identidade para se misturar aos Kariri Xocó.

Devido às desavenças internas entre Kariri-Xocó e Tingui-Botó, em 2003 os Aconã, com a mediação da FUNAI, optaram pela mudança para território próprio, sob a alegação

de que constituíam uma etnia localizada em registros históricos antigos, embora fossem dados como desaparecidos para os órgãos oficiais do Governo. A mudança definitiva acontece no ano de 2003, depois do levantamento feito nos anos anteriores,

Atualmente residem 35 famílias na Reserva Indígena de 627,78 hectares. Apesar de terem conseguido se instalar na Reserva, a comunidade ainda se ressentia da falta de assistência por parte da FUNAI. Solange Saraiva, filha do Cacique José Saraiva, agente indígena de saúde da comunidade e Andrade, motorista da unidade, manifestaram preocupação com a demora na demarcação de suas terras por parte da FUNAI, além da falta de assistência do órgão que não assegura a infraestrutura necessária para o funcionamento das atividades básicas. A aldeia não dispõe, por exemplo, de um prédio apropriado para as crianças estudarem.

A comunidade sobrevive basicamente das atividades agrícolas, cujos principais produtos são milho, feijão, mandioca, arroz, abóbora e batata para consumo próprio. Também criam alguns tipos de animais como gado, galinha e porco. As fruteiras mais comuns são manga e goiaba. Por fim, a comunidade produz artesanato, tipo pulseiras, cocares e brincos, feitos de sementes e penas de aves (gavião, carcará, garça etc.) que não são comercializados.

Na segunda visita que realizei em 2023, dei prioridade às entrevistas com as mulheres indígenas, por perceber o significado de sua presença na comunidade, enquanto agricultoras, artesãs e lideranças femininas. Na ocasião conversei com Maria Izabel, Lara e Suriana, todas filhas do cacique Saraiva, patriarca da família Aconã. Na ocasião o grupo de expedicionários foi conduzido até um espaço arborizado com área central aberta e onde os integrantes da comunidade apresentavam suas atividades culturais aos visitantes, principalmente o toré. Na ocasião se encontravam muitas crianças, adolescentes e mulheres indígenas.

Os dançarinos, principalmente os mais jovens, se preparavam para a dança, fazendo uns nos outros, pinturas corporais e providenciando adereços de cabeça e outros tipos de acessórios que também seriam utilizados na apresentação. Os cocares feitos com penas maiores são utilizados pelas lideranças e as menores, pelas crianças. Enquanto isso fui conversando com as mulheres, reunidas em torno de uma fogueira improvisada e da qual eles utilizavam tições para acender seus cachimbos, notadamente usados por todos, inclusive crianças, sob a alegação de que ajudam na concentração. Aos poucos o grupo foi se reunindo numa roda no centro da lareira e subitamente começaram a percorrer a área em círculos entoando canções e tocando maracas. A formação era predominantemente masculina, mas algumas meninas e mulheres também acompanhavam a roda, na parte externa do grupo. Depois de um intervalo, ouve-se vindo de lugar mais afastado, dois jovens irmãos tocando cada um, um búzio, espécie de flauta comprida feita de madeira enfeitada e utilizadas em rituais de cura. Numa coreografia ritmada, aproximam-se do restante do grupo que os recebe tocando as maracas e apitos, enquanto entoam canções sincopadas. Na sequência, os dois percorrem também em círculo o espaço aberto, sendo acompanhados, depois, pelos demais integrantes do grupo, com a mesma estrutura, homens no centro e mulheres no círculo externo. Ao final e simultaneamente, alguns dos convidados são chamados a se incorporar à roda. Uma hora depois de iniciada, a dança se encerra e Suriana, uma das lideranças femininas da comunidade profere algumas palavras de agradecimento, ao mesmo tempo em que faz um apelo aos convidados para que não esqueçam o povo Aconã.

## **TERRITÓRIO INDÍGENA KARIRI-XOKÓ**

Durante a Expedição de 2022, não conseguimos visitar a comunidade, cujos integrantes se encontravam recolhida para realização do ritual do Ouricuri. Em 2023 visitamos a residência de Pawanã Crody Kariri, localizada no aldeamento Kariri-Xocó, situado na periferia do município de Porto Real do Colégio/AL, onde fomos recepcionados por sua esposa Nary, que nos apresentou mostrou o artesanato produzido por ela e sua

família e que ela costuma comercializar em cidades maiores como Maceió e Aracaju, principalmente. Foi ela quem nos conduziu ao Centro Cultural Sabuká Kariri Xocó, um espaço amplo de reunião do grupo, com várias casas de alvenaria, salão central e cozinha coletiva e alojamentos.

Pawanã nos falou da importância desse espaço de convivência para a realização das vivências do grupo e de cursos oferecidos aos visitantes interessados. Conta que o lugar foi construído com apoio de organizações belga e italiana.

Depois de apresentar as instalações, Pawanã convidou o grupo de expedicionários presentes na ocasião para participar do ritual do pôr do sol, durante o qual ele e um parente seu, entoaram canções na língua nativa de agradecimento pelo dia que se findava, enquanto contemplavam do crepúsculo. Enquanto assistíamos o ritual, sentados num banco de madeira, fomos convidados a compartilhar do pauí, cachimbo que foi passado de mão em mão entre os presentes. Segundo Pawanã, trata-se de uns principais instrumentos utilizados nos rituais indígenas da região, porquanto auxilia os que usam, acesso ao mundo espiritual. O ritual se encerra com o uso de apitos, cujos sons se assemelham aos cantos dos pássaros e com quem, segundo Pawanã, eles estão em constante comunicação.

## **TERRITÓRIOS DE OCUPAÇÃO RECENTE**

### **FAMÍLIAS ASSENTADAS E ACAMPADAS**

O assentamento Gastone Beltrão (Chico Mendes) localiza-se no município de Olho d'Água do Casado/AL situado na microrregião alagoana do Sertão do São Francisco e dentro do perímetro do semiárido brasileiro. Embora fora do roteiro da Expedição, que previa apenas os municípios localizados às margens do rio, a visita ao assentamento mostrou-se extremamente útil pois possibilitou compreender as dinâmicas socioculturais em territórios que foram ou estão em processo declarado de disputa fundiário. O acesso ao local foi facilitado pela presença do engenheiro da antiga EMATER que presta assistência técnica às comunidades locais. No local se encontravam José da Silva Santos, mais conhecido como Zé Neto, jovem liderança do Movimento dos Sem Terra no Alto Sertão.

Zé Neto tem 29 anos e durante a entrevista falou sobre as formas de exploração da terra, falou do plantio feijão, do mil e da palma, principalmente, voltada para a criação do gado leiteiro. No assentamento também se verifica a criação de galinhas, porcos e ovelhas. Atualmente vem se desenvolvendo no local a apicultura e fabricação do mel.

A proximidade do rio, não é suficiente para suprir o problema decorrente da falta d'água. Outra ameaça constante diz respeito ao fato de os assentamentos, principalmente o Nova Esperança, estarem localizados em área, atualmente, muito valorizada turisticamente, pela proximidade do Portal dos Cânions, os quais têm atraído a atenção de especuladores, interessados na compra de lotes, gerando inúmeros conflitos entre assentados e não assentados.

### **ACAMPAMENTO ESTRELA**

Para efeito de comparação, importante citar a visita ao acampamento Estrela, no município de Propriá/SE, realizada durante a Expedição de 2022. Também lá o acesso foi possibilitado pelos técnicos em agropecuária e contratados da EMATER, os quais prestam na comunidade assistência às famílias cadastradas no Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar, orientando, avaliando e encaminhando integrantes das unidades cadastradas para obtenção do financiamento, sobretudo em áreas mais carentes com os acampamentos do MST.

Manuel Messias Nogueira da Cruz é um dos agricultores que exploram economicamente a unidade. Na tarefa por ele utilizada, embora ainda não demarcada,

encontram-se vários tipos de fruteiras e de animais como galinhas, pato e porco, além de um apiário. Ali também existe um poço onde são criados peixes como tilápia, tambaqui e tambacu. Manuel conhece bem a região, pois trabalhou durante 20 anos para famílias abastadas da região. O lugar onde se encontra o acampamento era uma mineradora, hoje abandonada. Junto com ele estão instaladas ali 150 famílias.

## COMUNIDADES ARTESÃS

### ILHA DO FERRO

A Ilha do Ferro é um povoado do município de Pão de Açúcar/AL, segunda parada da Expedição de 2022 e do qual está distante 15 Km. Na ocasião, o acesso ao povoado continuava complicado por conta das fortes chuvas que caíram no último inverno e que destruíram a ponte sobre o riacho Grande, a única que permite a ligação com a sede do município .

O povoado ganhou maior notoriedade desde que a produção artesanal local passou a ser noticiada na mídia alagoana e nacional, e a ser exibida em feiras e exposições fora do estado. A modalidade mais conhecida é o bordado conhecido por “Boa-noite”, praticada eminentemente pelas mulheres da comunidade e cuja denominação advém, de uma flor nativa da Ilha do Ferro. A origem se perde no tempo, mas para alguns estudiosos, sua introdução na comunidade foi feita por intermédio da artesã dona Ernestina, nos idos dos anos 1940, que teria aprendido a fazer a renda em Sergipe (ROCHA, 2017, p. 399) . A outra modalidade artesanal de grande reputação na localidade e fora dali são as esculturas, produzidas com madeira antes encontrada na região e que hoje são encomendadas em outros municípios.

Com pouco mais de 400 habitantes, além de principal polo artesanal no Estado, o povoado também tem se tornado importante polo de atração de artistas plásticos e colecionadores, que acorrem ao local, não apenas para passagens rápidas em casas de temporada, mas também para fixar residência permanente, como a museóloga Cármen Lucia Dantas que também já foi secretária de Cultura do Estado de Alagoas e publicou diversas obras sobre aspectos da cultura e do folclore alagoano. Na conversa obtida, ela revelou ter sido uma das organizadoras, juntamente com o fotógrafo Celso Brandão e o artista plástico Rogério Gomes da exposição sobre Alagoas no Moseo Sant’Egidio, em Roma, a qual continha elementos do artesanato da Ilha do Ferro (LINS, 2021, p. 53).

O primeiro artesão entrevistado foi José Alvaci, mais conhecido como Zé Crente, o qual informou que começou a trabalhar com esculturas por influência do pai que construía barcos. Essa associação da atividade artística com a construção naval, remete inevitavelmente à proximidade do Rio São Francisco com suas histórias de naufrágios, de fluxo de passageiros e de corridas de barcos à vela, categoria de transporte característica do Baixo antes do advento das embarcações a motor. “Esse passado naval explica o grande número de artesãos que começaram a vida nos muitos estaleiros ao longo dos povoados ribeirinhos. Muitos também eram os construtores das armações de madeira, estruturas depois ‘tapadas’ com barro, originando as casas de taipa, cobertas originalmente com palha” (ALAGOAS, 2022, p. 129).

Na sequência, visitamos o ateliê de Mestre Aberaldo, talvez o artista mais conhecido da Ilha. Como em vários outros casos na comunidade, sua habilidade com a madeira tem início por influência da própria família, cujos antepassados eram exímios carpinteiros, como seu avô e seu pai, mestres na construção de casas, currais, carros de boi, mas principalmente canoas de tolda. Ele informa que começou construindo canoas de brinquedo, estendendo a variedade de objetos para os bonecos e ex-votos. Como em outros relatos obtidos, o tipo de madeira mais comumente trabalhada é o mulungu e a imburana, espécie mais rara, mas ainda encontrada na região.

A atividade artesã surge como alternativa ao trabalho na roça e à própria construção de barcos, às quais a maioria desses artesãos foi forçado em razão do baixo nível de instrução e do fato de terem sido inicialmente forçados a abandonar mais cedo os bancos da escola para ajudar os pais no trabalho na roça e na pesca.

No amplo terreno onde se localiza sua oficina, e que o Mestre Aberaldo divide com sua esposa, Dona Vana e dois filhos dos seus quatro filhos, eles construíram uma pousada para receber “amigos de Maceió”, como eles chamam os artistas e colecionadores que costumam frequentar a comunidade e que antes se hospedavam nas casas das famílias locais. D. Vana, que também é artesão, conta que sua função consiste na confecção de panos de prato, descanso de copo e jogo americano com o Bordado Meia-Noite, uma tradição que pratica desde os 10 anos de idade e que herdou de sua mãe, que por sua vez recebeu de sua avó.

Em 2023 Retornamos à Ilha do Ferro, desta vez com um grupo maior que foi acompanhado pelo secretário de Administração e Gestão do Planejamento do Município de Pão de Açúcar, que nos conduziu à sede da associação das artesãs de Ilha do Ferro, conhecido como Espaço Art Ilha Artesanato Bordado Boa Noite, onde já se encontrava uma boa parte das rendeiras e alguns poucos escultores. A finalidade do encontro era conversar sobre a possibilidade de incluir a comunidade no Projeto de Identificação Geográfica, que Alexandre Vasconcelos e Tatiane Balliano, membros da Expedição, ficaram responsáveis por apresentar às artesãs. Após a reunião, conversei com André Fontes Torres, mais conhecido no local como Dedé, cujos trabalhos com madeira muito contribuíram para obter a notoriedade que a ilha possui hoje nacionalmente. Ele falou sobre as origens do artesanato no povoado, que se iniciou com a contribuição de Fernando Rodrigues dos Santos, “o patriarca” que começou fabricando tamancos e construindo bancos com a restos da árvore derrubada para construção da estrada que liga o povoado ao município de Pão de Açúcar em 1982 e que passava em frente à sua casa. Foi com os troncos desse mulungu que ele construiu os bancos que mobiliaram o Bar Redondo de sua propriedade. Depois disso seu Fernando começou a construir também tamancos e cabeças (carrancas). Depois do seu falecimento, o atelier dele, chamado “boca de vento”, foi assumido por seu genro e dois de seus netos, inclusive, Camile Souza, a primeira mulher da comunidade a tratar com madeira, a qual tem servido de inspiração a outras mulheres que ingressaram na atividade, antes exclusivamente reservada aos homens. Atualmente essas mulheres invertem a clássica divisão sexual das tarefas entre gêneros que organiza a vida dos moradores locais, a qual estabelece dois campos separados de atividade: homens esculpem com madeira e mulheres dedicam-se ao bordado.

Dedé tem três filhos, todos eles dedicados também ao trabalho com madeira, inclusive sua filha caçula, Raquel, de 7 anos que já se arrisca no trabalho artístico, pintando os pássaros de madeira que seus dois irmãos mais velhos fabricam. Todos eles aprenderam o ofício com o pai, que os incentivou fornecendo materiais, que antes eram utilizados na fabricação de canoas. Os principais tipos de madeira utilizados são, além do mulungu encontrado abundantemente nas margens do rio, pereiro, galhos secos da caatinga, imburana ainda encontrada na região ou trazidas de fora sob encomenda. Por conta da tendência ao escasseamento dessa matéria prima, Dedé, como outros artesão da localidade, assumiram um discurso favorável ao reflorestamento, ele próprio tendo reservado um terreno herdado do seu pai para esse fim.

A associação dos artesãos em madeira chama-se Ilha das Árvores, cujo presidente atual é Yang, filho de Petrônio Farias, de quem herdou a veia artística.

## **SANTANA DO SÃO FRANCISCO, ANTIGO POVOADO DE CARRAPICHO**

Somente na Expedição de 2023, visitamos, eu e Alexandre Vasconcelos, o município de Santana do São Francisco, antigamente conhecido como Carrapicho, situado na margem sergipana, na altura do município de Penedo. Trata-se de uma comunidade

responsável pela produção de um tipo de artesanato de cerâmica característico e comercializado nos pontos turísticos e feiras das principais capitais no Nordeste.

Na ocasião visitamos a oficina dos irmãos Soares, nove ao todo, Lourenço, Joaquim, Tiago, Daniel, Antonio, Jacó, Davi, Ivan e Juca, filhos do mestre Soarino, famoso construtor de canoas e de barcos de corrida da região. Seus filhos hoje se dedicam à produção de peças em argila, tomando como modelo, figuras regionais como Lampião. Cada um deles se responsabiliza por uma etapa da produção ou por um modelo específico de objeto. São as histórias desses personagens retratados que servem de inspiração. Quanto um personagem se torna muito popular eles fabricam uma peça matriz num molde de gesso que vai possibilitar a reprodução em série.

Daniel conta que o pioneiro nesse tipo de arte no município foi um português de nome João Henrique da Costa, mais conhecido como Zé Igreja que montou a primeira fábrica no povoado, embora ele tenha se instalado inicialmente no Barro Vermelho, bairro da cidade de Penedo famoso pela qualidade da argila lá encontrada e da grande quantidade de olarias existentes no passado.

Daniel Soares conta que aprendeu esse tipo de arte quando ainda era criança, observando os mais antigos. Quanto às mulheres, ele informa que elas se dedicam mais às etapas de finalização, com a pintura e envelhecimento das peças, embora homens também façam esse tipo de acabamento, como Lourenço um dos irmãos da família Soares e com quem também conversamos em nossa visita à oficina.

Na ocasião da visita ao município conversamos também com Wilson de Carvalho, mais conhecido localmente por Capilé. O pai era barqueiro e fazia transporte de mercadorias pelo São Francisco, comercializando peças utilitárias como cabaça, moringa, potes e vasos de plantas em Propriá, principalmente. Com o declínio econômico desta cidade, o foco volta-se para Penedo, entreposto comercial entre o rio e os municípios do sertão, cujas embarcações levavam açúcar e traziam cal e paralelepípedo dessas cidades do interior, tudo feito através de chatas, irmãs menores das canoas de tolda. A partir da década de 1990, começa a se verificar também uma alteração no tipo de artesanato comercializado, com a introdução de miniaturas de cerâmica por intermédio dos irmãos Freitas, Antonio, Gama e João, este último pai do artista Beto Freitas, mais conhecido como Beto Pezão, cujas peças concorreram para tornar o artesanato do povoado Carrapicho conhecido nacionalmente.

A inserção de Capilé nesse mercado artístico começa com o mestre Sorino, esposo de sua tia e pai dos irmãos Soares, e com quem aprendeu a fazer réplicas de chaleiras, bules e compoteiras, que eram os objetos com os quais seu tio pagava o serviço que ele prestava de amassar o barro. Hoje Capilé considera que superou o mestre, uma vez que seu artesanato é superior, não apenas em qualidade, mas também em tamanho dos objetos. Sua produção caracteriza-se pelo fabrico de esculturas de tamanho natural, a exemplo das figuras do presépio, sua marca principal, e as imagens sagradas, como a Senhora Santana, padroeira do município, cujo exemplar se encontra no nicho da entrada da cidade e a imagem de Nossa Senhora da Saúde do povoado vizinho de mesmo nome. Ele também fabrica, quando encomendado, imagens de orixás, a exemplo do Exu africano que localizamos na sua oficina.

Ele conta que todo o processo criativo é de sua inteira responsabilidade e que executa sozinho todas as etapas da fabricação. Seus filhos, a maior parte deles residindo fora, não deram continuidade à profissão do pai, embora tenham adquirido a habilidade artística durante o período em que com ele conviviam na infância e sejam capazes de demonstrá-lo quando solicitados.

Antes de deixarmos o município para voltar pra Penedo, passamos pelo Centro Comercial de Artesanato do município onde é comercializada a produção dos artistas locais e até de municípios vizinhos, cuja característica criativa se confunde com a local.

## “ESTAÇÃO CANGAÇO” DE PIRANHAS/AL

O terceiro grupo de artesãs visitadas no circuito da Expedição, aconteceu em 2023 e pertence ao município de Piranhas/AL. Trata-se da Associação “Estação Cangaço”, integrado exclusivamente por mulheres dedicadas ao fabrico de peças artesanais feitas com coró de tilápia. Não localizamos, em todo roteiro da expedição, qualquer outra localidade ou grupo que produzisse materiais com esse tipo de material.

A sede funciona em um galpão, cujo aluguel é pago pela prefeitura de Piranhas/AL, situação que deixa as artesãs em situação de muita vulnerabilidade profissional, uma vez que sempre estão na dependência da boa vontade dos novos gestores públicos, quando há substituição de mandato. As condições desconfortáveis de trabalho também são objeto de queixa por parte das artesãs que não desfrutam de um ambiente fresco para exercerem suas atividades laborais.

Na parte anterior do galpão, situa-se a parte principal da oficina, com suas quatro máquinas de costura e uma quinta que é utilizada para esticar as peles, além de uma grande mesa posta no centro onde as peças são cortadas. Ali também se encontra exposta parte das peças fabricadas e que são comercializadas por elas mesmas. Nos fundos do prédio, encontram-se dois ambientes voltados para o tratamento da pele, o último deles, o próprio banheiro da associação, onde as peles são conservadas dentro de tinas com água e amônia.

Na ocasião da visita, encontramos todas as artesãs da associação, inclusive a presidente Jussara, a qual assume a função em regime de rodízio com as outras companheiras de trabalho. Contudo, quem prestou as maiores informações sobre a associação foi Josinete, que também já a presidiu. Ela nos contou que a associação foi fundada em 2007 e que atualmente é formada por 7 mulheres. Apenas um homem, o marido da própria Josinete, presta assistência à Associação, fazendo serviços de reparo e conserto do maquinário.

Luzinete tratou do regime de trabalho das artesãs, as quais dedicam boa parte do seu tempo livre ao trabalho de produção artesanal (segunda à sexta, das 8 às 12 e das 14 às 18 horas). O resultado do produto é dividido entre todas de forma equitativa. Ela conta que no passado as associadas tiveram muitos problemas com o sistema de divisão dos lucros em função da produção individual de cada uma. As artesãs que não tinham seus produtos comercializados nas feiras de que participavam, sentiam-se prejudicadas. O novo modelo de divisão total e equitativo parece ter contribuído para diminuir os conflitos entre as trabalhadoras.

Josinete relata que hoje os desentendimentos são comuns, mas não a ponto de comprometer o espírito de coletividade do grupo e ressalta que são as relações de solidariedade e apoio mútuo que caracterizam o trabalho coletivo na Associação. Todas as artesãs presentes na ocasião foram unânimes em reforçar o aspecto familiar da Associação. Elas se consideram fazendo parte de uma grande família, cujas integrantes estão sempre de prontidão para prestar assistência às companheiras em situação de maior vulnerabilidade.

Adriana nos levou para conhecer as instalações da oficina e as etapas de produção. Enquanto fazia isso nos explicou que o material utilizado na produção das peças advém de comerciantes de filé de tilápia de Canindé/SE, cujas peles eram descartadas sem qualquer preocupação com os prejuízos no meio ambiente. A parceria, além de assegurar um destino ecológico para os resíduos, garante uma fonte de renda criativa para as mulheres artesãs de Piranhas/AL.

A orientação para utilização desse tipo de matéria foi dada pelo SEBRAE, que teve a responsabilidade de reunir as artesãs interessadas para receber a formação necessária à produção. Boa parte das atuais integrantes da Associação já tinham alguma atuação no ramo artesanal, embora com a produção de peças de menor valor econômico.

Além do couro da tilápia, as artesãs de Piranhas também usam o coró de bode,



proveniente do município de Cabaceiras. Quanto ao couro de tilápia, o processo se inicia com a conservação in natura no congelador por pelo menos 3 dias. Na sequência, o material é descongelado, envolto em cal e depois imerso em uma tina com água, casca de angico e amônia onde permanece por volta de 30 a 40 dias. O cheiro no ambiente fica impregnado por essa infusão.

Depois desse período, as peles assumem uma coloração avermelhada. Elas são lavadas com água abundante, numa bancada de granito contendo quatro torneiras, cujos dejetos são lançados no quintal da sede que não possui rede de esgoto e encanamento. A atividade complementar dessa etapa de limpeza das peles, consiste na retirada com facas peixeira dos vestígios que restaram na parte posterior da pele. Só depois de todo esse processo, as peças são postas para secar, no interior da própria sede, em área coberta, para evitar a luz do sol que pode pigmentar o material e inutiliza-lo.

Quando cumpridas todas essas etapas, as peles curtidas são transformadas em arte. Com o uso de moldes, são feitos os desenhos, principalmente as flores de mandacaru, símbolo máximo da Associação. Mais recentemente as artesãs vêm ampliando o leque de desenhos para incorporar também desenhos das casas características da paisagem urbana de Piranhas/AL e cartão postal da cidade, além das tranças feitas com o couro de bode usadas como adereços complementares nas peças fabricadas por elas, como bolsas, porta moedas, sapatos e sandálias.

Os instrumentos de trabalho utilizados pelas artesãs variam entre martelo, canivete, faca, cola, tecido, tesoura e as próprias máquinas de costura. Depois de realizada a entrevista, fica-se com a sensação de que as artesãs exercem um trabalho muito árduo, pouco reconhecido e cuja remuneração não corresponde ao esforço empreendido, embora seja perceptível a satisfação que elas demonstram no desenvolvimento da atividade. O discurso corrente é o de que, embora o lucro seja baixo, elas nunca passam dificuldade financeira.

## **ASSOCIAÇÃO DE PESCADORES**

### **COMUNIDADES DE PESCADORES**

No que diz respeito às comunidades pesqueiras, na edição de 2022 da Expedição, conversamos com integrantes das colônias de três municípios: Pão de Açúcar/AL, Gararu/SE e Piaçabuçu/AL. No primeiro, os pescadores foram convidados a visitar as embarcações da Expedição, numa das quais foi feita a reunião com eles, para instruí-los sobre a pesquisa com implantação de chips nos peixes para monitoramento das espécies. Na ocasião, conversamos com três pescadoras e um pescador aposentado. Os depoimentos delas reportam sempre as dificuldades com a atividade pesqueira, sobretudo em função de serem mulheres, o que exige, muitas vezes, serem acompanhadas pelos maridos e filhos. Duas das pescadoras entrevistadas também comercializam o peixe pescado na feira, ou seja, são “cambistas”. Na maioria, a pesca realizada pelas mulheres é feita como vara e anzol, embora, às vezes, mas raramente, usem também a rede. A atividade é realizada em botes a motor, e o período preferido é quando a lua é nova, que torna o ambiente mais escuro. Quanto ao período do ano, todas afirmam que só pescam entre março e outubro, uma vez que entre novembro e fevereiro é o período da piracema quando todos os pescadores colonizados recebem o seguro defeso, equivalente a quatro meses de salário-mínimo.

Notamos ser recorrente no discurso delas e, principalmente para o pescador aposentado, as queixas com relação à atividade, decorrente, sobretudo, da diminuição dos peixes no rio. O Sr. Claudionor, de 68 anos, mostrou-se preocupado com as gerações futuras dos ribeirinhos, pois apesar da propalada riqueza do rio, hoje, muita gente já passa fome na região. O mesmo tom também se verifica no discurso dos pescadores da Colônia 218, no município Gararu/SE, com os quais nos reunimos no Clube Municipal. O

mote da reunião era instruir os pescadores sobre o monitoramento dos peixes do São Francisco. Na ocasião, conversamos com Aragão, comerciante no município que também se queixou da precariedade do trabalho na pesca e da necessidade de criar alternativas de emprego que não acomode os moradores em torno de políticas públicas e programas de renda. Também entrevistamos o vereador Valdinho, pescador desde os 12 anos, assim como todos de sua família. Ele fez menção à escassez de peixes no rio na atualidade e o desaparecimento de algumas espécies, inclusive, em decorrência da ação do homem. Culpa os gestores por isso e acredita que somente um projeto educacional nas escolas poderia reverter a situação descrita.

As queixas não parecem tão frequentes na Colônia de Pescadores de Piaçabuçu/AL, onde a escassez não é notada, talvez pela proximidade da foz do São Francisco. No local, conversamos com Adielson, e José Ataíde, conhecidos como Maribondo e Vanderson Santos, vulgo Pitão, todos pescadores desde sempre. Aprenderam com os pais e praticam a pesca desde a infância o que prejudicou a continuidade dos estudos. Além da pesca, dedicam-se também a atividades extras para complementação da renda, como é o caso de Maribondo que também fabrica remos e canoas de madeira. Na ocasião, também conversei conversamos com D. Zezé, merendeira, embora também se declare colonizada.

Dedica-se ao fabrico de malhas para pesca de camarões (puçá) e de peixes (malha trinta), além de também trabalhar limpando peixes.

Na colônia de Piaçabuçu/AL, pudemos também obter informações sobre a realização dos festejos em homenagem ao Bom Jesus dos Navegantes, padroeiro de quase todos os municípios do Baixo São Francisco, os quais disputam em termos de ostentação e grandiosidade das procissões. Em Piaçabuçu, por exemplo, a festa acontece no quarto domingo de janeiro. A ordem das comemorações nos municípios do Baixo São Francisco que homenageiam o padroeiro nos domingos do mês de janeiro é a que segue: Neópolis, Penedo/Pão de Açúcar; Ilha da Flores, Piaçabuçu e Brejo Grande. Às vezes, as celebrações extrapolam o mês de janeiro e estende-se até março. Além da procissão, que percorrem vastas extensões do rio com a imagem do padroeiro, as comemorações também incluem as corridas de barcos e canoa, competições que atraem moradores e concorrentes de várias localidades ribeirinhas do São Francisco. O trajeto das corridas no trecho de Piaçabuçu, sai do Cabeço até o Porto da Banca no município. Os vencedores são premiados com troféus e dinheiro.

## CONCLUSÃO

Este relatório buscou refletir sobre “encontros itinerários” (Cf. Clifford, 1999) e caminhadas ao longo de cidades, povoados e sítios localizados ao longo de todo o baixo São Francisco, região coberta pela Expedição Científica do Baixo São Francisco, cujas últimas edições, 2022 e 2023, pude acompanhar na condição de antropólogo. Dessa forma, este relato etnográfico buscou descrever essa experiência itinerante.

Evidentemente este relatório não comporta na totalidade a riqueza da experiência vivenciada durante as duas edições da Expedição Científica do Baixo São Francisco. Alguns temas foram priorizados no tratamento aqui reservado, como as visitas às populações quilombolas, por exemplo. Percorri também ao longo das duas expedições, setes comunidades remanescentes de quilombo, dois territórios indígenas, três comunidades de artesãos, um assentamento, um acampamento e várias associações de pescadores. Embora o espaço de tempo disponível para permanência em cada comunidade fosse bastante exíguo, o material recolhido permitiu uma descrição rica sobre as comunidades visitadas, ainda que com recorte mais reduzido do que o desejado. Nota-se, à medida que o relato vai se construindo, que é possível selecionar comunidades estratégicas, representativas de um certo conjunto de modos de vida e de visões de mundo coletivas dessa população ribeirinha e com isso, realizar uma leitura significativa do conjunto.

Ao longo da Expedição, algumas tendências são mais flagrantes aos olhos do antropólogo. Nos trechos iniciais, por exemplo, despontam mais queixas associadas à qualidade de vida das águas do São Francisco e sobre o desaparecimento das espécies nativas responsáveis pelo sustento das populações locais. Todos clamam por políticas públicas capazes de reverter esse quadro que promete se agravar ainda mais, comprometendo o destino de gerações futuras.

Outro aspecto que ressalta e que se relaciona particularmente aos territórios tradicionais, diz respeito às retóricas de perdas, de resistência e de lutas cotidianas para assegurar a essas populações originárias e quilombolas o direito à terra. Trata-se de percursos históricos árduos, mas coroados de conquistas e reconhecimentos legais, que dão a outras populações em processos semelhantes de combate, esperanças de dias melhores.

Um terceiro aspecto a destacar, e que escapa um pouco a esse cotidiano de denúncias, lutas e resistências diz respeito ao aspecto festivo presente em todas essas comunidades ribeirinhas. O circuito de festas do Bom Jesus dos Navegantes, por exemplo, mobiliza inúmeras comunidades situadas ao longo do Vale do São Francisco, apresentando-se como verdadeiro patrimônio imaterial dessas populações tradicionais que habitam suas margens.

Enfim, a investida antropológica na Expedição faz perceber que a riqueza do São Francisco não reside apenas nos seus elementos naturais, representados pelas condições climáticas, os tipos de relevos ou pela fauna e flora localizadas na região, mas principalmente, pelas dinâmicas socioculturais produzidas a partir do encontro, das trocas e da convivência dos ribeirinhos que residem nas imediações do rio ou moradores que habitam áreas mais afastadas do leito. Daí a importância desse aporte antropológico para entendimento desse aspecto fundamental na compreensão da manutenção do rio.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

ALAGOAS, memória das mãos. Maceió, GrafMarques, 2022. ALMEIDA, Gabriel Antunes Ferreira de. A. F. de. Retórica do caminhar, uma geografia poética. Aletria: Revista de Estudos de Literatura, 28(3), 2018, p. 135-148.

ARRUTI, José Mauricio. Mocambo: Antropologia e história do processo de formação quilombola. Bauru: Edusc, 2006.

BONFIM, Wellington de Jesus Bomfim. A “Luta pela Terra” no processo de regularização fundiária de Território Quilombola: o caso da comunidade Brejão dos Negros/SE. São Cristóvão: UFS, 2017. Tese (Doutorado em Sociologia)

BRANDÃO, T. Folguedos Natalinos. Universidade Federal de Alagoas, Museu Théo Brandão. 3ª edição, 2003.

CELEBRAÇÕES e saberes da cultura popular: pesquisa, inventário, crítica, perspectivas. Rio de Janeiro: Funarte, 2004. (Encontros e estudos 5).

CERTEAU, Michel de. Caminhando na cidade. A invenção do cotidiano. Arte do fazer. Petrópolis. Vozes, 1994

CLIFFORD, James. Itinerarios transculturales. Barcelona: Gedisa editorial, 1999.

HOHENTHAL JR, Wilhelm D. As tribos indígenas do médio e baixo São Francisco. Revista do Museu Paulista, v. 12, p. 37-71, 1960.

LINS, Artur André. Artesanato e capitalismo : o caso da Ilha do Ferro (Alagoas). - Campinas: UNICAMP, 2021 (Dissertação de Mestrado).

MENDES, Dulce Santoro. Com um te botaram com dois eu te tiro! Um estudo sobre as benzedeadas e dos benzedeados moradores das comunidades quilombolas de Igreja Nova - Alagoas. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017. (Tese de doutorado).

NAUAR, Ana Lúcia. Relatório Antropológico. Território Remanescente de Quilombo Brejão dos Negros, Sergipe. MDA/INCRA-SE/DOEF/SRTQ, 2013.

PANTOJA, Ana Lúcia Nauar. Relatório Antropológico. Território Remanescente de Quilombo Brejão dos Negros, Sergipe. MDA/INCRA-SE/DOEF/SRTQ, 2013.

PROGRAMA de Valorização da Cultura Afro-Brasileira na LT 230 KV Nossa Senhora do Socorro/Penedo. Diagnostico Rápido Participativo (DRP). Maceió: Fundação Apolônio Sales, 2020. RIBEIRO, Ruth Paes. Rede quilombola de Sergipe e organização política da CEMQS. Aceno, Vol. 3, N. 6, p. 159-175. Ago. a Dez. de 2016.

# 15. ARQUEOLOGIA SUBAQUÁTICA NAS EXPEDIÇÕES CIENTÍFICAS DO BAIXO RIO SÃO FRANCISCO: PAISAGENS E LONGA DURAÇÃO

**Área de conhecimento:** Arqueologia Subaquática.

Paulo Fernando Bava de Camargo <sup>1</sup>

Luis Felipe Freire Dantas Santos <sup>2</sup>

Gilson Rambelli<sup>3</sup>

## RESUMO

Neste capítulo apresenta-se a contribuição da equipe de Arqueologia subaquática, do Laboratório de Arqueologia de Ambientes Aquáticos da Universidade Federal de Sergipe, para a 5ª e a 6ª Expedição Científica do Baixo São Francisco. Seguindo um programa iniciado ainda na primeira década deste século – o desenvolvimento de uma Carta Arqueológica do Patrimônio Cultural Subaquático – obteve-se resultados consistentes para a pesquisa e gestão dos bens submersos e à beira d'água desse fundamental rio brasileiro. Foram monitorados contextos arqueológicos previamente localizados e registrados no Velho Chico/ Opará, principalmente com relação ao seu estado de conservação. Em paralelo, mais dados científicos foram obtidos de alguns desses sítios já conhecidos. O contato mais amplo com os/as barranqueiros/as (como a população ribeirinha é denominada) permitiu a coleta de novos dados sobre contextos arqueológicos potenciais. Agora, com a pausa das atividades da Expedição, resta processar os dados e criar ferramentas que permitam interpretar e gerenciar os bens culturais de forma a transformar positivamente a vida da população que vive com o Velho Opará.

**Palavras-chave:** Arqueologia de Ambientes Aquáticos, Arqueologia subaquática, Patrimônio Cultural Subaquático, Carta Arqueológica, Sítio Arqueológico de Naufrágio

---

1 Professor do Departamento de Arqueologia (DARQ) e do Programa de Pós-Graduação em Arqueologia (PROARQ) da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Coordenador adjunto do Laboratório de Arqueologia de Ambientes Aquáticos da Universidade Federal de Sergipe (LAAA).

2 Bolsista de pós-doutorado CAPES (PDPG-POSDOC) do Programa de Pós-Graduação em Arqueologia da Universidade Federal de Sergipe (PROARQ/UFS). Pesquisador do LAAA/UFS.

3 Professor do DARQ e do PROARQ/UFS. Coordenador do LAAA/UFS.

## INTRODUÇÃO

Nas duas décadas precedentes, iniciativas de levantamento e mapeamento do Patrimônio Cultural Subaquático (PCS) na região do baixo rio São Francisco (BSF), especialmente à jusante da hidrelétrica de Xingó vêm sendo desenvolvidas através da comunhão de diversas instituições, a maior parte delas de ensino e pesquisa públicas. Dentro desse quadro está o Laboratório de Arqueologia de Ambientes Aquáticos (LAAA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), que em razão dessa parceria com a Universidade Federal de Alagoas (UFAL) tem-se dedicado à pesquisa, ensino e extensão, bem como à proposição de formas de gerenciamento dos recursos culturais da região. Visa-se, assim, uma gradual – mas infelizmente lenta – melhora nas condições de preservação dos remanescentes arqueológicos parcial ou totalmente submersos. Isso exige, de forma muito clara, quatro ações dentro do escopo científico da atuação do LAAA no BSF: pesquisa in situ, extroversão do conhecimento para a sociedade – sendo as comunidades ribeirinhas prioritárias nesse processo – monitoramento do estado de conservação dos bens e a parametrização para as ações de salvaguarda das autoridades competentes. Busca-se fazer uma Arqueologia engajada e que não esteja voltada somente para o entendimento do passado (muitas vezes idealizado), mas que também proponha caminhos para uma real apropriação do espaço são-franciscano com justiça social e qualidade ambiental (Ferreira, 2005).

Os panoramas arqueológicos do BSF começaram a ser investigados majoritariamente em função do Projeto Arqueológico de Xingó (PAX), que se estendeu de 1988 até o início deste século, tendo identificado mais de duas centenas de sítios arqueológicos em Sergipe, Alagoas e Bahia, em decorrência das ações arqueológicas voltadas ao licenciamento ambiental da usina hidrelétrica de Xingó. Foi o PAX que deu visibilidade nacional aos remanescentes arqueológicos da região, com destaque aqueles ligados à ocupação pré-colonial, sem, contudo, aproximar a cultura material desses povos ribeirinhos ancestrais do ambiente aquático são-franciscano (Santos, 2013). Apesar dessa lacuna de vinculação de culturas pretéritas ao meio aquático, o legado do PAX é robusto: o Museu Arqueológico de Xingó (MAX), surgido do PAX, mantém-se como instituição fundamental para ensino, pesquisa e extensão, dispondo hoje de condições de basilares para endossar trabalhos arqueológicos subaquáticos.

Apesar desse pioneirismo arqueológico do PAX, as ações diretamente vinculadas ao PCS, contudo, começam em fins da primeira década deste século, com uma investigação sobre acervos arqueológicos oriundos de pilhagens de bens culturais submersos (Relatório, 2009) e uma primeira abordagem arqueológica do farol do Rio São Francisco do Norte (popularmente conhecido como farol do Cabeço), equipamento oitocentista de sinalização náutica que hoje se encontra parcialmente tombado, nas águas da foz do rio, em função do processo erosivo marinho, potencializado desde a entrada em funcionamento da hidrelétrica de Xingó (Ribeiro Júnior; Rambelli, 2012).

Essas iniciativas colocaram o LAAA como um dos protagonistas na arqueologia subaquática da região e culminaram na dissertação de mestrado L. F. Santos (2013). Após breve hiato (no qual predominaram ações de readequação de gestão e estrutura do MAX), o LAAA retorna ao São Francisco em 2016, através de projeto voltado em especial ao passado pré-colonial do Opará (Almeida; Klokler, 2016), mas também atuando por sete anos na Fiscalização Preventiva Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (FPI), força tarefa dirigida pelos Ministérios Públicos Estadual e Federal de Sergipe (Bava-de-Camargo; Santos, 2022; Bava-de-Camargo; Duran, 2019, com referências anteriores).

Em concomitância com a FPI, a UFS foi convidada a participar das Expedições Científicas da UFAL, a partir de 2020, o que permitiu ao LAAA outra oportunidade de manter as atividades de prospecção e monitoramento do PCS do rio São Francisco (Rambelli; Duran, 2022). De forma potencialmente inovadora, pôde-se incrementar ações educativas e desenvolver abordagens vinculadas a uma visão de meio ambiente integrado

do BSF com vistas a, em um futuro que de forma taxativa não pode estar distante, criar ferramentas de gestão que integrem sociedade, PCS e meio ambiente para administrar a sobrevivência da Humanidade, atuando diretamente para atingir alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) na Década do Oceano.

## **DESENVOLVIMENTO (Metodologia e Resultado)**

A primeira ação, dentro desse quadro apresentado acima, deve ser a localização, mapeamento e registro dos bens culturais, atividade basilar desenvolvida dentro do projeto Carta Arqueológica Subaquática do Baixo Rio São Francisco: Inventário Sistemático do Patrimônio Cultural Subaquático<sup>4</sup>, pesquisa autorizada pelo Centro Nacional de Arqueologia (CNA) do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) (Bava-de-Camargo; Santos, 2023).

Projetos de Cartas Arqueológicas Subaquáticas (CAS) regionais foram muito difundidos a partir da década de 1970, desde a Carta de Paris (1972) da United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). Os artigos 29, 30 e 31 já chamavam a atenção dos Estados membros para a necessidade de se inventariar, através de documentação e mapas, o máximo possível dos bens culturais, o que propiciaria a proteção deles (“conhecer para preservar”). Décadas mais tarde, a Convenção da UNESCO para Proteção do Patrimônio Cultural Subaquático (2001) manteve essas diretrizes (para mais informações consultar Alves, 2001; Pujante, 2001).

Alguns países já realizaram esse dever de casa, tornando a CAS um método para se atingir um determinado fim e não mais um produto a ser desenvolvido como tal. Mas, o Brasil ainda está muito aquém de conhecer uma pequena parcela de seus bens culturais materiais submersos, sejam eles em água doce ou salgada. Apesar dos esforços das últimas décadas, ainda resta muito a ser feito e as CASs se mantêm como projetos prioritários.

No Brasil, embora os inventários dos bens culturais subaquáticos não sejam novidade – sendo planejados desde o final da década de 1980, quando uma proposta foi apresentada ao IPHAN por pesquisadores e integrantes da Universidade Federal da Bahia (Agostinho, 1988-1989; Rambelli, 2002) – a concretização desse tipo de projeto só se deu neste século.

Em termos metodológicos e técnicos, a equipe de arqueologia subaquática do LAAA atua na localização, no georreferenciamento, mapeamento, na caracterização tipológica e no levantamento histórico dos bens submersos ou relacionados à água. Esses objetivos elencados foram realizados com técnicas arqueológicas bastante conhecidas, associadas ao mergulho autônomo científico (ver principalmente Nautical Archaeology Society, 2009; Green, 2004; Rambelli, 2002).

A pesquisa realiza ações de campo *in situ*, ou seja, procura-se não realizar coleta de material submerso porque, embora o MAX tenha condições de realizar operações básicas para a conservação de material úmido, os preceitos da Convenção da UNESCO de 2001 recomendam perturbar contextos arqueológicos submersos apenas o mínimo necessário. Coleta de material só se justifica em escavações e em casos de emergência – os adequadamente designados resgates. Como consequência, o LAAA só retira material arqueológico do meio aquático em casos extremos o que, infelizmente, ocorre bastante no rio São Francisco, principalmente em função das mudanças ambientais observadas ao longo das últimas décadas, atribuídas de forma geral aos potenciais efeitos da operação da usina de Xingó.

Entre 2022 e 2023, ficou claro à equipe de arqueologia subaquática que já se dispunha de um conhecimento adequado sobre o PCS, o que levou os pesquisadores a

---

4 A pesquisa teve renovada a autorização pela portaria IPHAN/ DEPAM/ CNA nº. 16, de 22 de março de 2024, publicada no Diário Oficial da União, 01 de abril de 2024, edição 62, seção 1, p. 45.

estabelecer duas diretrizes principais: estimular discentes a desenvolverem seus trabalhos de pós-graduação em sítios arqueológicos identificados, buscando um conhecimento mais aprofundado desses bens; e utilizar a dinâmica de movimento da Expedição para o monitoramento do estado de conservação dos bens previamente conhecidos, envolvendo também uma maior interação com a população envoltória desse patrimônio. É sobre este último ponto que tratar-se-á adiante.

## MONITORAMENTO DOS CONTEXTOS ARQUEOLÓGICOS

O primeiro contexto arqueológico monitorado foi o do Porto de Piranhas. Até a 6ª Expedição havia uma certa preocupação com esse contexto, tendo em vista que nesse importante ponto de embarque de mercadorias e pessoas não se havia encontrado remanescentes de cultura material típicos de um sítio depositário, tal como em outros locais do BSF.

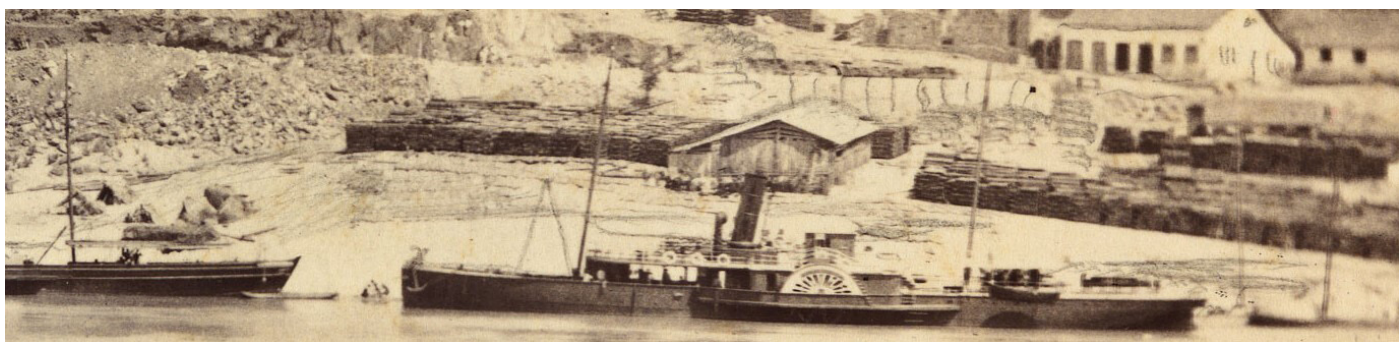
O intuito do monitoramento deste ano era averiguar as condições dos trilhos de trem submersos, encontrados em 2016 durante a FPI daquele ano, em uma pequena reentrância contígua à rampa do porto atual. Infelizmente os trilhos não foram localizados, porque os barcos da Expedição estavam fundeados exatamente na área, o que pode ter provocado o bloqueio da luz do sol no leito do rio e a dificuldade em percorrer essas áreas de baixa visibilidade. Soma-se a isso o fato de que o mergulho ocorreu logo após um feriado e a água do rio estava com grande quantidade de material particulado, o que a deixou turva.

Uma reflexão mais aprofundada sobre a razão para os trilhos estarem debaixo d'água leva para além da obviedade: apesar do porto de Piranhas estar logo abaixo do espaço da antiga Estrada de Ferro Paulo Afonso, os trilhos submersos conduzem o olhar dos pesquisadores a prestarem mais atenção às fontes documentais. O binômio ferrovia – porto se se constitui antes mesmo da operação conjunta dos dois equipamentos, porque o porto, que é anterior à ferrovia, serviu como ponto de partida e canteiro de obras do caminho de ferro, tal como se pode perceber em foto disponível no acervo da Biblioteca Nacional Digital – o areal do porto está dominado por dormentes empilhados (centro e direita das Figuras 2 e 3). Dessa forma, os trilhos submersos permitem uma aproximação efetiva ao trabalho e trabalhadores/as que construíram a obra – uma boa parte deles/as, potencialmente escravizados/as, uma vez que a ferrovia foi iniciada por volta de dez anos antes da Lei Áurea.

**Figura 1:** Foto de 1880 do porto de Piranhas, tomada da margem oposta do rio por I. Mendo. O detalhe mostra tanto os dormentes armazenados quando as choupanas próximas às rochas da beira do rio (esq.).







Fonte: Biblioteca Nacional Digital, 2024.

Mas o monitoramento não foi em vão: houve grata surpresa durante o mergulho em busca dos trilhos, quando procurou-se prospectar em maiores profundidades: a equipe desceu até 18,5 m acompanhando as rochas do porto, o que permitiu um melhor entendimento de alguns dos vetores da dinâmica deposicional do sítio arqueológico. Além de uma peça estrutural, em madeira, possivelmente de embarcação tradicional, identificou-se grande quantidade de fragmentos de utensílios cerâmicos, variando da faiança fina (ou pó-de-pedra), porcelana, cerâmica local/ regional até o grés e, possivelmente, faiança (sem o esmalte) depositados nas rochas e nos bolsões de areia entre as rochas. Uma vez que as capas de areia do porto são muito espessas, é praticamente impossível localizar cultura material não contemporânea na superfície da praia e nas porções de areia submersa até 3 ou 5 m de profundidade. Algumas semanas mais tarde, as fortes chuvas que inundaram o centro histórico de Piranhas e provocaram enxurradas intensas, fartamente registradas e veiculadas nas redes sociais virtuais, mostraram que os processos de formação e transformação desse sítio podem ser bastante mais complexos do que o imaginado.

**Figura 2:** Arqueólogos no sítio arqueológico Porto de Piranhas e a peça náutica de madeira.



Fonte: LAAA/UFS, 2023.

Mais complexidade e humanidade despontam quando se atenta, de novo, às fontes documentais fotográficas: na mesma foto citada acima, pode-se perceber pequenas cabanas de palha nas areias do porto, próximas às rochas mais proeminentes ainda hoje visíveis na paisagem. Seriam pescadores ou trabalhadores da obra naquele acampamento? Seriam os vestígios materiais localizados pela equipe resultado das atividades daquelas pessoas, além dos remanescentes das operações de carga e descarga de mercadorias? Essas e outras perguntas poderão ser respondidas futuramente, quando pesquisas específicas forem desenvolvidas nesse sítio arqueológico desafiador. Por ora, elas permitem enriquecer o entendimento de um contexto mais amplo, sobre as diversas Paisagens Culturais do rio São Francisco, elementos fundamentais para o direcionamento da CAS.

Em Poço Redondo (SE), no povoado Bonsucesso e em Pão de Açúcar (AL), povoado Ilha do Ferro, realizou-se levantamento com a sonda, mas os resultados ainda precisam ser analisados em detalhe, pois as condições climáticas e de correnteza estavam desfavoráveis. Aqui vale uma explicação sobre a ferramenta de detecção remota.

O fishfinder <sup>5</sup> é uma ecosonda recreacional, cujo transdutor é fixado em haste no bordo da embarcação. O aparelho possui diversas funções acústicas, cuja mais importante para a Arqueologia é o Sonar de Varredura Lateral (SVL). Embora não seja um equipamento que permita um verdadeiro levantamento geofísico do leito do rio, ainda assim constitui ferramenta importante para as pesquisas: o transdutor submerso emite feixes laterais de ondas acústicas, a partir de uma frequência entre 450 e 850 kHz. Ao atingirem diferentes feições e objetos no fundo do curso d'água, os pulsos sonoros retornam ao emissor que envia esses sinais modificados ao processador do aparelho, produzindo imagens pictóricas digitais cujo resultado em muito se assemelha a uma fotografia aérea do fundo do rio e dos eventuais derrelitos nele existentes.

A prospecção indireta por métodos geofísicos ou ferramentas similares é considerada uma etapa básica na pesquisa arqueológica subaquática, status que adquiriu ao longo dos últimos 60 anos (Arnold III & Clausen, 1975; Edgerton, 1976; Mazel, 1988; Delgado, 1997; Nautical Archaeology Society, 2009; Rambelli, 1998, 2002, 2003; Bava-de-Camargo, 2002; Green, 2004; Souza, 2006; Duran, 2008; Bava-de-Camargo, 2015).

Em princípio o levantamento com SVL não revelou nenhum alvo que indicasse a necessidade de investigação em Ilha do Ferro, mas isso não anula o potencial arqueológico da área, pois pesquisas produtivas devem ser necessariamente contínuas. No levantamento feito no sítio arqueológico Banho dos Homens (Bonsucesso), as imagens foram inconclusivas, isso porque a representação dos utensílios cerâmicos submersos no registro digital pode se confundir com as anomalias relativas às rochas do leito do rio. Assim, esse sítio arqueológico representa um desafio para a arqueologia subaquática brasileira, merecendo um trabalho de geofísica aprofundado – incluindo perfilação sísmica – e mapeamento detalhado que só poderia ser obtido com um resgate arqueológico vinculado à pesquisa de mestrado ou de doutorado, de preferência.

Ainda no povoado Bom Sucesso, vistoriou-se o sítio arqueológico da lancha Moxotó (1917) (Amorim, s.d.), como o objetivo de monitorar suas condições de conservação. Como resultado das inspeções arqueológicas subaquáticas, pudemos observar que as mudanças no nível das águas, com as constantes alterações de vazão da UHE Xingó, propiciaram o deslocamento de sedimento no sítio, evidenciando partes estruturais, outrora cobertas por sedimentos, e cobrindo outras partes.

**Figura 3:** Arqueólogo realizando investigações no sítio arqueológico de naufrágio da lancha Moxotó.

---

5 O que a equipe utiliza é da marca Humminbird, modelo Helix 10, mas existem diversas outras marcas e modelos.



Fonte: LAAA/UFS, 2022.

Soma-se à vistoria/ monitoramento, a captação de material audiovisual para produção de conteúdo de divulgação científica para as redes sociais. Uma das principais ações foi o registro da conversa com o ambientalista e memorialista local, Jackson Borges, que nos relatou a história do naufrágio da lancha e a repercussão do evento na memória do baixo rio São Francisco.

**Figura 4:** Cartilha produzida por meio da parceria da Expedição Científica do Baixo São Francisco com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL).



Disponível em: <https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/publicacoes/cartilha-arqueologia-subaquatica.pdf/view>

A Moxotó, em razão da sua forte influência na cultura barranqueira, demanda estudos aprofundados vinculados a trabalhos acadêmicos específicos. A ação da equipe, dentro da Expedição, restringe-se ao monitoramento e ao levantamento de informações contextuais.

É interessante perceber que o fim traumático da lancha ficou marcado na memória coletiva. Mas, o que se pode dizer sobre o seu começo? Dentro de uma perspectiva de História de Longa Duração (Schuster; Garcia, 2020), os episódios – naufrágios – são importantes; porém, a compreensão do processo que encadeia os episódios é indispensável para a tecitura do conhecimento.

O fim da lancha é a chave para a compreensão de seu começo. Por que ela ficou tão arraigada na memória da população? Esse fato levanta a suspeita sobre o tempo que ela operou no São Francisco – ela deve ter sido importante para muitas pessoas, por um longo período.

E, de fato, assim o foi. Informações desse tipo, corriqueiras, são encontradas nos periódicos, ou seja, em jornais, almanaques e revistas da época. Um dos acervos mais completos está na Hemeroteca Digital Brasileira, plataforma operada pela Fundação Biblioteca Nacional – e é nesse acervo eletrônico que encontramos a data de operação da “lancha” Moxotó: entre 1892 e 1893, de acordo com informações do Diário de Pernambuco (22/05/1892, p. 3; 12/10/1892, p. 2). Ou seja, a embarcação esteve a serviço por quase 25 anos antes de seu naufrágio... um quarto de século transportando cargas, pessoas, animais, informações, ideias e sentimentos ao longo do trajeto Piranhas – Penedo – Piranhas.

Mais interessante ainda são as dimensões e a tipologia da embarcação a vapor, feita de aço (não de ferro): media 25,91 m (85 pés) de comprimento, 4,27 m (14 pés) de boca e calava 0,61 m (2 pés). Tinha capacidade para 15 toneladas de carga e 60 passageiros – 20 na 1ª classe e o restante na 2ª. Era propelida por roda de pás à popa e desenvolvia impressionantes 9 a 10 milhas (16,67 a 18,52 km/h) contra a corrente. A Companhia de Navegação Pernambucana, que adquiriu a Empresa Fluvial do Baixo São Francisco em 1891-1892, denominava a Moxotó como paquete, mas essa designação era dada para qualquer embarcação que carregava malotes oficiais e não indica o tipo da embarcação que, em realidade, era uma chata.

Essa denominação permaneceu até 1909, segundo as referências encontradas em periódicos de Alagoas. A partir dessa data – e até o final de seus dias – a Moxotó passaria a ser designada mais frequentemente como lancha. Isso leva a uma pergunta importante, cuja resposta depende de um levantamento bibliográfico exaustivo para fornecer informações textuais que possam ser entrelaçadas com as de campo: essa mudança de designação, de chata para lancha indicaria apenas uma questão de preferência semântica ou apontaria para mudanças estruturais na embarcação – tipo um acréscimo de convés ou troca da máquina? Teriam as potenciais modificações alterado o centro de gravidade da Moxotó, contribuindo para o naufrágio dela?

Indagar sobre reforma da embarcação não é algo meramente indutivo: em notícia d’O Trabalho, jornal penedense, escreve-se:

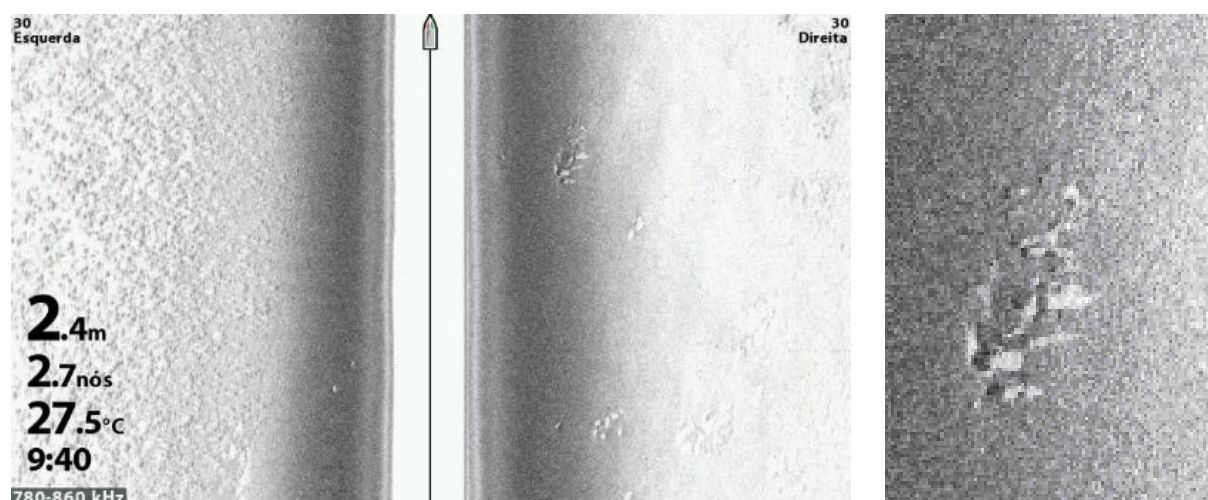
“A Moxotó é uma verdadeira pitorra, incomoda, sem acomodações. Dispõe de um pequeno compartimento destinado especialmente às famílias, (...) Existe [sic] umas sanefas ou empanadas de lona, (...) porém essas nem sempre podem se descer, na ocasião das chuvas e rajadas de vento, ficando por tal motivo os passageiros à mercê das intempéries do tempo, sem terem para onde apelar. Na viagem, se há alguma família no tal compartimento, está tudo perdido... O recurso é levar-se chuva à vontade” (14/08/1897, p. 3).

Teriam as possíveis melhorias para a acomodação de malas e passageiros, diante do vento e da chuva do Velho Chico, demanda do novo século XX que iniciava, alterado a estabilidade da embarcação?

Na sequência investigou-se com a sonda a região entre Pão de Açúcar e a ilha de São Pedro, no município de Porto da Folha, área com a presença maciça de topônimos africanos e informações de canoas de tolda acidentadas. Em razão do desbarrancamento (erosão) ou do assoreamento, dependendo da margem do rio que se observa, os resultados foram singelos, tendo em vista que há grande quantidade de árvores recém submersas, as quais geram anomalias muito significativas no fundo homogêneo carregado de sedimentos. Fica, assim, difícil identificar, com a sonda, os remanescentes de embarcações tradicionais de madeira entre árvores submersas. Além disso, os objetos dos sítios arqueológicos depositários podem ser enterrados pelos novos sedimentos ou carregados pelas enxurradas e caudais. Comenta-se, em Pão de Açúcar, sobre as grandes mudanças nos canais de navegação na altura do Quilombo Mocambo, na margem sergipana, região investigada pelo LAAA, por ocasião da FPI de 2018.

Mais adiante, no sítio da Canoa Caiçara/ Xocó a equipe conseguiu um bom registro de SVL dessa embarcação soçobrada, além da indicação de possíveis peças desagregadas do conjunto principal. Como o leito do rio é bastante homogêneo nessa região, as anomalias detectadas pelo SVL podem indicar alvos potenciais em meio ao extenso areal, notadamente os utensílios de cerâmica soçobrados de naufrágios de canoas saídas das aldeias indígenas para o mercado de Pão de Açúcar. Embora seja repetitivo, esse contexto arqueológico mereceria pesquisas específicas, tendo em vista o prolífico contexto etnoarqueológico e as dificuldades impostas pelo mergulho científico (Bava-de-Camargo; Santos, 2023), pois essa é uma região de fortes correntezas, apesar - ou em razão - da pouca profundidade, que não atinge os 3 m de lâmina d'água.

**Figura 5:** Imagem de sonar mostrando o sítio Canoa Caiçara/Xocó.



Na sequência investigou-se com a ecosonda a região porto de Gararu. Foram identificados diversos alvos potenciais nesse outrora importante, mas ainda profundo porto, local de escala segura para navios de maior calado. Tendo em vista que a equipe pode chegar facilmente ao município por transporte rodoviário e realizar os mergulhos a partir da margem sergipana do rio, deixou-se a investigação desse contexto para uma outra oportunidade científica.

No entanto, além da pesquisa, faz-se necessária a extroversão dos resultados e o trabalho de educação patrimonial.

**Figura 6:** Divulgação das atividades de pesquisa e da cartilha para a Colônia de Pesca em Gararu/SE.



Fonte: LAAA/UFS, 2022.

Também no município de Gararu, em 2022 foi realizada a divulgação das atividades de pesquisa arqueológica para os membros da Colônia de Pesca local, onde igualmente foi divulgada a cartilha produzida em parceria com a Expedição, que teve sua versão impressa integrada aos kits didáticos distribuídos para as escolas da região.

Na fachada ribeirinha de Traipu, realizou-se investigações diretas com mergulho, na tentativa de realocação de âncora lítica (rocha polida), um remanescente material bastante importante para o contexto regional. Infelizmente o leito do rio ainda está bastante assoreado, em razão das enchentes dos últimos dois anos, indicando que a peça está soterrada – mas preservada – sob espessa camada de areia. Embora o local esteja sendo lentamente escavado – a âncora foi achada a 14 m de profundidade, em 2021; em 2022 não havia mais de 6 m de profundidade; neste ano (2023) encontrou-se 10 m de profundidade – ainda levará certo tempo para o reaparecimento da âncora, mantendo-se as condições de remobilização de sedimentos com essa dinâmica atual. Em Neópolis (SE), fez-se nova investigação sonográfica do sítio arqueológico Naufrágio de Neópolis, localizado em 2017 (Bava-de-Camargo; Duran, 2018).

Em concomitância com a varredura por sonar, mergulhos de monitoramento também foram realizados em 2022 e no ano seguinte. Em 2022 houve uma maior dedicação à localização de âncoras antigas submersas, reportadas pelo pescador e marinhaio José Rodrigo (também integrante da Expedição), mas a prospecção não logrou êxito. Embora naquele mesmo ano tenha-se realizado o monitoramento do sítio arqueológico de naufrágio, foi no ano seguinte que essa atividade rendeu resultados excepcionais.

Em 2023 a visibilidade na água estava muito boa para os padrões do local, e com pouca correnteza. Foi possível fazer uma avaliação pormenorizada do contexto do naufrágio, diversas filmagens, fotografias e notou-se que a infestação pelo mexilhão dourado havia diminuído significativamente – um efeito que pode ser sazonal, que demandará mais atenção nos próximos mergulhos de monitoramento. Alguns fragmentos de utensílios – em cerâmica e em madeira – foram identificados junto à estrutura do casco, bem como descobriu-se o leme da embarcação. Essa importante peça do navio permite direcionar as pesquisas para a definição do tipo e a cronologia da embarcação que deu origem ao sítio arqueológico. É pouco provável, mas não impossível que o navio tenha sido construído no século XVIII. Estar-se-ia diante de uma embarcação oitocentista, de tamanho inferior a uma corveta – talvez um lugre ou escuna.

**Figura 7:** Parte do costado que compõem o sítio arqueológico Naufrágio de Neópolis.



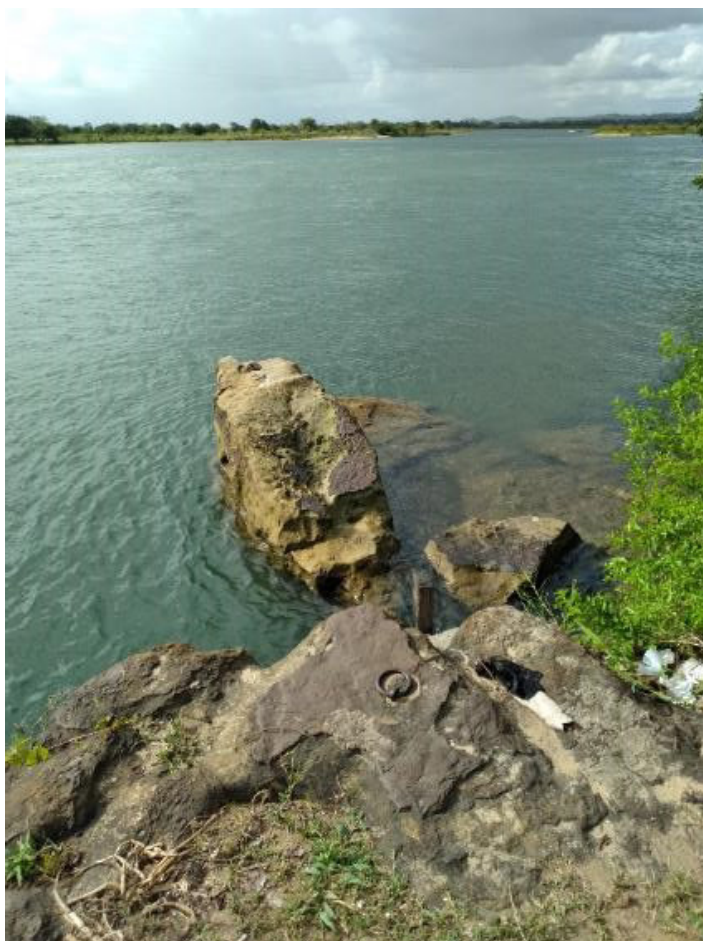
Fonte: LAAA/UFS, 2023.

Vale destacar que as pesquisas conduzidas até agora se depararam com um padrão de Longa Duração: a população de Penedo, Piaçabuçu, Neópolis e, com menor frequência, de Pacatuba lida com o tráfego marítimo e os salvados marítimos há séculos. Casos extremamente interessantes são os naufrágios do Nancy, do corsário platino e do Potengi. No primeiro caso, a embarcação estadunidense afundou em 1799, carregada de presas de marfim – não se sabe de elefantes ou se de mamíferos aquáticos, pois ela vinha de altas latitudes meridionais – e com milhares de barris de óleo de baleia. Como o óleo é menos denso que a água, os barris flutuaram e chegaram ao Pontal, onde foram leiloados. No segundo caso, o navio corsário encalhou na (imensa) praia de Santa Isabel, em 1825. A notícia de jornal que relata o naufrágio comenta, de forma jocosa, que os moradores de Vila Nova de Santo Antônio, atual Neópolis poderiam pelo menos recuperar as peças de artilharia para seu uso. No terceiro caso, o Potengi, afundado em 1870, estimulou a criação de um povoado homônimo que, muito provavelmente, floresceu em função da salvação da carga e das próprias partes da embarcação.

### **PROSPECÇÃO DE DETALHAMENTO NA FOZ**

Na sede do município de Penedo, percorreu-se a orla ribeirinha, desde a rampa do porto principal até a rampa da marina pública, no bairro de Santo Antonio, ao norte da Rocheira. Destaca-se, dessa prospecção a pé, ao longo da margem do rio, o registro de evidências que merecerão novas investigações, tais como as argolas de amarração das rochas ao final da rua do Banheiro ou os gravados (picoteados) e bacias polidas nas rochas dos pescadores, entre a Rocheira e o Santo Antonio (anteriormente chamado de Barro Vermelho).

**Figura 8:** Argolas de amarração da Rocheira (abaixo da rua do Banheiro).



Fonte: LAAA/UFS, 2023.

**Figura 9:** detalhe de imagem aérea oblíqua, obtida nos anos 1970, mostrando a área portuária do fim da rua do Banheiro, a qual parecia bastante maior, pois poderia englobar o pátio traseiro de edificação da rua da Matriz, hoje murado.



Fonte: Biblioteca do IBGE, 2024.



**Figura 10:** Bacias polidas e moldura picoteada (esq.). Feições que deverão ser estudadas em conjunto com as incisões existentes em Traipu, em Santana do São Francisco (dir.) e, potencialmente, em Lagoa Comprida (São Brás).



Fonte: LAAA/UFS, 2023.

A despeito das pinturas e gravados rupestres, na bacia do Alto/ Médio São Francisco serem tema de pesquisa há bastante tempo, ainda não existe literatura em abundância que contemple os grafismos e gravados do Baixo e os outros tipos de sulcos intencionais (afiadores, polidores e calibradores) presentes nas rochas das margens são-franciscanas (ver Martin, 1998; Vergne; Carvalho, 2001; Costa, 2005; Comerlato, 2007; Costa, 2013; Guedes, 2015; Schuster; Garcia, 2020, entre outros/outras). Esse fato torna ainda mais importante a pesquisa integrada desse tipo de material arqueológico.

Em 2022, já no final da Expedição, na foz do rio, procedeu-se uma prospecção mais rigorosa em sítios arqueológicos que haviam sido identificados em 2020 e no ano subsequente. Auxiliados por Darly Calumbi e Priscyla Viana, então discentes do mestrado em Arqueologia da UFS, desenvolveu-se mapeamento dos contextos arqueológicos costeiros, por meio levantamento não-interventivo (sem escavação ou coleta de material), nos municípios de Brejo Grande (SE) e Piaçabuçu (AL). Para atingir os objetivos pretendidos, realizou-se basicamente caminhamento registrando a posição dos vestígios arqueológicos localizados, com aparelho de GPS e efetuando exaustivo registro fotográfico. Durante a ação, porém, novos contextos arqueológicos foram localizados. Posteriormente, os dados obtidos do campo foram processados no software QGIS, o que permitiu gerar as poligonais dos sítios, informações determinantes para o registro deles junto ao IPHAN.

Na margem sergipana, os remanescentes das atividades náuticas estão ainda bem visíveis: o Posto Fiscal e o farol do Cabeço – embora sua conservação demande ações emergenciais. Somam-se a eles alguns outros elementos materiais encontrados nas praias, tais como uma chapa metálica identificada próxima ao Posto, medindo 125 por 45 cm, que pode ser proveniente de algum dos muitos naufrágios da foz.

**Figura 11:** Chapa de metal remanescente de embarcação e o registro de suas dimensões.



Fonte: P. Viana, 2022.

Na margem alagoana, delimitou-se com maior rigor os sítios Dunas de Piaçabuçu (1 e 2), localizou-se um terceiro sítio, identificou-se uma caverna (peça do esqueleto de embarcação) em madeira, além de três postes metálicos, equidistantes, distribuídos por 200 m. Posteriormente descobriu-se que eram postes de antiga linha telegráfica.

**Figura 12:** Poste de cabo telegráfico, com a arqueóloga registrando sua posição.



Fonte: D. Calumby, 2022.

Dando sequência à prospecção, delimitou-se uma nova área de concentração de remanescentes materiais móveis, bastante densa, com grande quantidade de cerâmica, louça (séc. XX), vidro, metal e material construtivo. Pode caracterizar a área do antigo povoado Pontal da Barra, ideia corroborada pelas informações orais dos moradores do povoado Saramém, o assentamento mais populoso e longevo da foz, implantado no lado sergipano do rio.

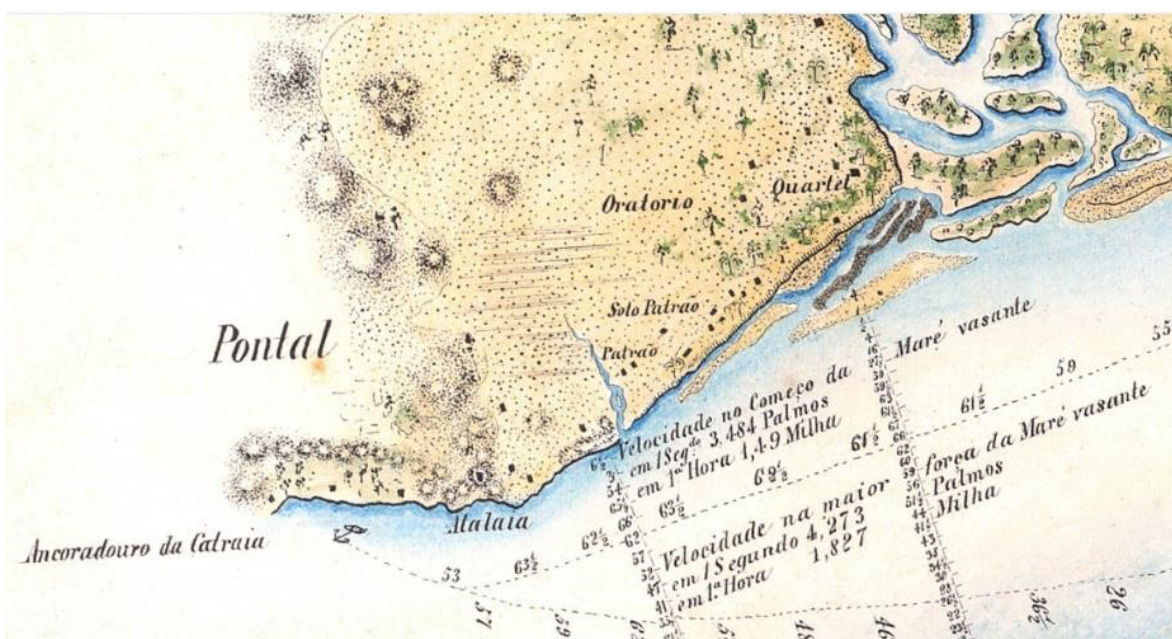
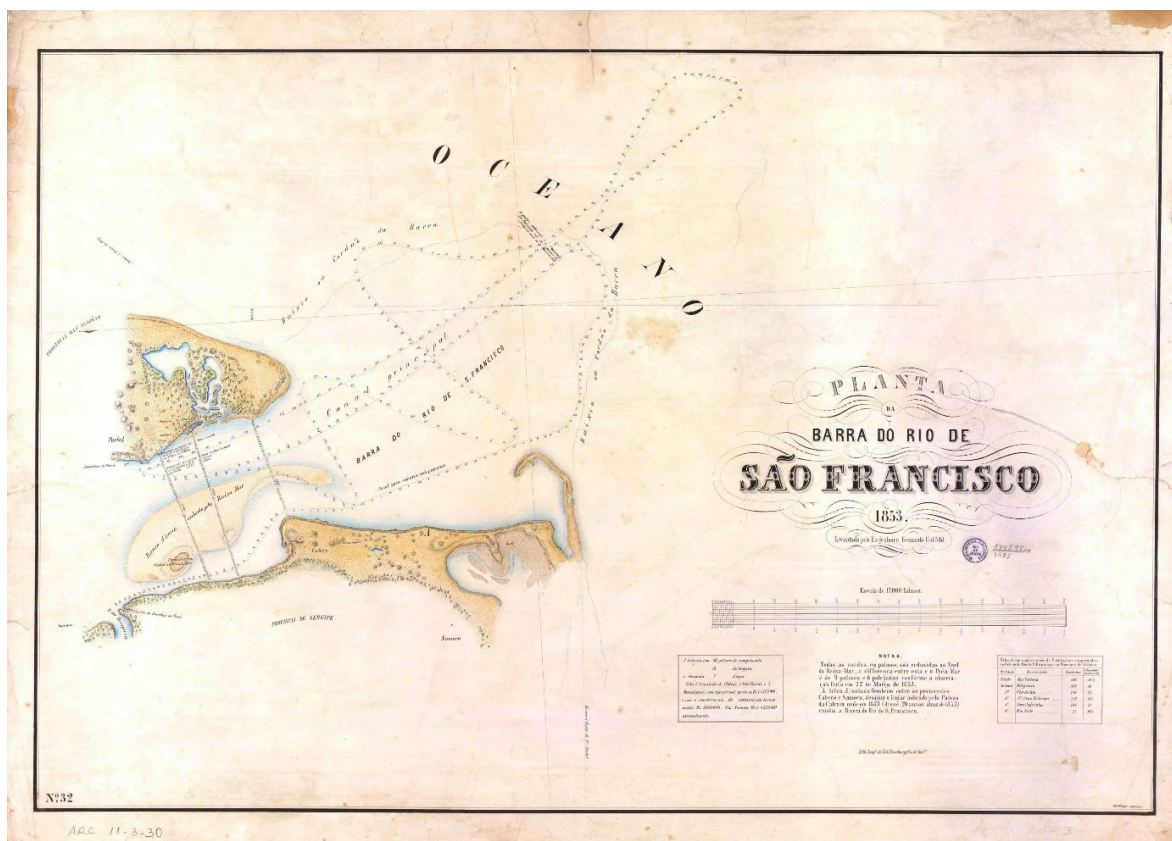
**Figura 13:** Arqueóloga analisando os vestígios arqueológicos do antigo povoado Pontal da Barra.



Fonte: D. Calumby, 2022.

Em continuidade prospecção nas margens da foz do rio São Francisco, encontrou-se as bases de concreto da antiga Atalaia que servia para observar e sinalizar a movimentação das embarcações, tanto no mar quanto no rio. A torre foi destruída com o avanço das águas, restando-lhe apenas as bases, visíveis na maré baixa.

**Figura 14:** “Planta da barra do Rio de São Francisco”, 1853, por F. Halfeld. O detalhe da figura mostra a disposição do antigo povoado Pontal da Barra, a base da praticagem da barra.



Fonte: Biblioteca Nacional Digital, 2024.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prospecção, prioritária entre 2016-2022, passou para segundo plano em 2023, mas ainda assim novas anomalias evidenciadas pela sonografia apontaram evidências em Pão de Açúcar, Gararu, Penedo e Neópolis, principalmente.

Os relatos orais indicaram evidências a serem pesquisadas em Canhoba, São Brás, Igreja Nova e na foz do rio (Piaçabuçu e Brejo Grande) em futuros projetos de prospecção. O monitoramento se tornou o foco das ações, o que garantiu o melhor entendimento

de sítios previamente conhecidos, tais como o Porto de Piranhas ou o Naufrágio de Neópolis. A continuidade do monitoramento permitirá estabelecer parâmetros objetivos e mensuráveis para elencar prioridades de pesquisa, conservação e extroversão do conhecimento adquirido com o PCS do BSF.

A história de vida como estratégia etnográfica tem rendido bons frutos no sentido de interconexão entre o patrimônio material e imaterial, aproximando pessoas de coisas; Arqueologia da Sociedade.

Por fim, a gestão de Bens Culturais desponta como uma necessidade real e imediata, cujas ações só poderão ser executadas em conjunto com as comunidades e o poder público, em âmbito regional e não a partir de divisões políticas (estados e municípios). Daí fica evidente a urgência do planejamento de curto, médio e longo prazos construídos entre as universidades e o Comitê da Bacia do São Francisco, dialogando também com o IPHAN e Marinha do Brasil.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos coordenadores Emerson Soares, José Vieira, Themis Silva (UFAL), e à toda equipe da Expedição Científica do Baixo São Francisco. Novamente e sempre ao Mestre do Rio, Antonio Jackson Borges Lima, por conceder-nos o privilégio de utilizar o catamarã Comendador do Rio para as pesquisas subaquáticas, bem como o apoio de seu filho Jau, Antonio Jácomes Machado Lima, na condução da embarcação e escolha da trilha sonora. À população ribeirinha como um todo, por sua imensa simpatia, resiliência e informações orais fornecidas à equipe. À UFS pelo fornecimento de apoio de transporte terrestre e à FAPEAL pelo fomento da cartilha de educação patrimonial.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGOSTINHO, Pedro. Para um programa de pesquisa sobre arqueologia, história e etnografia navais da costa brasileira: o projecto Archenave. *O Arqueólogo Português*, Lisboa, Série 4, nº. 6/7, p. 367-378, 1988/1989.

ALMEIDA, Fernando O.; KLÖKLER, Daniela M. Do sertão para o Mar: A Fluidez de Pessoas, Ideias e Estilos Tecnológicos na História das Populações Ceramistas do Baixo São Francisco (AL-SE). Projeto Científico. 2016.

ALVES, Francisco J. S. Para uma Carta Arqueológica do Patrimônio Náutico e Subaquático em qualquer parte do mundo. In: *Jornadas Latinoamericanas de Arqueología Subacuática*, Santiago del Chile. 2001.

ARNOLD III, J. Barto; CLAUSEN, Carl. A magnetometer survey with electronic positioning control and calculator-plotter system. *Historical Archaeology*. Tucson, v. 9, 1975.

BASS, G. F. (Ed.). *Ships and shipwrecks of the Americas: a history based on underwater archaeology*. London: Thames and Hudson, 1988.

BAVA-DE-CAMARGO, Paulo F. Arqueologia das fortificações oitocentistas da planície costeira Cananéia/Iguape, SP. 2002. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

BAVA-DE-CAMARGO, Paulo F.; SANTOS, Luis F. F. D. Relatório Final: 6ª etapa do Programa de Fiscalização Preventiva Integrada do Rio São Francisco. Equipe Aquática. Subequipe de Arqueologia Subaquática. Aracaju: s.n., 2022. Relat. técnico.

BAVA-DE-CAMARGO, Paulo F.; DURAN, Leandro D.; RAMBELLI, Gilson. Arqueologia

Subaquática no Baixo Rio São Francisco, Sergipe/Alagoas, Brasil. In: 56º Congresso Internacional de Americanistas, 2018, Salamanca. Arqueología - Memoria del 56º Congreso Internacional de Americanistas. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 2018. v. 2. p. 1066-1094.

BAVA-DE-CAMARGO, Paulo F.; DURAN, Leandro. D.; ELKIN, Dolores; RAMBELLI, Gilson. Underwater Archaeology in the São Francisco River, Sergipe (2016-2018). The SHA Newsletter, Germantown, MD, EUA, p. 42 - 43, 07 maio 2019.

BAVA-DE-CAMARGO, Paulo F. The use of side scan sonar in Brazilian Underwater Archaeology. In: 2015 IEEE/OES Acoustics in Underwater Geosciences Symposium (RIO Acoustics), 2015, Rio de Janeiro. 2015 IEEE/OES Acoustics in Underwater Geosciences Symposium (RIO Acoustics), 2015. P. 1-7.

BAVA-DE-CAMARGO, Paulo F.; DURAN, Leandro D.; RAMBELLI, Gilson. Arqueologia Subaquática no Baixo Rio São Francisco, Sergipe/Alagoas, Brasil. In: 56º Congresso Internacional de Americanistas, 2018, Salamanca. Arqueología - Memoria del 56º Congreso Internacional de Americanistas. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 2018. v. 2. p. 1066-1094.

BAVA-DE-CAMARGO, Paulo F.; SANTOS, Luis Felipe F. D.; RAMBELLI, Gilson. Carta Arqueológica Subaquática do Baixo Rio São Francisco: Inventário Sistemático do Patrimônio Cultural Subaquático - Relatório Final. São Cristóvão/ Laranjeiras: s.n., novembro de 2023. Relat. téc.

COMERLATO, Fabiana. Estudo metodológico em sítios de gravuras rupestres em lajedos, Bahia. In: Anais do XIV Congresso da Sociedade de Arqueologia Brasileira, 2007, Florianópolis. Congresso Internacional da SAB. Erechim : Habilis, 2007. P. 1-14.

COSTA, Alba R. S. M. Documentação e análise da arte rupestre do sítio Dom Hélder, na fazenda Mundo Novo - Canindé do São Francisco - SE. 2013. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arqueologia)- Departamento de Arqueologia, Campus de Laranjeiras, Universidade Federal de Sergipe, Laranjeiras, 2013.

COSTA, Carlos. Sítios de Representação Rupestre da Bahia (1950-1990): levantamento dos dados primários dos acervos iconográficos das coleções arqueológicas do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade Federal da Bahia (MAE/UFBA). OHUN - Revista eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais da Escola de Belas Artes da UFBA, ano 2, nº 2, outubro 2005, p. 51-70.

DELGADO, James P. (Ed.). Encyclopedia of underwater and maritime archaeology. London: British Museum, 1997.

DURAN, Leandro D. Arqueologia Marítima de um Bom Abrigo. 2008. Tese (Doutorado em Arqueologia) - Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

EDGERTON, Harold E. Underwater archaeological search with sonar. Historical Archaeology, Tucson, v. 10, 1976.

FERREIRA, Lúcio M. Transposição de identidades: o patrimônio arqueológico do Baixo São Francisco. In: SÁ, A. F. A. e BRASIL, Vanessa M. (org.). Rio Sem História? Leituras sobre o Rio São Francisco. ARACAJU: FAPESE. 2005.

GREEN, Jeremy. *Maritime Archaeology: A Technical Handbook*. Australia: Elsevier Academic Press. 2 ed., 2004.

GUEDES, Carolina M. Estudos de Arte Rupestre no Sertão Alagoano: o sítio Cosmezinho (CZ). *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, São Paulo, Brasil, nº. 25, p. 215-230, 2015. DOI: 10.11606/issn.2448-1750.revmae.2015.114979. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revmae/article/view/114979>. Acesso em: 2 maio. 2024.

HALFELD, Fernando. *Planta da barra do Rio de São Francisco*. Rio de Janeiro, RJ: Lith. Rensburg, 1853. 1 mapa, col., 56 x 82cm. Escala de 17.000 palmos. Disponível em: [http://objdigital.bn.br/objdigital2/acervo\\_digital/div\\_cartografia/cart170595/cart170595.jpg](http://objdigital.bn.br/objdigital2/acervo_digital/div_cartografia/cart170595/cart170595.jpg). Acesso em: 2 May. 2024. Disponível em: [http://objdigital.bn.br/objdigital2/acervo\\_digital/div\\_cartografia/cart170595/cart170595.html](http://objdigital.bn.br/objdigital2/acervo_digital/div_cartografia/cart170595/cart170595.html). Acesso em: 2 May. 2024.

MARTIN, Gabriela. O povoamento pré-histórico do vale do São Francisco (Brasil). *Clio Arqueológica*, nº 13, 1998, pp. 9-41.

MAZEL, Charles. Nas profundezas do mar: tecnologia de ponta e arqueologia submarina. *O Correio da Unesco*, v. 18, n. 1, 1988.

MENDO, Ignácio F. [Estrada de Ferro de Paulo Afonso : construção]. Brasil: [s.n.], 1880. 1 álbum (54 fotos), colódio?, pb, 10 x 16. Disponível em: [http://objdigital.bn.br/objdigital2/acervo\\_digital/div\\_iconografia/icon578158\\_958649/icon578158\\_958649.pdf](http://objdigital.bn.br/objdigital2/acervo_digital/div_iconografia/icon578158_958649/icon578158_958649.pdf). Acesso em: 2 May. 2024. Disponível em: [http://objdigital.bn.br/objdigital2/acervo\\_digital/div\\_iconografia/icon578158\\_958649/icon578158\\_958649.htm](http://objdigital.bn.br/objdigital2/acervo_digital/div_iconografia/icon578158_958649/icon578158_958649.htm). Acesso em: 2 May. 2024.

NAUTICAL ARCHAEOLOGY SOCIETY. *Underwater Archaeology: the NAS guide to principles and practice*. Editor: Amanda Bowens. Second Edition. Blackwell Publishing: Portsmouth, 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (PARIS). *A Conferência Geral da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, reunida em Paris, realizada entre 15 de outubro a 3 de novembro de 2001, na sua trigésima primeira sessão, reconheceu a importância do patrimônio cultural subaquático enquanto parte integrante do patrimônio cultural da humanidade*. FR, PARIS: UNESCO [2001] Disponível em: <http://www.unesco.org/new/pt/culture/themes/underwater-cultural-heritage/2001-convention/official-text/> Acesso em: 07 set. 2020

PUJANTE, P. I. La carta arqueológica: una herramienta aplicada à la investigación del patrimonio arqueológico subacuático. In: *Jornadas Latinoamericanas de Arqueología Subacuática*, 1. Actas. Ed. por P. Pujante. Santiago de Chile: Universidad Internacional SEK, p. 4554, 2001.

RAMBELLI, G. *Arqueologia subaquática do baixo vale do Ribeira*. 2003. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

RAMBELLI, G. Reflexões sobre o patrimônio cultural subaquático e a Arqueologia. In: *Os caminhos do patrimônio no Brasil*. (Organizadores: Manuel Ferreira Lima Filho e Marcia Bezerra). Goiânia: Alternativa, p.153-69, 2006.

RAMBELLI, Gilson ; DURAN, Leandro D. ; SANTOS, Luis F. F. D. ; BAVA-DE-CAMARGO, Paulo F. *A carta arqueológica subaquática do Baixo São Francisco: contribuições da*

Arqueologia de ambientes aquáticos às expedições científicas do rio São Francisco. In: Emerson Soares; Themis Silva; José Vieira. (Org.). O Baixo São Francisco: características ambientais e sociais. 1ed. Maceió: EdUFAL, 2022, v. 2, p. 230-252.

RAMBELLI, Gilson. A arqueologia subaquática e sua aplicação à arqueologia brasileira: o exemplo do baixo vale do Ribeira de Iguape. 1998. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP: Museu de Arqueologia e Etnologia da USP, São Paulo, 1998.

RAMBELLI, Gilson. Arqueologia até debaixo d'água. São Paulo: Maranta, 2002.

RAMBELLI, Gilson. Arqueologia subaquática do baixo vale do Ribeira. 2003. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

RAMBELLI, Gilson. Reflexões sobre o patrimônio cultural subaquático e a Arqueologia. In: Os caminhos do patrimônio no Brasil. (Organizadores: Manuel Ferreira Lima Filho e Marcia Bezerra). Goiânia: Alternativa, p.153-69, 2006.

RAMBELLI, Gilson; DURAN, Leandro D.; BAVA-DE-CAMARGO, Paulo F. Arqueologia Subaquática no Baixo Rio São Francisco, Sergipe, Brasil: A Participação do Museu Arqueológico de Xingó e do Laboratório de Arqueologia de Ambientes Aquáticos na Fiscalização Preventiva Integrada (2016-2018). Laranjeiras: s.n., 2020. Relat. técnico (Consolidado, versão 1).

RELATÓRIO: Inspeção técnica dos artefatos provenientes do rio São Francisco abrigados no Memorial de Sergipe (UNIT) e considerações. Laboratório de Arqueologia de Ambientes Aquáticos, Universidade Federal de Sergipe, 2009.

RIBEIRO JÚNIOR, Ademir; RAMBELLI, Gilson; SANTOS, Luis F. F. D. Antigo Povoado Cabeço: o primeiro sítio arqueológico subaquático cadastrado em Sergipe. In: Anais da II Reunião da Sociedade de Arqueologia Brasileira (SAB)-Núcleo Regional Nordeste, 2012.

SANTOS, Luis F. F. D. Nas Águas do Velho Chico: Por uma Arqueologia de ambientes aquáticos do baixo rio São Francisco, Sergipe/Alagoas. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Programa de Pós-Graduação em Arqueologia da Universidade Federal de Sergipe, Laranjeiras, 2013.

SCHUSTER, Adriana J.; GARCIA, Lorena G.; ALMEIDA, Fernando O. de. Da Pré-História para a História Indígena no Baixo São Francisco: Arqueologia do Período de Contato Dentro de um Contexto Kariri. Revista Habitus - Revista do Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia, Goiânia, Brasil, v. 18, n. 1, p. 179-206, 2020. DOI: 10.18224/hab.v18i1.7873. Disponível em: <https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/habitus/article/view/7873>. Acesso em: 2 maio. 2024.

SOUZA, L. A. P. Revisão crítica da aplicabilidade dos métodos geofísicos na investigação de áreas submersas rasas. Tese de Doutorado, Programa de Doutorado em Oceanografia Química e Geológica, USP, São Paulo, p. 311, 2006.

VERGNE, Cleonice; CARVALHO, Francisco. Grafismos Geométricos: Hipótese ou Realidade na Área do Baixo São Francisco? Canindé, nº 1, dezembro de 2001, pp. 157-168.



# 16. INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS E SEU POTENCIAL USO COMO FERRAMENTA PARA O DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL NOS MUNICÍPIOS DO BAIXO SÃO FRANCISCO

**Área de conhecimento:** Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento Regional Sustentável..

Alexandre Guimarães Vasconcellos<sup>1</sup>

## INTRODUÇÃO

As indicações geográficas (IGs) constituem o reconhecimento do nome geográfico de localidade que se tenha tornado conhecida como centro de extração, produção ou fabricação de determinado produto ou de prestação de determinado serviço ou que designe produto ou serviço cujas qualidades ou características se devam exclusiva ou essencialmente ao meio geográfico, incluídos fatores naturais e humanos (Brasil, 1996). Esse reconhecimento costuma potencializar a agregação de valor aos produtos com IG quando estes são percebidos pelos consumidores por suas características e qualidades apreciadas (Brandão et al., 2012; Martins e Vasconcellos, 2020).

Além do benefício direto aos produtores envolvidos com a IG, outros benefícios relacionados costumam ocorrer, como o aumento do turismo com foco nos produtos e serviços regionais e a valorização da identidade e do saber-fazer regional. Nessa etapa da pesquisa, onde já haviam sido identificadas algumas localidades com potencial para o reconhecimento de IG, em especial a Ilha do Ferro, onde destacam-se o bordado boa noite e o artesanato em madeira, buscou-se analisar os caminhos que podem ser seguidos pela comunidade junto com o poder municipal para que um possível reconhecimento dessas IGs esteja alinhado com a questão da sustentabilidade das matérias-primas utilizadas.

A região do Baixo São Francisco engloba 93 municípios, sendo 46 em Alagoas, 28 em Sergipe, 14 em Pernambuco e 5 na Bahia. Nessa região, constituída pelos biomas de caatinga e mata atlântica, vivem 2.183.679 habitantes, sendo 53.697 indígenas e 63.059 quilombolas (IBGE, 2023).

Com base na VI Expedição Científica do Baixo São Francisco (VI ECBSF), onde foram visitados 10 municípios pelas embarcações da expedição e mais Santana do São Francisco em Sergipe, e tomando por base as atividades de pesquisa que já vinham sendo desenvolvidas pelo primeiro autor desde sua participação nas IV e V Expedição realizadas nos anos de 2021 e 2022, foi possível identificar e analisar alguns sistemas produtivos relacionados à produtos regionais que vêm ganhando progressivo destaque no cenário regional e nacional.

Desde a IV Expedição Científica em 2021 o trabalho de pesquisa buscou identificar os produtos regionais peculiares de cada município e como os referidos produtores estão organizados. Além disso, buscou-se prospectar como esses produtores estão envolvidos com o ofício e com os processos criativos e como as questões de gênero aparecem nas referidas atividades.

<sup>1</sup> Pesquisador classe especial III, Divisão Pós-graduação e Pesquisa da Academia de Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento do Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

De maneira abrangente, conseguiu-se identificar ao longo das Expedições Científicas de 2021, 2022 e 2023 várias atividades produtivas que guardam relação com a identidade e o saber-fazer de localidades da Região do Baixo São Francisco.

**Tabela1:** Identificação de atividades de produção ou fabricação de produtos em localidades da Região do Baixo São Francisco.

Atividade	Localidade	Forma de organização e endereço	Participação por gênero
Artesanato com couro de Tilápia	Piranhas/AL	Associação – Estação Cangaço. Av. Batalha nº 41, Bairro Nossa Senhora da Saúde.	7 mulheres e 1 homem
Mel do Sertão	Piranhas/AL	Cooperativa – Copeapis. Rodovia AL 220 S/N Distrito – Piau.	Homens na criação de abelhas e homens e mulheres no processamento do mel e vendas.
Bordado Boa Noite	Ilha do Ferro - Pão de Açúcar/AL	Associação – Art Ilha. Distrito Ilha do Ferro.	Mulheres
Artesanato em Madeira	Ilha do Ferro - Pão de Açúcar/AL	Atividade individual com agregação por vínculo familiar. Distrito Ilha do Ferro.	Homens. Só foi identificada 1 mulher envolvida com a atividade
Doce de batata doce	Propriá/SE	Comércio familiar tradicional – Loja Vovô Felix.	Homens e Mulheres
Artesanato em barro	Santana do São Francisco/SE	Associações familiares. Várias utilizam o Centro Comercial de Artesanato para a comercialização das peças. Avenida Beira Rio, 153.	Homens na produção das peças e mulheres no trabalho de pintura das mesmas
Pimenta Rosa	Piaçabuçu/AL	Associação Aroeira. Rodovia Engenheiro Dalmo Santana - KM 02.	Homens e Mulheres

Fonte: Autor, 2024.

A partir desse processo de identificação das atividades desenvolvidas nos municípios envolvendo processos criativos e o saber-fazer peculiar de cada localidade, estabeleceu-se como objetivo tentar compreender como os instrumentos de propriedade intelectual e, em especial, as Indicações Geográficas (IGs) podem contribuir para a valorização cultural, técnica, social e econômica do saber-fazer das populações que habitam o Baixo São Francisco (BSF), incluindo-se, entre elas, comunidades tradicionais, a exemplo de ribeirinhos, quilombolas e indígenas. Na VI ECBSF a questão de gênero também foi investigada e buscou-se destacar como homens e mulheres estão envolvidos nas atividades de criação e no respectivo ofício como um todo.

Visando estabelecer as bases conceituais da pesquisa, destaca-se que a Indicação Geográfica é um instrumento de uso coletivo associado a um local geográfico que se torna conhecido em face de determinado produto ou prestação de serviço.

A origem de determinado instrumento de reconhecimento remonta à região do Porto, em Portugal, que na metade do século XVIII enfrentava problemas relacionados à falsificação de seus vinhos regionais e falsas referências à região de produção por parte de oportunistas que, vendendo bebidas menos nobres, buscavam se aproveitar da reputação alcançada pela região do Porto na produção de vinhos. Foi então que Marquês do Pombal, por volta de 1750, determinou o reconhecimento geográfico da área, as delimitações das áreas de cultivo e das variedades de uvas e as análises específicas dos vinhos que respaldassem todas as características produtivas, mercadológicas e organolépticas do vinho dessa região (Soeiro, 2021).

A partir de então, estabeleceram-se as bases para o reconhecimento das IGs, que passaram a ser, por força de tratados internos posteriores, reconhecidas além das fronteiras nacionais.

No ordenamento jurídico brasileiro os mecanismos de reconhecimento das IGs estão dispostos na Lei 9.279 de 1996 (Brasil, 1996), que estabelece em seus artigos 176, 177 e 178:

“ Art. 176. Constitui indicação geográfica a indicação de procedência ou a denominação de origem.

Art. 177. Considera-se indicação de procedência o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que se tenha tornado conhecido como centro de extração, produção ou fabricação de determinado produto ou de prestação de determinado serviço.

Art. 178. Considera-se denominação de origem o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que designe produto ou serviço cujas qualidades ou características se devam exclusiva ou essencialmente ao meio geográfico, incluídos fatores naturais e humanos.”

No estado de Alagoas já existem duas IGs reconhecidas. São elas a Indicação de procedência da Região das Lagoas Mundaú-Manguaba para o bordado filé (data de registro: 19/04/2016) e a Denominação de Origem dos Manguezais de Alagoas para a própolis vermelha e extrato de própolis vermelha (data de registro 17/07/2012) (SEBRAE/INPI, 2019). Apesar grande diversidade do saber-fazer regional no Baixo São Francisco e do avanço do conhecimento sobre essas atividades produtivas em nível estadual e nacional, ainda não existe nenhuma IG reconhecida ou em vias de reconhecimento na localidade (Lacerda et al. 2022).

Durante a V Expedição, o trabalho de pesquisa sobre o potencial de reconhecimento de IGs e marcas coletivas no Baixo São Francisco avançou substancialmente e envolveu a finalização da dissertação de mestrado da aluna Camila Lacerda, orientada pelos Professores Tatiana Luciano Baliano da UFAL e Alexandre Guimarães Vasconcellos do INPI (Lacerda, 2022), e da produção de uma lista de recomendações partilhada com a Prefeitura de Pão de Açúcar, destacando-se entre elas:

1. Elaboração e execução de um projeto arquitetônico com melhoramentos relacionados ao design do prédio onde fica localizada a cooperativa das bordadeiras, para que represente em sua estrutura, decoração e arquitetura o ambiente cultural ali existente, a história e a identidade do Bordado Boa Noite. Essa ação contribuirá para o conforto no local de trabalho das bordadeiras, para o associativismo e para reforçar a notoriedade alcançada pelo Bordado Boa Noite, podendo inclusive ser um polo de visitação para todos os interessados na arte desenvolvida na ilha;

2. Sustentabilidade da matéria-prima do pau pereiro utilizado no artesanato em madeira, com distribuição e cultivo de mudas de plantas e campanhas de conscientização para a preservação e manutenção da espécie vegetal, tanto na ilha quanto em todo o município;”

A partir dessas duas recomendações de ações na Ilha do Ferro foram estabelecidos os principais objetivos da pesquisa durante a VI Expedição. São eles:

1) Dar seguimento ao trabalho de identificação das produções regionais envolvendo processos criativos e o saber-fazer tradicional nas diversas localidades do Baixo São Francisco alcançadas pela expedição.

2) Identificar formas de favorecer o associativismo e identidade coletiva do saber-fazer local de base comunitária.

3) Consolidação de compromissos para a garantia da sustentabilidade das matérias-primas utilizadas nas diversas atividades produtivas identificadas e discussão participativa sobre a indissociabilidade dessa questão em relação à busca do reconhecimento de futuras IGs.

## **DESENVOLVIMENTO**

Esta pesquisa utilizou como metodologia técnicas de pesquisa participativa e, em especial, pesquisa-ação. Conforme definido por Thiollent (1985), a pesquisa-ação é um tipo de investigação social com base empírica, concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo em que os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

O planejamento da pesquisa-ação difere significativamente de outros tipos de pesquisa, não apenas em virtude de sua flexibilidade, mas, sobretudo, porque, além dos aspectos referentes à pesquisa propriamente dita, envolve também a ação dos pesquisadores e dos grupos interessados, o que ocorre nos mais diversos momentos da pesquisa. Daí porque torna-se difícil apresentar seu planejamento a partir de fases ordenadas temporalmente (GIL, 1991).

Na pesquisa-ação, ocorre um constante vaivém entre as fases, determinado pela dinâmica do grupo de pesquisadores em seu relacionamento com a situação pesquisada. Assim, o que se pode, à guisa de delineamento, é apresentar alguns conjuntos de ações que, embora não ordenados no tempo, podem ser considerados como etapas da pesquisa-ação (GIL, 1991).

São eles, segundo Gil (1991): a) fase exploratória; b) formulação do problema; c) construção de hipóteses; d) realização do seminário; e) seleção da amostra; f) coleta de dados; g) análise e interpretação dos dados; h) elaboração do plano de ação; i) divulgação dos resultados.

Durante a VI Expedição delineou-se cada fase da pesquisa-ação para o atendimento dos objetivos propostos:

A identificação das produções regionais envolvendo processos criativos e o saber-fazer tradicional nas diversas localidades do Baixo São Francisco alcançadas pela expedição seguiu como uma busca de novidades não “descobertas” nas expedições anteriores, constituindo, portanto, uma fase exploratória.

Já para o incremento dos desdobramentos do plano de ação concernente às atividades necessárias para o avanço das discussões sobre a necessidade e viabilidade da busca de reconhecimento de IG para as atividades do bordado boa noite e o artesanato em madeira da Ilha do Ferro, foi realizada uma roda de conversa na Associação Art-Ilha, na Ilha do Ferro, no dia 22 de novembro de 2023, reunindo artesãos do bordado boa noite, artesãos que trabalham com madeira, líderes comunitários e o Secretário Municipal de Administração, Ramom Carvalho, juntamente com outros representantes do poder público municipal e os pesquisadores da VI Expedição Científica Alexandre Guimarães Vasconcellos do INPI, Tatiane Luciano Baliano da UFAL e Ulysses Neves Rafael da UFS.

O trabalho prospectivo realizado durante a VI ECBSF das atividades envolvendo processos criativos e atividades baseadas no saber-fazer regional permitiu incorporar dois registros ao mapeamento.

O primeiro se refere ao artesanato de peças utilitárias, em sua maioria de vestimenta e de acessórios de vestuário utilizando o couro de tilápia. Esta atividade é desenvolvida por 7 mulheres e 1 homem que estão organizados em uma Associação denominada Associação dos Artesãos em Couro de Tilápia que conta com uma marca registrada no INPI denominada Estação Cangaço, que identifica o local que foi cedido pela prefeitura onde o couro de tilápia é produzido e as peças de artesanato são fabricadas e vendidas. A Estação Cangaço fica localizada no município de Piranhas no endereço: Avenida Batalha número 41, Bairro de Nossa Senhora da Saúde, telefone (82) 36863348. A presidente da associação atualmente é a Sra. Jussara que iniciou suas atividades na associação em 2007 através da Pastoral da Criança, num projeto para mães que tivessem interesse em desenvolver um ofício.

A pele in natura para a produção do couro de tilápia vem de Canindé do São Francisco e o material é doado para as artesãs processarem a pele e produzirem as peças a partir do couro acabado (bolsas, sapatos, bijuterias, etc...). O couro da tilápia produzido também é vendido para terceiros por 6 reais a unidade.

Conforme informado pela senhora Adriana que é do município de Pão de Açúcar mas já mora em Piranhas há 32 anos e trabalha no ofício do artesanato com couro há 17 anos, o couro da tilápia in natura é mantido congelado até o início do processamento. No início do processo o couro é deixado em água por três horas e após isso é colocado junto com água, cal e cinzas por 3 dias. Depois disso as peças são raspadas e colocadas em contato com amônia por três horas. Após serem bem lavadas, as peças são imersas na água junto com a casca do angico ou do coco para realçar a cor natural. Elas ficam na água do angico por no mínimo de 40 dias e são mexidas todos os dias. Depois disso as peças são bem lavadas e colocadas em óleo vegetal por 3 horas para tirar o cheiro. Depois as peças são colocadas para secar na sombra e esticar. Após esse processo as peças estão prontas para a confecção dos artesanatos.

Várias peças de artesanato também são feitas com couro de bode. Este é comprado a metro na região de Cabaceiras -Paraíba por 70 reais o metro e o material é enviado mediante encomenda.

A associação conta com marca registrada ativa no INPI sob o número de processo 910535787, com data de concessão em 03/04/2018 e, segundo a artesã Adriana, a marca registrada foi importante para melhorar a visibilidade do trabalho feito pelas associadas. Ela também destacou a página do Instagram como uma das formas de divulgar as peças e o trabalho da associação. Além disso, ressaltou o sonho de terem uma sede própria permanente que seja adequada para a realização de todas as etapas produtivas. Também destacou a importância de adquirir o equipamento “fulão” para automatizar o processo de produção, uma vez que a máquina mexe ininterruptamente as peças durante as etapas

que ocorrem em meio líquido.

O trabalho de produção das peças utilizando o couro de tilápia constitui a principal fonte de renda dessas mulheres e a renda obtida com o trabalho costuma ser entre 800 e 1000 reais por mês. A repartição dos rendimentos se dá pelo número de horas trabalhadas por mês e, segundo elas, esse foi o melhor sistema encontrado pois daí todas se envolvem coletivamente para que as peças produzidas tenham a melhor qualidade e sejam vendidas rapidamente sem gerar controvérsias sobre preferências pessoais na venda das peças.

**Figura 1:** Visita à Associação dos Artesãos em Couro de Tilápia – Estação Cangaço em Piranhas/AL durante a VI Expedição Científica do BSF (novembro de 2023).



Fonte: Autor, 2023.

**Figura 2:** Registro de marca em vigor – ESTAÇÃO CANGAÇO

BRASIL		Acesso à informação	Participe	Serviços	Legislação	Canais												
<p>Instituto Nacional da Propriedade Industrial Ministério da Economia</p> <p>Consulta à Base de Dados do INPI <span style="float: right;">[ Início   Ajuda? ]</span></p> <p>» Consultar por: No Processo   Marca   Titular   Cód. Figura <span style="float: right;">1/0</span></p>																		
Marca																		
Nº do Processo:	910535787																	
Marca:	ESTAÇÃO CANGAÇO																	
Situação:	Registro de marca em vigor																	
Apresentação:	Mista																	
Natureza:	De Serviço																	
<p><b>Classificação de Produtos / Serviços</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Classe de Nice</th> <th>Situação da Classe</th> <th>Especificação</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NCL(10) 41</td> <td>Vide Situação do Processo</td> <td>Organização de exposições para fins culturais ou educativos ...</td> </tr> </tbody> </table>							Classe de Nice	Situação da Classe	Especificação	NCL(10) 41	Vide Situação do Processo	Organização de exposições para fins culturais ou educativos ...						
Classe de Nice	Situação da Classe	Especificação																
NCL(10) 41	Vide Situação do Processo	Organização de exposições para fins culturais ou educativos ...																
<p><b>Classificação Internacional de Viena</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Edição</th> <th>Código</th> <th>Descrição</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>3.9.1</td> <td>Peixe, animais em forma de peixe</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>27.5.1</td> <td>Letras apresentando um grafismo especial</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>9.7.1</td> <td>Chapéus</td> </tr> </tbody> </table>							Edição	Código	Descrição	4	3.9.1	Peixe, animais em forma de peixe	4	27.5.1	Letras apresentando um grafismo especial	4	9.7.1	Chapéus
Edição	Código	Descrição																
4	3.9.1	Peixe, animais em forma de peixe																
4	27.5.1	Letras apresentando um grafismo especial																
4	9.7.1	Chapéus																
<p><b>Titulares</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nome</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Titular(1): Associação dos Artesaos em Couro de Tilapia</td> </tr> </tbody> </table>							Nome	Titular(1): Associação dos Artesaos em Couro de Tilapia										
Nome																		
Titular(1): Associação dos Artesaos em Couro de Tilapia																		
<p><b>Representante Legal</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nome</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> </tr> </tbody> </table>							Nome											
Nome																		
<p><b>Datas</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Data de Depósito</th> <th>Data de Concessão</th> <th>Data de Vigência</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20/01/2016</td> <td>03/04/2018</td> <td>03/04/2028</td> </tr> </tbody> </table>							Data de Depósito	Data de Concessão	Data de Vigência	20/01/2016	03/04/2018	03/04/2028						
Data de Depósito	Data de Concessão	Data de Vigência																
20/01/2016	03/04/2018	03/04/2028																
<p><b>Prazos para prorrogação de registro de marca</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Prazo Ordinário</th> <th>Prazo Extraordinário</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Início</td> <td>04/04/2027</td> <td>04/04/2028</td> </tr> <tr> <td>Fim</td> <td>03/04/2028</td> <td>03/10/2028</td> </tr> </tbody> </table>								Prazo Ordinário	Prazo Extraordinário	Início	04/04/2027	04/04/2028	Fim	03/04/2028	03/10/2028			
	Prazo Ordinário	Prazo Extraordinário																
Início	04/04/2027	04/04/2028																
Fim	03/04/2028	03/10/2028																

Fonte: Autor, 2024.

O segundo novo registro de atividade envolvendo o saber-fazer de uma determinada localidade foi no município de Santana do São Francisco em Sergipe, onde foi identificada forte atividade econômica relacionada ao artesanato de peças decorativas e da produção de peças utilitárias como filtros de água produzidos em barro.

Na produção das peças de artesanato em barro destaca-se a participação masculina. Os homens dedicam-se à feitura e queima das peças e as mulheres costumam se envolver com as atividades de pintura e venda das mesmas. O componente criativo também foi identificado e muitos artesãos já se destacam pelo componente autoral de suas peças, onde os próprios conseguem identificar a autoria pela simples observação das peças. Percebe-se também o orgulho e a satisfação dos artesãos com seu ofício e com a capacidade de tê-lo como “meio de vida”.

**Figura 3:** Local da “queima” das peças de artesanato feitas com barro em oficina localizada em Santana do São Francisco – Sergipe.



Fonte: Autor, 2023.

Sobre os objetivos 2 e 3 da pesquisa, analisados a partir da roda de conversa realizada na sede da Art-Ilha na Ilha do Ferro, observou-se que a partir do envolvimento de bordadeiras mais novas em idade, várias questões sobre quem poderia e deveria utilizar a reputação construída pela Ilha do Ferro no bordado boa noite começam a ser discutidas pela comunidade. Foi levantada a questão, por exemplo, se uma pessoa que aprendeu a técnica do bordado boa noite com as bordadeiras da Ilha do Ferro e foi morar em outra região poderia designar legitimamente suas peças como sendo da Ilha do Ferro. Nessa questão foi apresentado pelos autores da pesquisa que, no caso do interesse da comunidade no avanço do processo de reconhecimento da IG, essa questão teria que ser discutida coletivamente e os parâmetros sobre como o selo da IG deveria ser utilizado deveria partir deles e, uma vez decidido, iria integrar o caderno de especificações técnicas que é uma parte fundamental do pedido de reconhecimento da IG.

**Figura 4:** Roda de conversa realizada em 22 de novembro de 2023 com os artesãos da Ilha do Ferro, Poder Público Municipal e Pesquisadores da VI Expedição Científica do BSF.



Fonte: Autor, 2023.

Na questão concernente ao artesanato em madeira, foi possível verificar nas visitas à localidade durante as V e VI Expedição Científicas do BSF (2022 e 2023) que vários relatos apontam o pioneirismo do Sr. Fernando Rodrigues dos Santos, mais conhecido como Fernando da Ilha do Ferro, no labor criativo do artesanato em madeira na região. De acordo com a Galeria Estação, fundada em 2004 em São Paulo, que inaugurou um programa curatorial atendendo a uma ampla comunidade de vozes artísticas não canônicas e de autodidatas pioneiros, é dito sobre a biografia do Sr. Fernando (1928-2009) (Galeria Estação, 2024, apud Frota, 2005):

“Nasceu na casa mais antiga da Ilha do Ferro. Foi à escola, disse em depoimento a Celso Brandão, mas nunca aprendeu a escrever o nome, embora dissesse entender as inscrições rupestres presentes na região. Na primeira mocidade trabalhou em roça, plantando arroz, milho, feijão. Personagem provocador, na vida como nas artes, tem um livro, ditado e transcrito, de estórias picarescas, lembranças de caçadas e malandragem. Filho de fabricante de tamancos, iniciou-se nas artes produzindo pequenos objetos na oficina do pai. Aos 40 anos construiu sua primeira peça do mobiliário: uma espreguiçadeira. Nos anos 1970 retoma a profissão do pai, redesenhando os tamancos originais.

Em 1979 uma viagem ao Rio de Janeiro influirá também no seu percurso de inventor, pois já em 1980, de volta à casa, parte pra novas propostas, construindo o Bar Redondo, cujas mesas e bancos escultóricos deram início à sua carreira de escultor e designer de móveis. Bancos de sua autoria foram expostos em 1987, na mostra “Brésil, Arts Populaires”, no Grand Palais, Paris, e hoje estão na exposição permanente de arte popular do Centro Cultural de São Francisco, em João Pessoa, PB. Expôs no Museu de Arte Popular da Paraíba e na Casa Cor, São Paulo, em 2001, com prêmio para o ambiente do designer Arthur Casas, que incluiu a cadeira de três pés e espaldar alto de Fernando.

Participou da mostra “O Sentar Brasileiro” com 100 cadeiras e bancos, que inaugurou o novo Museu de Curitiba, de Oscar Niemeyer, onde três peças suas foram colocadas na sala principal ao lado dos móveis dos irmãos Campana. Tem um pronunciado gosto pelo orgânico, bem equilibrado em seu mobiliário, mas que, quando se transfere para a escultura que pratica na virada do século XX para o XXI, gera um não menos fascinante bestiário de criaturas apavorantes, frequentemente híbridas. Seus recortes muitas vezes conceituais da modernidade fazem-no igualmente representar como ex-voto um braço de



Ayrton Senna, com uma face de atabaque para percussão cerimonial pela morte do ídolo da Fórmula-1. Esse objeto tinha também a função de marmitta térmica nas suas caçadas, pois é revestido de alumínio. A presença de Fernando contribuía para a revelação gradual da Ilha do Ferro como um centro de criação habitado por numerosos artistas.

Essa visão do Sr. Fernando como uma mente extremamente criativa e inquieta, capaz de se inspirar na natureza, vendo formas zoomórficas (com aparência de bichos) repletas de sentido, onde outros só viam um toco de madeira ou um pedaço de pau, também foi relatado em comunicação pessoal por seu amigo, o Mestre Jackson (Doutor Honoris Causa Jackson Borges) e pela filha do Sr. Fernando, Dona Rejane, e foi capaz de inspirar muitos outros artistas na região.

O ofício de artesanato em madeira era praticamente exercido exclusivamente por homens na Ilha do Ferro e as mulheres, quando participavam, se dedicavam à pintura das peças, algum detalhe ou venda. Essa realidade começou a mudar recentemente e foi possível observar que a Sra. Camila, neta do Sr. Fernando, é uma jovem que vem se dedicando ao trabalho de artesanato em madeira na casa de sua família, sendo bastante respeitada por todos.

É notório que o artesanato em madeira da Ilha do Ferro vem se tornando cada vez mais conhecido em outras regiões do Brasil, bem como no exterior, e que os artesãos da Ilha já possuem certo grau de organização associativa em torno de seus interesses comuns. Essa é a principal condição para um potencial reconhecimento futuro de uma Indicação Geográfica.

**Figura 5:** Loja de grife de vestuário em Paraty - Rio de Janeiro em que a decoração da vitrine e do interior da loja é feita com peças de artesanato em madeira da Ilha do Ferro.



Fonte: Autor, 2023.

No entanto, no que tange à discussão sobre a sustentabilidade da matéria-prima utilizada, foi levantado por alguns artesãos que uma parte das madeiras utilizadas são oriundas de poda e de arraste de árvores durante a cheia do rio que “come os barrancos”. Também são utilizadas outras “madeiras mortas” ou restos de embarcações abandonadas nas margens do rio. No entanto, também foi relatado que algumas espécies estão escasseando rapidamente, sendo urgente um trabalho junto com a prefeitura, a universidade e a comunidade para o replantio dessas espécies, principalmente as de crescimento mais lento e as que crescem próximo da beira do rio, de maneira a evitar a extinção das mesmas na localidade e também evitar o assoreamento progressivo do Rio São Francisco. Dentre as espécies citadas para a confecção das peças artesanais em madeira na Ilha do Ferro estão:

1) Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*) que é uma árvore nativa da caatinga, principalmente em várzeas fluviais e terrenos próximos a elevações de terra. Sua madeira é clara e, segundo os artesãos é relativamente “macia” e fácil de ser trabalhada.

2) Imburana (*Commiphora leptophloeos*) que é uma árvore nativa na caatinga, no pantanal e no chaco. Seu nome popular deriva palavras em língua tupi y-mb-ú (árvore de água) e ra-na (falso), formando assim a palavra imburana (falso imbu).

3) Craibeira (*Tabebuia aurea*) que, segundo o Instituto do Meio Ambiente do estado de Alagoas (2024), é a árvore símbolo do Estado de Alagoas, sendo conhecida popularmente como “Craibeira”, “Caraíba” e “Ipê-amarelo”. A espécie é predominantemente encontrada em regiões semiáridas, especificamente no bioma Caatinga. No entanto, registros de sua ocorrência também foram documentados em outros domínios vegetacionais do estado, geralmente em condições de cultivo. Caracteriza-se como caducifólia, evidenciando a perda de folhagem em determinadas estações climáticas, período no qual a floração torna-se o aspecto visual mais proeminente. Devido à sua floração vistosa e atrativa, a espécie é frequentemente empregada em processos de herborização e no paisagismo de áreas urbanas.

4) Mulungu (*Erythrina mulungu*) que é uma espécie de árvore endêmica do Brasil, encontrada no Cerrado, Caatinga, Amazônia e Mata Atlântica.

**Figura 6:** Atividade de artesanato em madeira na Ilha do Ferro.



Fonte: Autor, 2023.

**Figura 7:** Peça com aparência zoomórfica fabricada na Ilha do Ferro.



Fonte: Autor, 2023.

## **CONCLUSÃO**

A identificação de duas novas atividades envolvendo o saber-fazer regional referente ao artesanato a partir do couro de tilápia no município de Piranhas e do artesanato em barro no município de Santana do São Francisco deixam claro a grande riqueza cultural relacionada ao saber-fazer criativo na Região do Baixo São Francisco. A divisão das atividades laborais entre homens e mulheres nos ofícios artesanais levantam interessantes questões sobre as estruturas familiares na região, sobre como o protagonismo feminino em algumas atividades está contribuindo para o aumento de renda das famílias e para a emancipação econômica através do trabalho das mulheres. Estas questões específicas relacionadas ao saber-fazer artesanal e gênero estão sendo aprofundadas em pesquisa conjunta em colaboração com o Professor Ulysses Neves Rafael e serão objeto de um trabalho em continuação sobre o tema.

Sobre as estratégias que devem ser buscadas para avançar com as discussões sobre a importância do reconhecimento das IGs para a comunidade e, ao mesmo tempo, solucionar a questão da sustentabilidade das madeiras regionais, especialmente o pereiro, que são utilizadas de maneira sistemática no artesanato e tem as especificidades que identificam a regionalidade das peças produzidas, propomos o envolvimento de instituições como o INPI e o SEBRAE, juntamente com a prefeitura, para estabelecer um programa de mentoria em IG junto com a comunidade da Ilha do Ferro, que integra o município de Pão de Açúcar, de maneira a dar andamento às atividades já iniciadas no âmbito das Expedições Científicas do Baixo São Francisco.

Além disso, reitera-se fortemente a recomendação feita durante a V Expedição para a construção de um horto botânico para geração de mudas e garantia do replantio das espécies utilizadas.

**Figura 8:** Espécie de árvore conhecida como Pereiro – amplamente utilizada no artesanato em madeira na Ilha do Ferro



Felizmente essa recomendação parece estar em linha com o entendimento da prefeitura de Pão de Açúcar que informou durante a roda de conversa, através de seu representante, Sr. Ramon Carvalho, que iria dar início à construção do horto botânico para a geração de mudas para o replantio das espécies ainda em 2023.

Em relato posterior, feito no mês de abril de 2024, foi informado pelo Sr. Ramon Carvalho que foi construído um viveiro, cujo objetivo é promover o tema da sustentabilidade na comunidade e o reflorestamento das espécies locais. Também foi informado que a comunidade local foi capacitada, junto com o SEBRAE, sobre a importância do reflorestamento e manuseio para a multiplicação das espécies. Além disso, foi relatada a criação da associação dos artesãos em madeira e realizado, junto com o SEBRAE, o REFLORESÇA ILHA, onde foram plantados cerca de mil mudas de espécies da região.

**Figura 9:** Atividade junto com os artesãos da Ilha do Ferro sobre a importância do reflorestamento e manuseio para a multiplicação das espécies.



Fonte: Ramon Carvalho, 2023.

A execução de projetos estruturantes para solucionar gargalos da cadeia produtiva têm sido apontada como uma demanda desafiadora e de longo prazo para a efetividade e incremento do reconhecimento de um produto com indicação geográfica no mercado (Benitz et al., 2024). No caso da Ilha do Ferro, as ações visando a sustentabilidade das madeiras utilizadas no artesanato são fundamentais para que a atividade, que está se tornando cada vez mais conhecida e apreciada na região e em outras partes do país, possa se consolidar de uma maneira que possa atender à várias gerações na Ilha do Ferro. Dessa forma, em face de um potencial reconhecimento de indicação geográfica no futuro, a atividade poderá tornar-se, de fato, um vetor de desenvolvimento sustentável na região, contribuindo para a geração de renda, preservação ambiental e manutenção da biodiversidade, turismo e fixação dos jovens na localidade com trabalho digno.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benitz, T., Gonçalves, A.C.T., Conceição, R.M., Bentes, R., Vasconcellos, A.G. DENOMINAÇÃO DE ORIGEM PARA O PIRARUCU MAMIRAUÁ: PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO. Revista INGI - Indicação Geográfica e Inovação. Vol 8, n.2, p.2610-2623. Abr/Mai/Jun (2024).

Brandão, F.S., Ceolin, A.C., Canozzi, M.E.A., Révillion, J.P.P., Barcellos, J.O.J. CONFIANÇA E AGREGAÇÃO DE VALOR EM CARNES COM INDICAÇÃO GEOGRÁFICA. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. Vol.64, n.2. Abr (2012).

BRASIL . LEI DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL - LEI Nº 9.279, DE 14 DE MAIO DE 1996. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9279.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9279.htm)>. Acesso em: 30 de abril de 2024.

Frota, L. C. PEQUENO DICIONÁRIO DO POVO BRASILEIRO, SÉCULO XX. Aeroplano, 2005.

Freire, N.C.F.; Gomes, R.M.F.P. organizadores; [colaboradores] Vila Nova, S.R.M... [et al]. PERFIL SOCIOECONÔMICO MUNICIPAL E ASPECTOS GEOAMBIENTAIS DO BAIXO SÃO FRANCISCO. Maceió : Edufal, 2023.

Galeria Estação. BIOGRAFIA DE FERNANDO DA ILHA DO FERRO (FERNANDO RODRIGUES DOS SANTOS) 1928-2009, ILHA DO FERRO, ALAGOAS. Disponível em: < <https://www.galeriaestacao.com.br/pt-br/artista/18/fernando-da-ilha-do-ferro> >. Acesso em: 30 de abril de 2024.

Gil, A.C. COMO ELABORAR PROJETOS DE PESQUISA. 19.ed. São Paulo: Atlas, 1991. 159p.

Instituto do Meio Ambiente do Estado do Alagoas. ESPÉCIES REPRESENTATIVAS E PRINCIPAIS ÁREAS DE COLETA. Disponível em: < <https://www2.ima.al.gov.br/especies-representativas-e-principais-areas-de-coleta/> > . Acesso em: 30 de abril de 2024.

Lacerda, C. M. ESTUDO DA VIABILIDADE DA INDICAÇÃO GEOGRÁFICA DO BORDADO BOA NOITE PRODUZIDO NA ILHA DO FERRO NO SERTÃO DE ALAGOAS. Dissertação de Mestrado. PROFNIT, Alagoas; 2022.

Lacerda, C., Balliano, T. L., Vasconcellos, A.G. INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS NA REGIÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO: PROSPECÇÃO DE CAMPO PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL

PARA NOVOS RECONHECIMENTOS, COM DESTAQUE PARA A ILHA DO FERRO. In: O Baixo São Francisco: características ambientais e sociais (volume II). Emerson Carlos Soares, José Vieira Silva e Themis Silva [orgs.]. Maceió, AL; EDUFAL; 2022.

Martins, I.S.S.; Vasconcellos, A.G. A RELAÇÃO ENTRE O REGULAMENTO DE USO DAS INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS E O CONHECIMENTO TRADICIONAL: O CASO DO GUARANÁ ENVOLVENDO OS TERRITÓRIOS DE MAUÉS E DA TERRA INDÍGENA ANDIRÁ-MARAU. Cadernos de Prospecção – Salvador, v. 13, n.1, p. 293-308. Mar (2020). SEBRAE/INPI. INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS BRASILEIRAS. Giesbrecht, H.O., Minas, R.B.A. (coordenadores). -6.ed. – Brasília: Sebrae, INPI, 2019.

Soeiro, A. AS INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS NA EUROPA: PASSADO, PRESENTE E FUTURO. Apresentação on-line em 05 de junho de 2021. Uesc, Brasil. Disponível em: < [https://www.youtube.com/watch?v=\\_jBcHgl4N9E&t=262s](https://www.youtube.com/watch?v=_jBcHgl4N9E&t=262s) > Acesso: 30 de abril de 2024.

Thiollent, M. METODOLOGIA DE PESQUISA-AÇÃO. São Paulo: Cortez, 1985.

# 17. PRÁTICAS CORPORAIS DO BAIXO SÃO FRANCISCO: A HEGEMONIA FUTEBOLÍSTICA E O BRINCAR LIVRE COM O RIO

Área de conhecimento: Esporte e sociedade.

Silvan Menezes dos Santos<sup>1</sup>

Leonea Vitória Santiago<sup>2</sup>

José Cícero Pereira da Silva<sup>3</sup>

Marisa Alves Feitosa<sup>4</sup>

Rose Tatyane de Souza Tavares<sup>5</sup>

Thayná Patrício dos Santos<sup>6</sup>

Vanessa Higino dos Santos<sup>7</sup>

Gustavo Gomes de Araujo<sup>8</sup>

## RESUMO

Identificamos, em 2022, que há no Baixo São Francisco uma monocultura futebolística hegemônica, precarizada para meninas e mulheres. Intrigados com o caráter restritivo deste cenário, estabelecemos como problema de pesquisa para a edição de 2023: O que essas populações ribeirinhas praticam com os seus corpos nos seus tempos livres e como essas práticas se relacionam com o Rio São Francisco? O objetivo geral foi cartografar as práticas corporais e os seus lugares de vivência nas cidades e povoados alagoanos visitados. Realizamos um trabalho simultâneo de extensão e de pesquisa. Ao mesmo tempo que o Projeto Academia & Futebol Alagoas desenvolveu práticas de divulgação, experimentação e educação sobre o futebol de mulheres com meninas e meninos, ampliamos o escopo investigativo de caráter exploratório e descritivo, com abordagem qualitativa dos achados. O procedimento base adotado para as atividades educativas de extensão em todas as cidades foi composto por: i) uma roda inicial de conversa com as meninas e meninos participantes; ii) um jogo especial focalizado no trabalho com competências socioemocionais ou temas transversais, tais como igualdade de gênero e diversidade) uma roda de conversa final para relato das percepções sobre a experiência. No total participaram 306 pessoas, sendo 220 meninas e mulheres. Para a pesquisa adotamos a técnica de entrevista aberta como forma de busca e de conhecimento sobre os jeitos de ser, estar e viver destas populações.

**Palavras-chave:** Futebol; Mulheres; Etnografia; Lazer.

1 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (IEFE/UFAL)

2 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (IEFE/UFAL)

3 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (IEFE/UFAL)

4 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (IEFE/UFAL)

5 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (IEFE/UFAL)

6 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (IEFE/UFAL)

7 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (IEFE/UFAL)

8 Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas (IEFE/UFAL)

Em 2022, o projeto Academia & Futebol de Alagoas, coordenado pela Universidade Federal de Alagoas (Ufal), identificou durante a V Expedição Científica do Baixo São Francisco que a cultura futebolística está presente, faz parte do imaginário e se manifesta como prática corporal de meninas e mulheres das sete cidades ribeirinhas visitadas. Ainda que não tenhamos identificado, em nenhuma delas, um nível especializado de relação e desempenho com o jogo, garotas de Pão de Açúcar e do Povoado Chinaré, em Igreja Nova, apresentaram características de um nivelamento intermediário de jogabilidade (SANTOS et al., 2023).

Na ocasião, compreendemos também que a imagem cultural mais presente nas localidades é do futebol como prática majoritariamente masculinizada. O futebol de mulheres e o seu principal símbolo contemporâneo, a jogadora alagoana Marta, ainda trafegam de modo periférico e fragmentado nesta região, sobretudo quando colocados lado a lado com a representação do futebol masculino e do jogador Neymar Junior (SANTOS et al., 2023).

Deduzimos, a partir dos achados da pesquisa, que o futebol de meninas e mulheres do Baixo São Francisco manifesta a precarização sistêmica do acesso a bens e fenômenos culturais globais, tal como a cultura futebolística, para aquelas e aqueles que vivem na periferia da globalização. As meninas interessadas têm a esperança de seguir jogando e sonhando sustentada apenas no seu respectivo “dom” de jogar. Não há uma rede de formação e desenvolvimento de ambiências para a prática sistêmica do futebol de mulheres na região. Mais da metade delas sequer têm incorporada a imagem da Marta em suas mediações culturais. Ou seja, nem como educação, tampouco como bem cultural de lazer e cidadania, o futebol de mulheres tem se estabelecido nas localidades mapeadas.

Os dados de 2023 assemelham-se ao cenário encontrado em 2022 no que diz respeito ao nivelamento técnico intermediário e precarização de acesso as práticas corporais, especialmente o futebol. Após o diálogo e planos de ação estabelecidos com as prefeituras, secretarias de esporte e educação e professores municipais em 2022, foi possível observar em 2023 o mesmo padrão de incentivo, com iniciativas municipais limitadas para desenvolver a modalidade e os aspectos sociais, físicos e cognitivos atrelados ao esporte.

Diante deste primeiro mergulho investigativo, descritivo e indiciário nas belezas, contradições e resistências das cidadãs, mulheres e meninas, do Baixo São Francisco, para o ano de 2023, na VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, compreendemos que era necessário ampliar nossos olhares para este território e suas relações com as práticas corporais. Nesse sentido, sabendo que havia ali uma monocultura futebolística hegemônica, precarizada para meninas e mulheres, estabelecemos como problema de pesquisa a seguinte questão: O que essas populações ribeirinhas praticam com os seus corpos nos seus tempos livres e como essas práticas se relacionam com o Rio São Francisco?

Como forma de buscar indícios e sintomas sociais para este questionamento, partimos com o objetivo geral de cartografar as práticas corporais e os seus lugares de vivência nas cidades e povoados alagoanos visitados pela Expedição.

## **METODOLOGIA**

Assim como na quinta edição da Expedição, neste ano de 2023 realizamos um trabalho simultâneo de extensão e de pesquisa durante os dias de atividades nas cidades visitadas. Ao mesmo tempo que o Projeto Academia & Futebol Alagoas desenvolveu propostas práticas de divulgação, experimentação e educação sobre o futebol de mulheres com meninas e meninos, também ampliamos o nosso escopo investigativo de caráter exploratório e descritivo, com abordagem qualitativa dos achados.

Na dimensão da extensão, junto às secretarias de educação e esporte das cidades



mobilizamos crianças e adolescentes na faixa etária de 10 a 17 anos, tendo como prioridade meninas, mas sem excluir a participação de meninos, e realizamos festivais esportivos em espaços definidos, antecipadamente, pelas próprias prefeituras. O local destinado para estas práticas variou em cada um dos municípios. Alguns nos alocaram em quadras, outros em ginásios e os demais em campos gramados de futebol.

O trabalho educativo desenvolvido nesta VI Expedição foi ampliado para além do futebol. Associamos esforços da Secretaria do Estado de Esporte, Lazer e Juventude, com a Federação Alagoana de Futebol e o Ministério do Esporte nas ações em todos os municípios alagoanos visitados e, assim, trabalhamos com outras modalidades esportivas, tais como o voleibol e o badminton. Em cada localidade foram doados quites com bolas e coletes de futebol, bolas e rede de voleibol, bem como raquetes e petecas de badminton.

O procedimento base adotado para as atividades educativas de extensão em todas as cidades foi composto por: i) uma roda inicial de conversa com as meninas e meninos participantes; ii) um jogo especial focalizado no trabalho com competências socioemocionais ou temas transversais, tais como igualdade de gênero e diversidade; iii) uma roda de conversa final para relato das percepções sobre a experiência. Participou dos festivais nas sete cidades alagoanas um total de 306 pessoas, sendo 220 meninas e mulheres, que eram o público prioritário das nossas ações.

**Figura 1:** Roda de conversa entre monitoras e meninas ribeirinhas.



Fonte: Acervo das/dos autoras/es.

Em relação à pesquisa, como dito, mantivemos o caráter descritivo e exploratório do estudo por se tratar de uma ampliação do espectro compreensivo e interpretativo das culturas corporais de movimento de cada cidade. Para operacionalização deste intento estabelecemos a técnica de entrevista aberta como forma de busca e de conhecimento sobre os jeitos de ser, estar e viver destas populações. Nos encontramos com o Rio e com os ribeirinhos barranqueiros para dialogar, conversar, jogar conversas fora e, assim,

estar de perto e de dentro das suas práticas corporais e das suas experiências de lazer cotidianas, inspirados por uma abordagem antropológica e etnográfica destes fenômenos (MAGNANI, 2002).

As conversas coletivas ou individuais estabelecidas com ribeirinhas e ribeirinhos ao longo dos dez dias de Expedição foram registradas em diário de campo por todas/os as/os pesquisadoras/es. Gravamos somente quando autorizadas pelas/os participantes da pesquisa. No total contabilizamos aproximadamente 220 diálogos. Foram conversas com meninas, meninos, mulheres, homens, gestoras/es municipais e professoras/es, constituindo um grupo diverso em sua faixa etária, no gênero e no papel social que exercem em suas respectivas localidades.

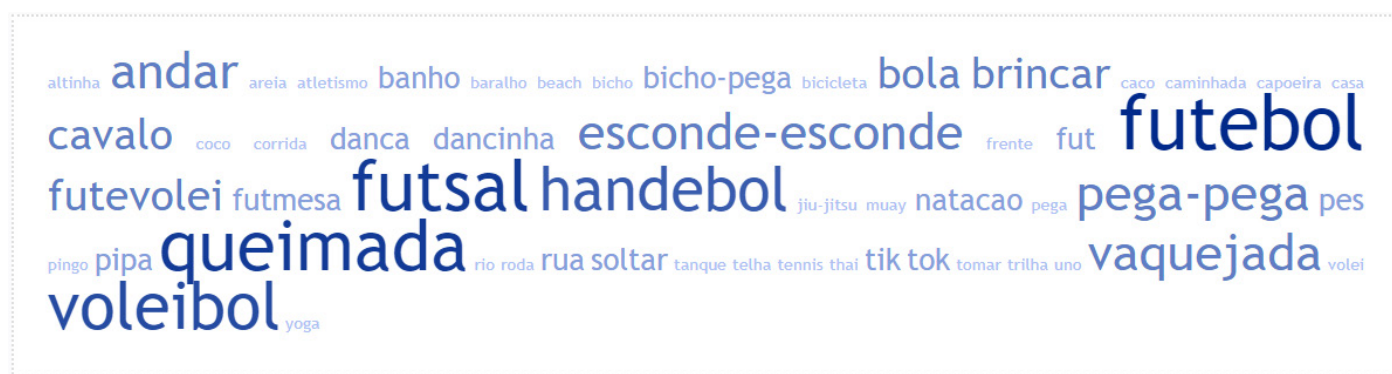
É sabido que a pesquisa qualitativa tem maior interesse pelo processo do que pelos resultados, onde os aspectos subjetivos dos fenômenos sociais tornam-se objeto de estudo. Tais fenômenos ocorrem em determinado tempo, local e cultura. O trabalho de campo é o momento em que o pesquisador mergulha no território onde os fenômenos acontecem. Nesse estudo, mergulhamos no Rio São Francisco para buscar a compreensão dos símbolos, das crenças, dos valores e das relações humanas desse grupo social ribeirinho. A roda de conversa foi realizada prioritariamente com meninas e mulheres, incluindo gestoras e professoras, ao longo das atividades de extensão.

## ACHADOS DOS ESTUDOS

Sobre a prática do futebol de mulheres nas localidades alagoanas visitadas pela Expedição, para além dos achados sobre nível de desempenho e jogabilidade mapeados por Santos et al. (2023) na edição de 2022, identificamos a presença de times femininos em cinco das sete cidades. Somente em Piranhas e no Povoado Chinaré, em Igreja Nova, as meninas informaram não haver equipes constituídas.

Em relação às práticas cotidianas das populações nas cidades, a partir das duas centenas de diálogos que estabelecemos, mapeamos cerca de 55 diferentes manifestações de práticas corporais. Entre elas estão jogos esportivos, brincadeiras populares, danças tradicionais e outras expressões emergentes da cultura corporal de movimento, tais como o Beach Tennis e o Futmesa. Na figura 1 é possível visualizar a multiplicidade de práticas anunciadas e algumas até mesmo observadas enquanto estivemos nas cidades.

**Figura 2:** Nuvem de palavras composta pelas práticas corporais anunciadas e observadas



Fonte: Gerada pelo Tagcrowd.com a partir do diário de campo das/dos pesquisadoras/es

Para o exercício cotidiano destas práticas, escutamos e observamos que as quadras e os campos de futebol públicos destas cidades se configuram como equipamentos específicos de lazer fundamentais para o gozo deste direito social constitucional. Paralelamente a estes, por sua vez, as escolas e as ruas citadinas apresentaram-se como outros equipamentos não específicos cruciais para as vivências dos lazes destas populações. Em especial para as crianças e adolescentes, as aulas de Educação Física foram descritas como tempos e espaços únicos e exclusivos para muitas das vivências lúdicas e esportivas que elas e eles experimentam em suas vidas.

Os 7 municípios apresentaram os seguintes dados populacional: 1) Piranhas. 11.689 mulheres no município; 2) Pão de Açúcar. 12.089 mulheres no município; 3) Traipu. 11.803 mulheres no município; 4) São Brás. 3.381 mulheres no município; 5) Igreja Nova. 10.791 mulheres no município; 6) Penedo. 30.665 mulheres no município; 7) Piaçabuçu. 8.112 mulheres no município. Traipu e Piaçabuçu foram os municípios com maior capacidade de mobilização de meninas e mulheres nas atividades durante a Expedição (n=60 em cada município, equivalente a 0,50% e 0,73% respectivamente). Os municípios de Pão de Açúcar e Penedo, cada um mobilizou 30 meninas e mulheres, equivalente a 0,24% e 0,09% respectivamente. Piranhas (n=19, equivalente a 0,16%), São Brás (n=17, equivalente a 0,50%) e Igreja Nova (n=4, equivalente a 0,03%) foram os municípios com menor capacidade de aproveitamento da VI Expedição. Vale ressaltar que durante a Expedição foram abordados temas relacionados a desigualdade de gênero, desvalorização das mulheres no esporte e estratégias para estimular a prática por meio de apresentação e discussão com a comunidade sobre as mulheres desportistas referência.

Proporcionalmente, a procura de meninas e mulheres para as práticas esportivas, apesar da divulgação e magnitude da VI Expedição foi baixa e não apresenta linearidade com o número absoluto de mulheres do município. Penedo foi o município com maior número populacional, mas apresentou o menor índice de mulheres proporcionalmente. Por outro lado, Piaçabuçu foi o segundo menor município populacional, mas apresentou a maior procura pela ação do A&F. Em relação ao nível técnico, Piranhas, Traipu, São Brás e Igreja Nova, foram classificados como Intermediário-Avançado. Pão de Açúcar, Penedo e Piaçabuçu, apresentaram um nível técnico classificado como Iniciante-Intermediário. Desses municípios, Piranhas e Igreja Nova não possui time de futebol, Penedo conta com times escolares e os demais apresentam times com encontros para a prática e competições sistematicamente.

O mapeamento regional realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponível no livro “Perfil Socioeconômico Municipal e Aspectos Geoambientais do Baixo São Francisco 2023” (Freire e Gomes, 2023), identifica áreas esportivas nas cidades ribeirinhas visitadas pela VI Expedição. Listamos elas no Quadro 1.

**Quadro 1:** Áreas esportivas cartografadas pelo IBGE nas cidades ribeirinhas alagoanas visitadas pela Expedição.

Cidade	Áreas Esportivas	População (residente)	Área (km <sup>2</sup> )	Densidade Demográfica (hab/km <sup>2</sup> )
Piranhas	- 1 Campo de Futebol - 2 Ginásios de Esportes	22.609	403,995	55,96
Pão de Açúcar	- 3 Não especificadas	23.823	688,87	34,58
Traipu	- 1 Estádio Municipal - 1 Ginásio	23.565	681,577	34,57
São Brás	- 2 Não especificadas	6.555	139,038	47,15
Igreja Nova	- 2 Não especificadas - 1 Quadra Poliesportiva	21.372	426,538	50,11
Penedo	- 4 Não especificadas	58.647	688,452	85,19
Piaçabuçu	- 1 Ginásio Poliesportivo - 1 Quadra de Esportes - 1 Estádio Municipal Orlandão	15.897	243,686	65,24

Fonte: Autor, 2024.

Por meio do diálogo com as populações ribeirinhas, como previsto na metodologia do trabalho, buscamos informações sobre os lugares das cidades e povoados onde elas vivenciam suas práticas corporais e esportivas com vistas ao lazer. Listamos no quadro 2 os achados desta questão investigada.

**Quadro 2:** Espaços de práticas corporais e esportivas anunciadas pelos participantes e visualizados por pesquisadoras/es da pesquisa em cada cidade visitada pela Expedição.

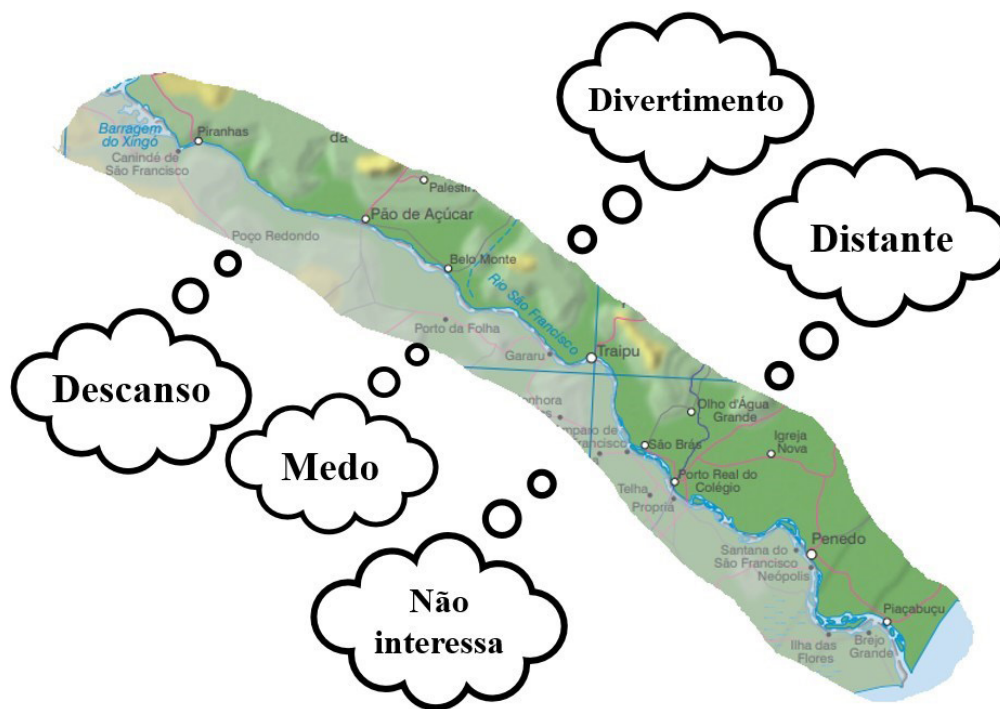
	Piranhas	Pão de Açúcar	Traipu	São Brás	Igreja Nova	Penedo	Piaçabuçu
Academia ao ar livre		X	X	X			
Aldeia				X			
Aterro					X		
Aulas de Educação Física	X	X	X		X	X	X
Campo de futebol	X	X	X	X	X	X	X
Casa							X
Clube	X	X	X			X	
Escolas	X	X			X	X	
Ginásio			X	X			X
Piscinas Públicas	X		X			X	
Pista de Skate		X					
Praça		X	X	X			
Quadra esportiva	X			X	X	X	X
Quadra de areia	X			X		X	
Rio São Francisco (beira)	X	X	X	X	X		
Rio São Francisco (dentro)	X	X	X	X		X	X
Rio São Francisco (Orla)			X				
Ruas da cidade		X		X	X	X	X

Fonte: Autor, 2024.

Ao relacionarmos os achados da escuta qualificada junto a população em seu território durante a Expedição com os dados levantados pelo IBGE, identificamos, em primeiro lugar, que o trabalho desenvolvido neste programa científico multidisciplinar é fundamental para o reconhecimento, sistematização e prospecção de políticas públicas assertivas. Em segundo lugar, demonstra a relevância dos ginásios escolares, das aulas de Educação Física escolar, dos campos de futebol, mas também do Rio São Francisco nestes contextos como espaço-tempo de vivências corporais/esportivas, de modo a retroalimentar a cultura corporal, esportiva e do lazer. Por fim, verificamos assim o desequilíbrio distributivo de espaços esportivos específicos entre a população e as áreas municipais da região do Baixo São Francisco em Alagoas.

Ademais, nestes primeiros olhares e escutas primárias aqui registrados, identificamos uma polissemia sobre a relação com o Velho Chico. Para alguns não há sequer interesse em mergulhar nele. Para outros não é viável a visita ao Rio no cotidiano, pois vivem em comunidades, assentamentos ou povoados afastados dos barrancos e não existe mobilidade para o deslocamento até ele. Há quem tenha uma relação de medo com as águas do articulador nacional. Existem aquelas/es que o têm como espaço e tempo para o descanso e o divertimento dos finais de semana.

**Figura 3:** Relações das populações ribeirinhas visitadas com o Rio São Francisco para as práticas corporais e esportivas voltadas ao lazer.



Fonte: elaborada pelas/os autoras/es

Nas andanças pelos barrancos e navegações pelas águas do rio, em meio aos achados ilustrados na figura 1, vimos crianças, jovens e adultos que se misturam com as águas do Rio São Francisco. Se banham. Nadam. Brincam. Mergulham. Jogam. Navegam. Respeitam. Contemplam.

**Figura 4:** Criança no encontro com o Rio São Francisco.



Fonte: Acervo dos/das autores/as.

A figura 4, por sua vez, nos apresenta o Rio como escola. Ou melhor, como outro lugar de aprender e de viver, apesar dela. Vemos, então, o Velho Chico como educador da vida de uma criança. Os primeiros passos misturam-se com os primeiros mergulhos. O que vem antes? Andar ou mergulhar? Seria possível se equilibrar nas suas águas? A figura 5 nos responderia que sim.

**Figura 5:** Crianças brincam livres em cinestesia com o Rio.



Fonte: Acervo dos/das autores/as.

O desequilíbrio ecológico causado pela oscilação das vazantes do Rio determinada pela companhia hidroelétrica, ou então pela poluição de lixos e esgotos jogados nele por 520 dos 521 municípios que o margeiam, não são páreos para o equilíbrio das crianças ribeirinhas. Ali, corpo e rio se misturam de modo cinestésico. Assim, parece a chance para o reequilíbrio ecossistêmico.

**Figura 6:** Crianças brincam com/no Rio em frente a uma saída de esgoto e depósito de lixo.



**Fonte:** Acervo dos/das autores/as.

Como vemos na figura 6, é como se fossem um só corpo. Humano-Rio ou Rio-Humano. Resistem à ruptura moderna entre humano e natureza. Ignoram a poluição emergente do Rio. Se negam a rejeitá-lo, a abandoná-lo. O Rio é casa. É lar. É lazer. É viver.

## **CONSIDERAÇÕES**

Os exercícios práticos de extensão e pesquisa a que nos propomos nesta edição da Expedição planam no universo do paradigma indiciário de ser e estar como pesquisadoras/es em contextos ribeirinhos tão únicos como as sete cidades alagoanas visitadas. Em nossos primeiros diálogos analíticos das observações e diálogos estabelecidos com as comunidades ressaltamos o sentimento de desejo pela ação transformadora de muitas destas realidades sociais. São muitos povoados, cidades, barrancos de Rio, pessoas abandonadas, esquecidas pelo poder público. Povos que vivem às margens do articulador nacional e nunca foram conectadas à direitos constitucionais básicos para o exercício da cidadania. Ao mesmo tempo, nos encantamos a todo instante pela sabedoria popular expressa em cada fala, em cada gesto. Pela simplicidade com que lidam com a vida cotidiana. Pela força de meninas e mulheres em materializarem o desejo de jogar futebol. Pela resistência, ousadia e sagacidade das crianças ao brincarem com o Rio, sem jamais abandoná-lo.

A relevância da escola, das aulas de Educação Física e do Rio São Francisco, conforme identificamos, como lócus para as vivências de práticas corporais e esportivas voltadas ao lazer dessas populações é o indicativo principal sobre a necessidade do desenvolvimento de políticas que unam os setores da Educação, da Cultura, do Esporte e do Meio Ambiente. É a contraditória e forte relação de medo, respeito e desejo dessas populações para com o Rio nos seus tempos e espaços de lazer que pode se configurar como um dos caminhos para a revitalização dele, combatendo a partir da força popular contra as oscilações de suas vazões e os depósitos de esgotos das cidades.

## **AGRADECIMENTOS**

Ministério do Esporte, Governo Federal pelo fomento ao Programa Academia & Futebol. Yasmin Freitas Abrantes, Suzana Prates e Mayara Pires.

## **REFERÊNCIAS**

FREIRE, N. C. F.; GOMES, R. M. F. P. Perfil socioeconômico municipal e aspectos geoambientais do Baixo São Francisco 2023. Maceió: Edufal, 2023. Disponível em: <https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/publicacoes/e-books/perfil-socioeconomico-bsf-2023.pdf/view>. Acesso em 25 de abril de 2024.

MAGNANI, J. G. C.. De perto e de dentro: notas para uma etnografia urbana. Revista Brasileira de Ciências Sociais, v. 17, n. 49, p. 11-29, jun. 2002.

SANTOS, S. M. D. et al. O futebol de meninas ribeirinhas: imaginário, possibilidades, sonhos e desejos. In: SOARES, E. C. et al. Relatório final da V Expedição Científica do Baixo São Francisco. Maceió: UFAL, p. 336-353, 2023. Disponível em: <https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/publicacoes/relatorios/relatorio-final-v-expedicao-cientifica-bsf.pdf/view>. Acesso em 15 de dezembro de 2023.



**EDUCAÇÃO AMBIENTAL E  
SANEAMENTO RURAL**

# 18. IBGE NA VI EXPEDIÇÃO CIENTÍFICA DO BAIXO SÃO FRANCISCO

Área de conhecimento: Ciências humanas.

Neison Cabral Ferreira Freire<sup>1</sup>  
Silvânia da Rocha Medeiros Vila Nova<sup>2</sup>

## RESUMO

Em sua primeira participação no Programa da Expedição Científica do Baixo São Francisco, o IBGE empreendeu esforços em diversas frentes que envolveram um total de 20 profissionais que atuam como servidores e agentes públicos que contribuem para a mais ampla disseminação dos dados e informações geradas pelas pesquisas estruturais e conjunturais do instituto, com destaque para os resultados do Censo Demográfico 2022. As atividades contaram com ações junto aos públicos infantojuvenil e adulto, promovendo a democratização do acesso ao conhecimento gerado pelo IBGE. O principal objetivo foi o letramento geográfico e estatístico da população ribeirinha dos municípios que integraram a VI Expedição, bem como ampliar a compreensão sobre as diferentes possibilidades de acesso às fontes físicas e digitais existentes nos canais oficiais do IBGE. Foram desenvolvidos produtos exclusivos que deram suporte às ações em campo, como livros, mapas, folhetos, apresentações e um banco digital de dados geoespaciais da região do Baixo São Francisco. Foram realizadas doações para as Secretarias de Educação Municipais de centenas de publicações, além daquelas que compuseram kits tecnocientíficos entregues diretamente à população. Tanto a programação planejada como aquelas que surgiram de forma tempestiva em campo, foram concretizadas com êxito pela equipe responsável. Foram sete meses de trabalho intenso, desde a ideação sobre a participação e potenciais contribuições do IBGE, passando por planejamentos e articulações internas e externas, organização e logística de material bibliográfico e material de apoio, até a mobilização de recursos físicos e financeiros, envolvendo a infraestrutura de transporte, equipamentos, alimentação e hospedagem das equipes.

**Palavras-chave:** letramento geográfico e estatístico; IBGE; Rio São Francisco; dados geoespaciais; democratização do acesso ao conhecimento; educação; inovação social.

---

1 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Superintendência Estadual em Alagoas – SES/AL. Chefe da Seção de Disseminação de Informações em Alagoas – SDI/AL e Coordenador das atividades do IBGE na VI expedição Científica do Baixo São Francisco. E-mail: neison.freire@ibge.gov.br

2 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Superintendência Estadual em Alagoas – SES/AL. Analista de Planejamento e Gestão de Informações Geográficas e Estatísticas da Seção de Disseminação de Informações em Alagoas – SDI/AL. Articuladora e responsável pelas atividades em campo do Projeto IBGE educa Offline e ações junto as comunidades tradicionais indígenas e quilombolas. E-mail: silvania.vilanova@ibge.gov.br

## INTRODUÇÃO

O IBGE é o instituto federal oficial responsável pela produção geográfica e estatística do Brasil. Dentre suas principais funções encontram-se a produção e análise de informações estatísticas e geocientíficas. Integrado por 27 superintendências sediadas nos Estados da Federação e no Distrito Federal, os trabalhos coordenados pela Superintendência de Alagoas (SES/AL), envolveram também a Superintendência de Sergipe (SES/SE), além do suporte institucional realizado pela Superintendência da Bahia (SES/BA) e pela sede do órgão localizado no Rio de Janeiro.

As ações e produtos desenvolvidos na primeira participação do IBGE no programa expedicionário do Baixo São Francisco mobilizaram, direta e indiretamente, um total de 21 servidores e agentes públicos federais. Composta por duas equipes em campo, de terra e água, as atividades desenvolvidas pelo IBGE ainda contaram com uma terceira equipe exclusivamente voltada para trabalhos junto à academia e programas de comunicação em veículos de radiodifusão. Todos atuavam de forma integrada nas diferentes ações junto à população.

O IBGE tem como missão “retratar o Brasil com informações necessárias ao conhecimento da sua realidade e ao exercício da cidadania”. Nesse sentido, a SES/AL desenvolveu uma inovação social inédita em seus processos de disseminação, que antes dependiam de acesso amplo à internet para serem realizados, seguindo o modelo de trabalho exclusivo até então orientado pelo IBGE. A tecnologia social elaborada e implementada no modo de disseminar e comunicar os conteúdos que integram o projeto IBGE Educa Offline foi pensada e construída de modo a permitir o conhecimento sobre dados e informações geradas pelas diferentes pesquisas do IBGE sem a necessidade de conexão com a internet.

Ao fomentar o mais amplo conhecimento e apropriação territorial, o projeto IBGE educa Offline explorou as realidades socioambientais captadas pelas pesquisas e análises do instituto desenvolvidas nos 93 municípios que conformam o território do Baixo São Francisco, com destaque para aqueles 8 visitados nesta edição da Expedição. Esse projeto permitiu que variados grupos de pessoas atingidas pelas ações do IBGE fossem contempladas com apresentações personalizadas que, dentre outros aspectos, promoveram a democratização do acesso aos dados e informações atualizadas sobre o Brasil e seus diferentes Estados e Municípios.

Em um movimento inovador para uma instituição pública da Administração Federal com mais de 87 anos de existência, a integração dos servidores e pesquisadores especializados do IBGE com os demais pesquisadores e expedicionários estabeleceu um novo padrão no modo de se relacionar e devolver à sociedade os resultados gerados a partir da interação com a população nas diferentes pesquisas realizadas pelo instituto. Novas técnicas e processos foram desenvolvidos motivados pela necessidade de melhor alcançar os públicos-alvo da Expedição, objetivando uma harmonia com as propostas de educação ambiental e sustentável defendidas pelo programa.

## METODOLOGIA

As atividades e produtos desenvolvidos seguiram o padrão institucional impresso nos demais produtos do IBGE. Cada um dos produtos e ações exclusivamente preparados para a Expedição, passou pelo seguinte processo básico:

- 1) Levantamento da necessidade: identificada por demanda interna ou externa.
- 2) Reunião: os membros da equipe da SES/AL, integrantes da Seção de Disseminação de Informações se reuniam para discussão de diferentes aspectos relacionados à gestão das atividades/projetos sob análise.
- 3) Discussão: nas reuniões foram discutidos os objetivos, métodos e produtos para as diferentes possibilidades no atendimento às demandas identificadas e latentes passíveis de serem atendidas, dentro da missão institucional do IBGE.

- 4) Estratégias: verificação dos prazos, recursos disponíveis, potenciais contatos capazes de contribuir para o andamento das demandas.
- 5) Articulação: indicação das pessoas que conduzirão cada uma das ações identificadas como necessárias.
- 6) Antecipação: levantamento dos desdobramentos e resultados possíveis, visando minimizar erros e potencializar acertos.
- 7) Ação: cada membro da equipe se dedica a realizar o que ficou sob sua responsabilidade no delineamento do plano de ação.
- 8) Comunicação: instâncias superiores ou externas são informadas, no que couber.
- 9) Piloto/Protótipo: são realizados testes visando o aprimoramento do resultado final.
- 9) Avaliação: a equipe volta a se reunir, após o prazo previamente estabelecido, para avaliar o andamento das atividades e evolução do plano de ação.
- 10) Reflexão: a equipe reflete sobre os impactos diretos e indiretos das atividades/produtos oriundos do processo.

Todos os produtos e ações desenvolvidos para a Expedição foram oriundos de processos de tomada de decisão compartilhada. Em cada etapa buscou-se refletir a atenção da equipe à proposta de valor entregue à população do Baixo São Francisco diretamente e indiretamente impactada pelo rio, valorizando as particularidades do território e do seu povo.

## **PRODUTOS E AÇÕES DESENVOLVIDAS**

Considerando a importância estratégica na difusão do conhecimento científico a partir das pesquisas realizadas sob a coordenação da UFAL nas diversas expedições realizadas no Baixo São Francisco, a equipe do IBGE propôs, desenvolveu e entregou os seguintes produtos e ações à sociedade:

1) IBGE educa no Baixo São Francisco: realização de atividades presenciais com alunos das 4ª, 5ª e 6ª séries do Ensino Fundamental 1 de escolas públicas e privadas, conforme agendamento e dinâmica estabelecida organização da expedição em cada município visitado, previamente selecionadas a partir de conteúdos paradidáticos disponibilizados pelo site [educa.ibge.gov.br](http://educa.ibge.gov.br) e adequados para a versão offline, a partir do projeto IBGE Educa Offline. Realização de encontros com lideranças em territórios tradicionais indígenas e quilombolas, onde foram apresentados e entregues exemplares dos produtos do IBGE.

2) Resultados do Censo Demográfico 2022: disseminação focada no perfil dos municípios no Baixo São Francisco. Realização de palestra sobre os Resultados do Censo 2022 no Campus Universitário, que promoveu a reflexão sobre as potenciais causas das primeiras estatísticas divulgadas da pesquisa.

3) Mapeamento sistemático do Baixo São Francisco: Elaboração de imagens satelitais, cartas e mapas municipais digitais e físicos, em escala disponível, relativos aos temas relacionados ao meio ambiente, recursos hídricos, geomorfologia, áreas urbanizadas e uso e ocupação do solo, dentre outros, com ampla distribuição às comunidades, gestores públicos e agentes privados.

4) SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática e Banco de Dados Geoespaciais do Baixo São Francisco: realização de palestras introdutórias visando o mais amplo acesso aos dados e informações dos bancos de dados do IBGE, com enfoque sobre dados produzidos pelas pesquisas do IBGE na área de abrangência do Baixo São Francisco em temas relativos à: indicadores, demografia, economia e meio ambiente, em municípios previamente selecionados.

5) Publicações tecnocientíficas: produção do livro “Perfil Socioeconômico Municipal e Aspectos Geoambientais do Baixo São Francisco 2023”, nas versões impressa e digital, apresentando o “olhar” sobre a região do Baixo São Francisco a partir das diferentes perspectivas oferecidas pelas pesquisas realizadas pelo IBGE. Seu conteúdo reúne reflexões e análises de especialistas, além de um rico arcabouço de imagens geoespaciais e ambientais da região, contendo os principais dados resultantes do Censo 2022 dos municípios abrangidos pela Bacia Hidrográfica do São Francisco, disponibilizados até a data do evento. Sua produção ocorreu em parceria com a editora EDUFAL, editora da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

6) Mapa: produção e impressão de 500 exemplares do Mapa Base Municipal da Bacia Hidrográfica do Baixo São Francisco, em tamanho A0, destacando todos os municípios da Bacia Hidrográfica, de acordo com o Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco.

7) Banco de Dados Geoespaciais do Baixo São Francisco, integrado por dados estatísticos oficiais que contemplam temas da agropecuária, economia e população. Estão disponíveis: a) Tabelas Excel com dados de pesquisas em nível municipal; b) 93 Mapas municipais PDF; c) Livro Perfil Socioeconômico Municipal (PDF); d) Plano alternativo de acesso aos dados do IBGE; e) Folhetos, apresentações digitais e demais conteúdos produzidos para a Expedição; f) Mapa Base Municipal da Bacia Hidrográfica do Baixo São Francisco (PDF).

8) Doações de publicações: foram doadas centenas de livros às Secretarias Municipais de Educação, bem como kits com folders-mapa, icosaedros e publicações tecnocientíficas que foram entregues para todos os alunos e professores que experienciaram, direta ou indiretamente, as atividades do IBGE em campo.

9) Palestras especializadas: realização de palestra tecnocientífica sobre os riscos e impactos do desastre de Brumadinho sobre o Rio São Francisco e apresentação para o programa dos povos de língua inglesa, transmitido ao vivo diretamente das embarcações da expedição, onde foi possível explicar sobre as atividades do Instituto e seus propósitos, realçando o valor dos dados das pesquisas do IBGE para o exercício da cidadania no país.

10) Entrevistas: realizadas em veículos de radiodifusão e imprensa televisiva, ampliando o alcance da disseminação de dados e informações geradas pelas pesquisas do IBGE.

## **CONCLUSÕES**

O processo de letramento geográfico e estatístico é uma importante premissa para a construção da cidadania de qualquer grupo social ou país. Antes de se constituir numa estratégia de política pública voltada à educação, o projeto de participação do IBGE na VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, ao mobilizar diferentes equipes em vários estados brasileiros, resultou em uma rica experiência de disseminação dos dados produzidos pelo instituto para as populações que habitam o vasto território ocupado por mais de 2 milhões de habitantes (IBGE, Censo Demográfico 2022) e distribuídos por 93 municípios em 4 estados: Alagoas, Bahia, Pernambuco e Sergipe (CBHSF, 2023).

No processo, entretanto, destacam-se as atividades do IBGE Educa ao permitir que alunos conheçam algumas das variáveis do meio físico e natural que atuam sob seu País, estado e município, despertando neles o sentimento de pertencimento ao território – condição essencial para o engajamento e valorização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), a Agenda 2030, da qual o Brasil é signatário.

A jornada científica do IBGE na Expedição revelou possibilidades outrora inimagináveis para o instituto, abrindo novas frentes de pesquisa e extensão na disseminação de informações geográficas e estatísticas dos diversos grupos sociais e seus respectivos territórios. Numa perspectiva regional, as atividades criadas e executadas permitiram uma escalabilidade não só quanto ao público-alvo (de crianças a jovens, adolescentes e adultos), mas também quanto à adaptabilidade referente às reais condições de acesso às novas tecnologias de comunicação e informação (TICs).

Concluindo, podemos, então, afirmar que o projeto do IBGE na expedição democratizou o acesso às informações geoestatísticas oficiais produzidas pelo País, revelando aspectos ainda não completamente mapeados sobre nosso território a partir dos dados georreferenciados e contextualizados especialmente produzidos para a Expedição. De certa maneira, o ineditismo por parte do instituto focou no recorte territorial que delimitou o Baixo São Francisco a partir da integração em várias áreas do conhecimento, tais como: geografia, geomorfologia, vegetação, educação, cartografia temática, demografia, agropecuária, etc. Trata-se, portanto, de um projeto de contribuição ao fortalecimento da cidadania não só para as populações ribeirinhas do “Velho Chico”, mas também, ao revelar sua magnitude e abrangência, de todo o País.

## REFERÊNCIAS

CBHRSF (2023). A Bacia. Disponível em <<https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/#municipios-da-bacia>>.

IBGE (2023). Censo Demográfico 2022. Disponível em <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>.

ONU (2023). Agenda 2030. Disponível em <<https://www.un.org/en/about-us/member-states#gotoB>>.

## ANEXOS

**Figura 1:** Mapa da programação.

**ATIVIDADES NA EXPEDIÇÃO**

**APRESENTAÇÃO SOBRE O IBGE EDUCA**

**O que é:**  
O IBGEduca é o portal do IBGE voltado para a educação com conteúdos atualizados e lúdicos sobre o Brasil para crianças, jovens e professores.

**Público-alvo da apresentação:**  
Crianças do Ensino Fundamental I

---

**APRENDA COMO ACESSAR OS DADOS DO IBGE**

**O que é:**  
Palestra sobre os diferentes cursos de acesso aos dados de diferentes pesquisas realizadas nos municípios do Baixo São Francisco e disponíveis para acesso público e gratuito no site [dados.ibge.gov.br](https://dados.ibge.gov.br). Serão apresentados alguns dos principais fundamentos existentes no portal de dados do IBGE, que permitem explorar os resultados do Censo Demográfico 2022, Pesquisa Agropecuária Municipal (PAM), dentre outros.

**Público-alvo da palestra:**  
Centenas públicas e privadas, pesquisadores, profissionais, graduandos e pós-graduandos, jornalistas, técnicos e analistas de banco de dados. Serão emitidas declarações de participação no palestra.

---

**BANCO DE DADOS GEOSPACIAIS DO BAIXO SÃO FRANCISCO**

**O QUE É?**  
O Banco de Dados Geospaciais do Baixo São Francisco é um conjunto de dados estatísticos e mapas municipais publicados pelo IBGE sobre os 93 municípios que compõem a bacia hidrográfica do Baixo São Francisco, distribuídos entre os estados de Alagoas, Bahia, Pernambuco e Sergipe. Os dados contemplam as pesquisas mais recentes em nível territorial municipal, disponibilizados no formato de planilhas eletrônicas, sendo organizados em três grandes eixos temáticos: agropecuária, população e socioeconomia. Adicionalmente, também foram disponibilizados as tabelas em formato compatível com Sistemas de Informação Geográfica - SIG (Geoprocessamento).

**VOCÊ ENCONTRARÁ INFORMAÇÕES SOBRE:**  
Agropecuária  
População  
Socioeconomia  
Mapas Municipais  
Geoprocessamento

**COMO ACESSAR?**  
Para acessar o Banco de Dados basta usar o QR Code ao lado ou acessar o link para fazer o download gratuito dos arquivos.

**VI EXPEDIÇÃO CIENTÍFICA BAIXO SÃO FRANCISCO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**

**IBGE**

**IBGE OFICIAL**  
@ibgeoficial  
@ibgeoficial  
@ibgeoficial  
@ibgeoficial  
@ibgeoficial

**IBGE**  
www.ibge.gov.br

**IBGE**  
IBGE SES/SE  
IBGE SES/SE

**IBGE**  
alagoas@ibge.gov.br



Figura 2: Folder-mapa do Baixo São Francisco.

**Você sabe o que significa IBGE?**

**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**

A missão do IBGE é retratar o Brasil com informações necessárias ao conhecimento de sua realidade e ao exercício da cidadania. E essa missão é realizada com diversos tipos de trabalhos, pesquisas e atividades para o conhecimento da nossa sociedade e do nosso território! Através dos trabalhos do IBGE, podemos conhecer melhor o País e planejar as ações em diversas áreas. Afinal, um país que se conhece só tem a ganhar. Como parte dos seus trabalhos, o IBGE também realiza pesquisas para o conhecimento da região do Rio São Francisco. Vamos conhecer mais?

Conheça o IBGEduca ([educa.ibge.gov.br](http://educa.ibge.gov.br/))! O site é dividido em três áreas, para crianças, jovens e professores.

**IBGE**

**Nosso trabalho é retratar o Brasil**  
E estamos presentes na VI Expedição Científica do Baixo Rio São Francisco

**O BAIXO SÃO FRANCISCO EM NÚMEROS**

A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco é formada por **109** municípios (CIBHRSF, 2023), divididos em quatro regiões hidrográficas: Alto, Médio, Submédio e Baixo. O território do Baixo São Francisco é constituído por **83** municípios, distribuídos por **4** Estados: nordestinos: Alagoas (46), Sergipe (28), Pernambuco (14) e Bahia (5). Os municípios agrupados ocupam uma área de **41.805,23 km<sup>2</sup>** ou 2,69% da Região Nordeste.

Segundo os dados do Censo Demográfico de 2022 (IBGE, 2023), a população residente nos municípios do Baixo São Francisco totaliza **2.183.679** pessoas.

- Número de municípios: **93**  
Alagoas: 46, Sergipe: 28, Pernambuco: 14 e Bahia: 5
- Área: **41.805,23 km<sup>2</sup>**  
Maior: Jeremoabo-BA (14.267,41 km<sup>2</sup>)  
Menor: Amparo do São Francisco-SE (35,68 km<sup>2</sup>)
- Altitude: **Máxima: 879,36m** (Paranatama - PE)  
**Mínima: 5,42m** (Pirambu - SE)
- Biotomas: **Catinga e Mata Atlântica**
- População residente (Censo 2022): **2.173.679 hab**  
Maior: Arapiraca-AL (234.696 hab)  
Menor: Amparo do São Francisco-SE (2.170 hab)

**crianças**

A área de crianças é um espaço para que elas tenham acesso às informações produzidas pelo IBGE em um formato lúdico e com linguagem adequada ao público infantil.

**Jovens**

A área voltada para o público jovem traz informações relevantes e atualizadas sobre nosso País, seu território e população. É uma fonte oficial e confiável para que os jovens possam realizar pesquisas escolares e se manter atualizados.

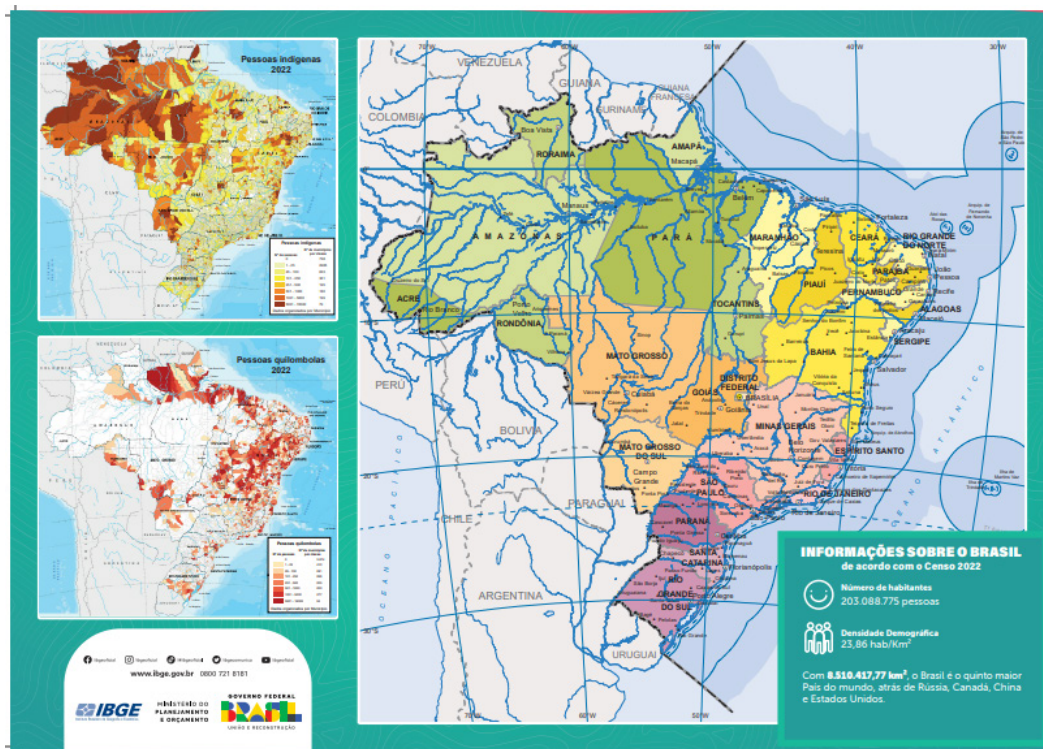
**Professores**

A área para os professores traz sugestões de atividades para trabalhar em sala de aula com as informações produzidas pelo IBGE, além de mapas, vídeos, brincadeiras e recursos.

[educa.ibge.gov.br](http://educa.ibge.gov.br)

e-mail: [ibge.educa@ibge.gov.br](mailto:ibge.educa@ibge.gov.br)

Imagem: Nelson Cabral/Foto: Proton (2022)



**Figura 3:** Livro impresso e E-book.





**Figura 4:** Folderes IBGE Palestra e Banco de Dados Geoespaciais.

## ACESSE O BANCO DE DADOS GEOSPACIAIS DO BAIXO SÃO FRANCISCO



drive.ibge.gov.br/s/SHtr4wpFWCdBICY  
SENHA: VI@bsf2023

### O QUE É?

O Banco de Dados Geoespaciais do Baixo São Francisco é um conjunto de dados estatísticos e mapas municipais publicados pelo IBGE sobre os 93 municípios que compõem a bacia hidrográfica do Baixo São Francisco, distribuídos entre os estados de Alagoas, Bahia, Pernambuco e Sergipe. Os dados contemplam as pesquisas mais recentes em nível territorial municipal, disponibilizados no formato de planilhas eletrônicas, sendo organizados em três grandes eixos temáticos: agropecuária, população e socioeconomia. Adicionalmente, também foram disponibilizados as tabelas em formato compatível com Sistemas de Informação Geográfica - SIG (Geoprocessamento). Para acessar o Banco de Dados basta usar o QR Code acima ou acessar o link para fazer o download gratuito dos arquivos.

### VOCÊ ENCONTRARÁ INFORMAÇÕES SOBRE:

- ▶ AGROPECUÁRIA ▶ POPULAÇÃO ▶ SOCIOECONOMIA ▶ MAPAS MUNICIPAIS ▶ GEOPROCESSAMENTO



SDI/AL - Seção de Disseminação de Informações  
Superintendência Estadual do IBGE em Alagoas - SES/AL

alagoas@ibge.gov.br  
(82) 2123-4205





alagoas@ibge.gov.br  
(82) 2123 4200



Junte-se a nós em **Penedo** no dia 27 de novembro e aprenda como acessar os dados das diferentes pesquisas realizadas pelo IBGE nos municípios do Baixo São Francisco!

No evento, você conhecerá as principais ferramentas na plataforma oficial do IBGE para explorar resultados do **Censo Demográfico 2022**, **Pesquisa Agrícola Municipal (PAM)** e muito mais!

### INSCRIÇÕES ONLINE

De 16/10 a 10/11



forms.office.com/r/ni6mgZM92X

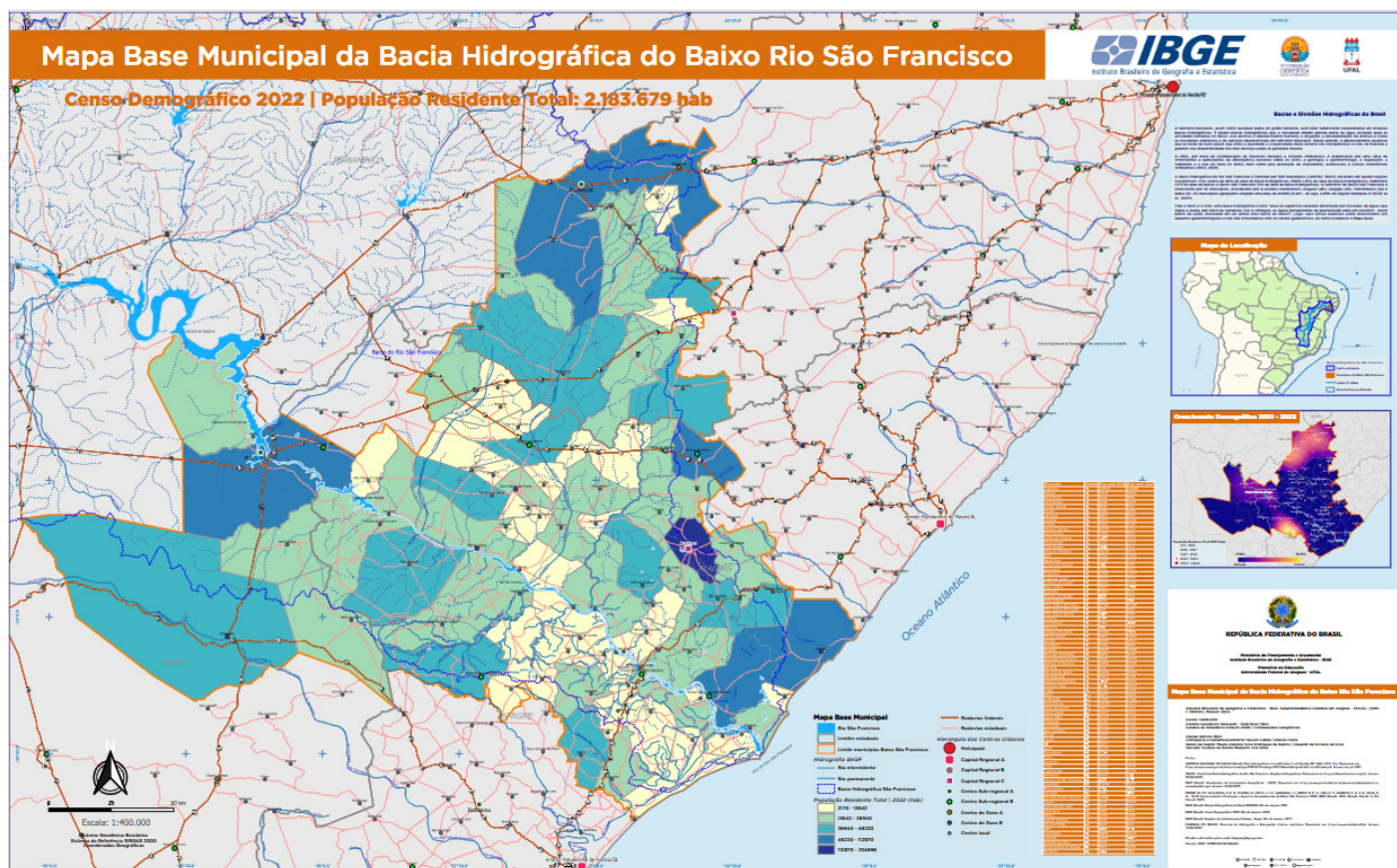
**DIA:** 27/11/2023

**HORÁRIO:** 09:00 - 12:00

**LOCAL:** Auditório da CODEVASF (Penedo)

Superintendência Estadual do IBGE em Alagoas - SES/AL  
Seção de Disseminação de Informações - SDI  
End.: Av. Gustavo Palva, 2.789, Sala 704, Norcon Empresarial, Mangabeiras CEP 57037-532

**Figura 5:** Mapa Base Municipal da Bacia Hidrográfica do Baixo São Francisco



## 19. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO: JOGO AKAUANA - OFICINA PARA OS PROFESSORES

**Área de conhecimento:** Ciências humanas.

Luís Gustavo Miranda Mello<sup>1</sup>  
Fábio Otuzi Brotto<sup>2</sup>

### RESUMO

O “Akauana: Um jogo de conexão com as águas” foi criado como opção para diversificar a atividade pedagógica nas escolas. Essa é uma iniciativa da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), em parceria com a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (Unesco) desenvolvida pelo Projeto Cooperação. O Jogo é um recurso pedagógico que possui grande versatilidade e pode servir como projeto a ser desenvolvido durante um ou dois semestres letivos. Trata-se de uma jornada investigativa que incentiva a atuação em equipe, de forma colaborativa, estimulando também a autonomia dos alunos. Sua intenção é mobilizar na juventude a vontade de aprender sobre as águas da bacia hidrográfica que banha o território do seu município. Por meio de desafios e de missões, que buscam soluções para as situações identificadas, a dinâmica do jogo gradualmente amplia o foco para o cuidado das águas no Brasil e no planeta. O Akauana foi apresentado para professores do ensino fundamental da rede pública dos municípios atendidos pela VI Expedição Científica do Baixo São Francisco. Em oficinas com duração média de 4 horas, foram mostrados os princípios e a estrutura desse recurso pedagógico e foram realizadas algumas de suas atividades e dinâmicas, propiciando os professores vivenciarem a experiência do jogo. Foram realizadas oito oficinas que tiveram a participação de 213 professores.

---

1 Servidor da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA.

2 Consultor, cofundador do Projeto Cooperação.

## INTRODUÇÃO

“Akauana: Um jogo de conexão com as águas” foi criado como opção para diversificar a atividade pedagógica nas escolas. Essa é uma iniciativa da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), em parceria com a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (Unesco) e desenvolvida por Tereza Moreira, Magda Vila, Felipe Vila, Fábio Otuzi Brotto e Flávia Freitas Ramos. O Jogo foi desenvolvido durante a pandemia da Covid-19 e essa versão trabalhada nas oficinas da Expedição foi aplicada com escolas no ano de 2023 em oficinas com alunos, tendo a participação de professores no apoio à facilitação e também como observadores.

O Jogo é proposto como uma jornada investigativa com desafios realizados dentro e fora da escola e superados de forma colaborativa. Seu foco é a produção de conhecimento sobre as bacias hidrográficas, principalmente sobre a bacia local, visando gerar engajamento comunitário na ação transformadora da realidade identificada. Como sabemos que muitos dos problemas locais refletem situações globais, o jogo também abre possibilidades para que a juventude se aproprie de temáticas de caráter global, como, por exemplo, as mudanças do clima.

As fases do jogo são conduzidas por meio de uma narrativa desencadeadora das ações, envolvendo atividades individuais e coletivas voltadas à aprendizagem e ao fortalecimento de vínculos entre estudantes, suas comunidades e comitês de bacias na gestão das águas.

A proposta é que este jogo seja um material que ajude o professor e a professora a trabalharem em sala de aula o senso de pertencimento das equipes jogadoras à sua comunidade e ao território da bacia hidrográfica. Pretende-se, com isso, estabelecer uma conexão com os recursos naturais e com o seu cotidiano, contribuindo com possíveis intervenções relacionadas ao cuidado com a água.

Este material foi concebido como estratégia educacional que busca desenvolver competências e estimular o envolvimento de integrantes do público educacional nas instâncias de participação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). São 18 jogadas de 50 minutos, que podem ser realizadas ao longo de um semestre ou de um ano letivo. Dessa forma, o jogo tem a possibilidade de ser incorporado ao currículo escolar como projeto interdisciplinar.

Considera-se também um material de aplicação e abordagem, no âmbito escolar, dos vários temas que integram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas - ONU, tendo como tema gerador o ODS 6 - Água e Saneamento. Os principais objetivos do Jogo Akauana são:

- Ampliar o conhecimento a respeito do tema água e bacia hidrográfica (local, regional e nacional).
- Promover a aproximação entre a juventude e os comitês de bacia hidrográfica e destes com as comunidades escolares.
- Engajar o público juvenil nos processos de governança das águas por meio da ação educativa.
- Desenvolver competências interrelacionais de colaboração, cooperação e autonomia.

O jogo é um recurso pedagógico que possui grande versatilidade e pode servir como projeto a ser desenvolvido durante um ou dois semestres letivos, estruturado em três ciclos, 18 jogadas e 48 missões.

De acordo com o Manual de Orientação para Docentes (2023), algumas das principais características do jogo são:

- Jornada gamificada de aprendizagem colaborativa. Akauana possui dimensão lúdica, seu foco está no engajamento da juventude para o cuidado com as águas da bacia hidrográfica e a aprendizagem se dá como consequência.
- Adaptável a qualquer bacia hidrográfica: O jogo leva em conta a diversidade de ecossistemas, biomas e regiões do país. Possui uma estrutura flexível, que permite trabalhar conteúdos específicos e possibilita a construção de conhecimento adaptado a cada bacia, sub-bacia ou microbacia hidrográfica.
- Fornece indicações de pesquisa para ampliar o conhecimento, de forma a suprir parte das demandas por dados, informações e conhecimentos necessários à superação dos desafios e das missões propostas.
- Os “Grandes temas” são guias: As equipes definem os conteúdos a aprofundarem e quais projetos realizar em relação a: direito à água, saneamento, gestão, usos múltiplos, mudança do clima, sustentabilidade e sistemas regenerativos.
- Desafios provocam colaboração dentro da equipe, entre equipes, com a comunidade e com o Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH). A ideia é que as relações com o comitê de bacia e a comunidade local se estabeleçam logo nas primeiras jogadas, intensificando-se no decorrer de toda a jornada.
- A Pedagogia da Cooperação é a matriz da jornada, pois desenvolve e fortalece, por meio de sete práticas e de forma equilibrada, autonomia individual e interdependência das pessoas que integram as equipes, além da colaboração entre estas, para que juntas possam VenSer. Alguns termos utilizados reforçam a mensagem colaborativa. No jogo, algumas palavras aparecem com hífen ou com grafia diferenciada da convencional, a exemplo de VenSer e comum-unidade. Esse recurso é intencional e tem como propósito chamar atenção e ampliar o significado desses termos. Trata-se de uma licença de linguagem utilizada ao longo de todo o jogo.
- Pode ser jogado mais de uma vez, pois Akauana não possui temas fixos. A aprendizagem evolui à medida que a turma supera desafios e adquire novos conhecimentos e saberes sobre a bacia. Dessa ampliação de horizontes surgem novos desafios, que se transformam em objeto de novas partidas.
- Jogando com diversas dimensões: Passado: com o resgate das memórias sobre a bacia que as pessoas mais vivi das e experientes da família e da comunidade possuem; Presente: com o diagnóstico da condição atual das águas da bacia por meio de buscas de informações e do contato com pessoas e organizações vinculadas ao cuidado das águas; Futuro: com a definição de sonhos para a sustentabilidade da bacia e de como realizá-los.
- Convite à autoavaliação com a identificação dos avanços e das lacunas que surgiram ao longo do percurso. Os focos da avaliação podem ser: a aprendizagem do conteúdo temático; o engajamento e a colaboração das pessoas e entre equipes; bem como a verificação do alcance de algumas competências gerais desejáveis para o Ensino Médio e para os anos finais do Ensino Fundamental.

Quando é realizado durante um semestre letivo, pode ser desenvolvido com uma jogada de 50 minutos de duração por semana, totalizando 18. Dependendo da realidade de cada rede de ensino, é possível ampliar esse tempo para aprofundar as ações previstas, seja com mais tempo para as jogadas, seja com mais encontros semanais. De acordo com

as possibilidades da escola, o jogo pode se estender para além de um semestre letivo. Cada um dos três ciclos do jogo é composto por 6 jogadas, compondo uma jornada desenvolvida em etapas.

### **Ciclo 1: Conexão Água**

Composto de seis jogadas, nesse primeiro ciclo são criadas condições para que a turma se mobilize com o tema “água”, além de fazer com que estudantes fortaleçam as conexões entre si, integrando-se para uma potente atuação em equipes. Espera-se também que, nesses momentos iniciais, sejam dados os primeiros passos para conhecer a realidade da bacia hidrográfica onde se situa a escola.

### **Ciclo 2: Mergulho na bacia hidrográfica**

Este é o momento de abraçar a bacia hidrográfica local. As seis jogadas têm a finalidade de investigar as problemáticas e potencialidades daquele território, sonhar futuros possíveis e contatar parcerias, chamadas de Vozes-Fontes, para torná-los realidade. As Vozes-Fontes são pessoas e organizações capazes de fornecer dados, informações, memórias, ou seja, diversos tipos de registros vinculados com a gestão das águas. Com esses apoios será possível identificar e projetar as ações transformadoras, que serão realizadas na fase seguinte.

### **Ciclo 3: Festival das Águas**

Nesse momento “mão nas águas”, as equipes executarão as ações previstas nos projetos elaborados. As aprendizagens obtidas ao longo da jornada serão compartilhadas com toda a comunidade envolvida por meio de uma celebração e, posteriormente, avaliadas pelas equipes participantes.

As atividades do jogo são conduzidas a partir de uma narrativa que, com elementos de aventura, encantamento e mistério levam à mobilização, ao engajamento emocional e à ação, fazendo com que as pessoas sejam transportadas para uma dimensão socioafetiva que vai além da racionalidade cotidiana.

A jornada a ser percorrida combina essa narrativa mítica com atividades individuais e em equipes, realizadas tanto em sala de aula quanto em casa ou na comunidade. A cada jogada, a dinâmica de desvendar enigmas conduzirá as equipes na busca de conhecimentos e novas formas de atuação.

Durante toda a jornada é importante ressaltar a figura do(a) Mestre do Jogo. É essa pessoa, em geral docente, que exerce a mentoria da jornada: lê a narrativa, apresenta os desafios, explica as missões e garante que sejam realizadas. Porém, ao longo do jogo, integrantes de cada equipe podem se revezar nesse papel, conquistando cada vez mais autonomia na condução do processo.

O papel docente – assim como de todas as pessoas adultas envolvidas na jornada – é estimular a turma a realizar os desafios propostos. Exercer a mentoria do jogo significa oferecer apoio quando solicitado pelas equipes, porém sem tentar interferir nos resultados obtidos. O estímulo ao caráter colaborativo, sempre por meio de exemplos práticos, é também fundamental para o sucesso da jornada.

O Akauana, portanto, é uma jornada gamificada de aprendizagem colaborativa. O jogo possui dimensão lúdica, e seu foco está no engajamento da juventude para o cuidado com as águas da bacia hidrográfica e a aprendizagem que se dá como consequência. Por meio de desafios, os jogos mobilizam habilidades como a atenção, a memória e a motivação. Segundo Eugênio (2020), tais habilidades são apontadas pela neurociência como fatores indispensáveis à aprendizagem. E o fazem de maneira lúdica, leve e divertida. Ao mesmo tempo em que desenvolvem competências intelectuais nos estudantes, os jogos também exercitam as chamadas competências socioemocionais.

Competências socioemocionais podem ser definidas como características que se

manifestam na forma de sentir, agir e reagir nas relações da pessoa consigo mesma, com os outros e com o seu entorno, especialmente em situações novas e desafiadoras. Alguns exemplos de competência socioemocional são a empatia, a persistência, a autoconfiança e a abertura para situações novas.

Por meio dos jogos, adolescentes e jovens encorajam-se a manifestar maior espontaneidade e a desenvolver conexões sociais que estimulam o seu senso de pertencimento. Suas emoções e comportamentos revelam, no entanto, potencial para competir e/ou colaborar, dependendo do ambiente e dos estímulos ao seu redor.

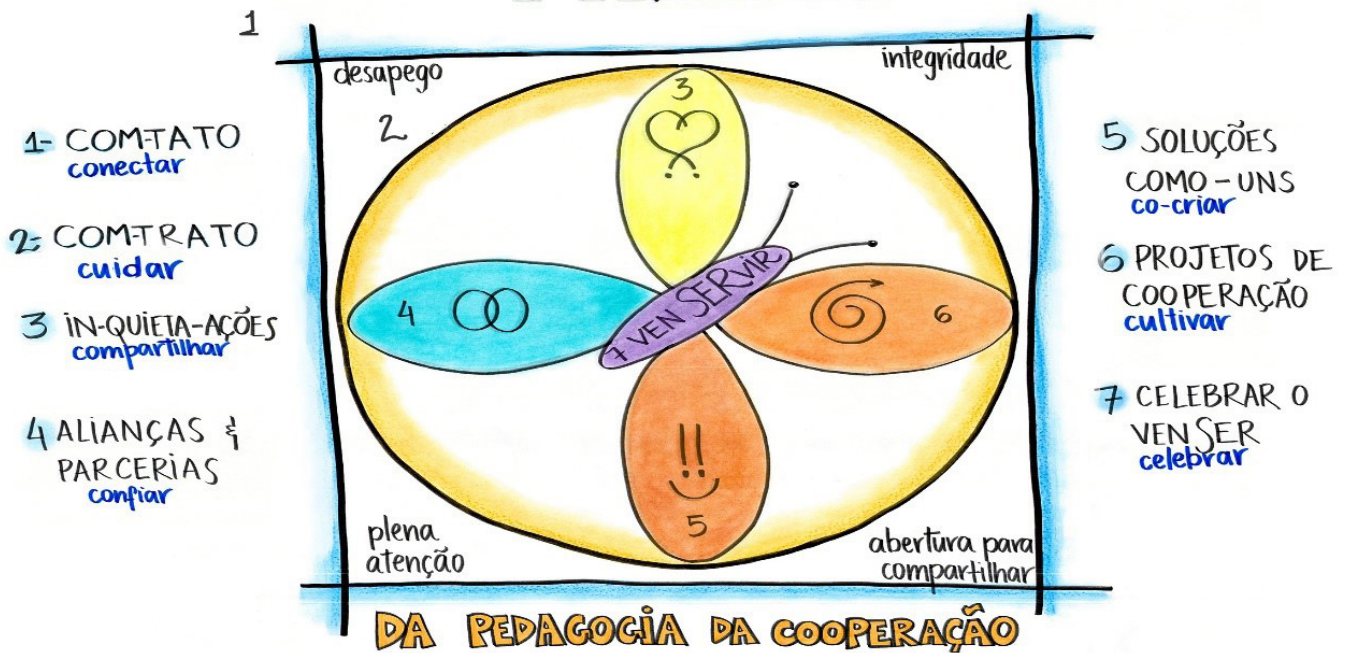
Considerando-se o ambiente criado pela maioria dos jogos, conforme pontua Brotto (2001), a tendência dominante tem sido a de exacerbar a competição. Nesse sentido, os jogos apenas refletem o tipo de sociedade em que vivemos. Para esse autor, longe de serem características inerentes à espécie humana, a competição e a cooperação constituem valores culturais, adquiridos por meio da educação formal e informal ao longo das gerações. Em suma, competir se aprende. E colaborar também.

O Akauana busca criar situações em que as pessoas participantes se sintam acolhidas, incluídas e encorajem-se a sonhar, projetar soluções compartilhadas para desafios cotidianos e a desenvolver relacionamentos colaborativos. Para isso, o jogo se baseia nos princípios da Pedagogia da Cooperação (Brotto 2020), uma abordagem que “potencializa a inteligência coletiva e a autonomia pessoal para solucionar problemas, transformar conflitos, alcançar metas e realizar objetivos, conciliando produtividade e felicidade”. Ela reúne diferentes metodologias colaborativas, tais como, a da Comunicação Não Violenta, Jogos Cooperativos, Danças Circulares, Dragon Dreaming e Planejamento Participativo para exercício da democracia direta em tempo real, focando no desenvolvimento de Competências de Rendimento e de Relacionamento que são dinamizadas pela aplicação das Sete Práticas da Pedagogia da Cooperação (Imagem 1) que se desenvolvem em uma sequência:

- 1. Fazer Com-Tato:** promover aproximação e integração de um grupo; reunir a turma para começar; criar um ponto de partida acolhedor, atraente e que desperte a curiosidade e a vontade de prosseguir juntos. Ativa a competência saber conectar.
- 2. Estabelecer Com-Trato:** estabelecer acordos de cooperação e combinados para reconhecer os cuidados necessários e os recursos existentes com vistas ao bem-estar pessoal e coletivo. Ativa a competência saber cuidar.
- 3. Compartilhar In-Quieta-Ações:** partilhar perguntas, dúvidas, inquietações e incertezas sobre o tema/foco do encontro, projeto ou jogo. Ativa a competência saber compartilhar.
- 4. Fortalecer Alianças e Parcerias:** desenvolver as competências voltadas a regenerar e/ou fortalecer as relações de aliança e parceria. Ativa a competência saber confiar.
- 5. Reunir Soluções Como-Uns:** coletar e sintetizar todas as ideias, sugestões, dicas, comentários, insights e respostas para as perguntas produzidas na 3ª Prática. Ativa a competência saber cocriar.
- 6. Realizar Projetos de Cooperação:** transferir para o dia a dia a realização das Soluções “Como-Uns”, por meio da prática pessoal e coletiva de pequenas, simples e poderosas estratégias cooperativas. Ativa a competência saber cultivar.
- 7. Celebrar o VenSer:** reconhecer as aprendizagens, conquistas, descobertas e inspirações. Celebrar a realização dos objetivos e propósitos pessoais e coletivos. Ativa a competência saber celebrar.

**Figura 1:** As Sete Práticas da Pedagogia da Cooperação.

# 7 PRÁTICAS



## DESENVOLVIMENTO DAS OFICINAS

Para as oficinas desenvolvidas com os professores durante a VI Expedição, o desafio foi apresentar o jogo e propiciar um ambiente em que os professores pudessem vivenciar algumas das jogadas e missões do Akauana e as práticas da Pedagogia da Cooperação.

O objetivo das oficinas foi, portanto, despertar o interesse e mobilizar os professores para se aprofundarem posteriormente nos estudos e práticas necessários para trabalhar com o Jogo Akauana em sala de aula. Isso foi realizado mostrando o potencial do jogo e sua estrutura flexível, que permite trabalhar conteúdos específicos e possibilita a construção de conhecimentos adaptados a diversas condições. Também procurou-se trabalhar durante as oficinas com atividades e dinâmicas que pudessem ser incorporadas imediatamente ao dia a dia dos professores participantes.

O trabalho de mobilização e preparação com os professores para as oficinas começou antes da Expedição, com a realização de dois encontros online que contaram com a participação de professores pontos focais de cada município que iriam receber as oficinas. Cada reunião online teve duração de 01 hora e 30 minutos, nos dias 30 de outubro e 06 de novembro de 2023. Nessas reuniões foram feitos os primeiros contatos entre os participantes, com a apresentação geral sobre o jogo, a proposta de programação para as oficinas e a logística e a infraestrutura necessárias, bem como as atribuições dos instrutores e dos pontos focais na organização.

As oficinas foram planejadas para terem uma duração de 4 horas, no período da tarde. Os instrutores disponibilizaram o material de consumo para as atividades (folhas A2, A4; cartolinas; pincéis, canetas, lápis de cor) e o material didático de apoio (painéis com o roteiro do jogo; painéis de montagem de jogos; mapa da bacia; listas de presença; manual de jogadas e de narrativa do jogo).

Os pontos focais dos municípios tiveram a atribuição de disponibilizar a sala com cadeiras móveis, quadros e espaço para realização de atividades e dinâmicas em grupo para os participantes inscritos (figura 2).

**Figura 2:** Sala de aula da oficina em Piranhas-AL





Fonte: Acervo ANA, 2023.

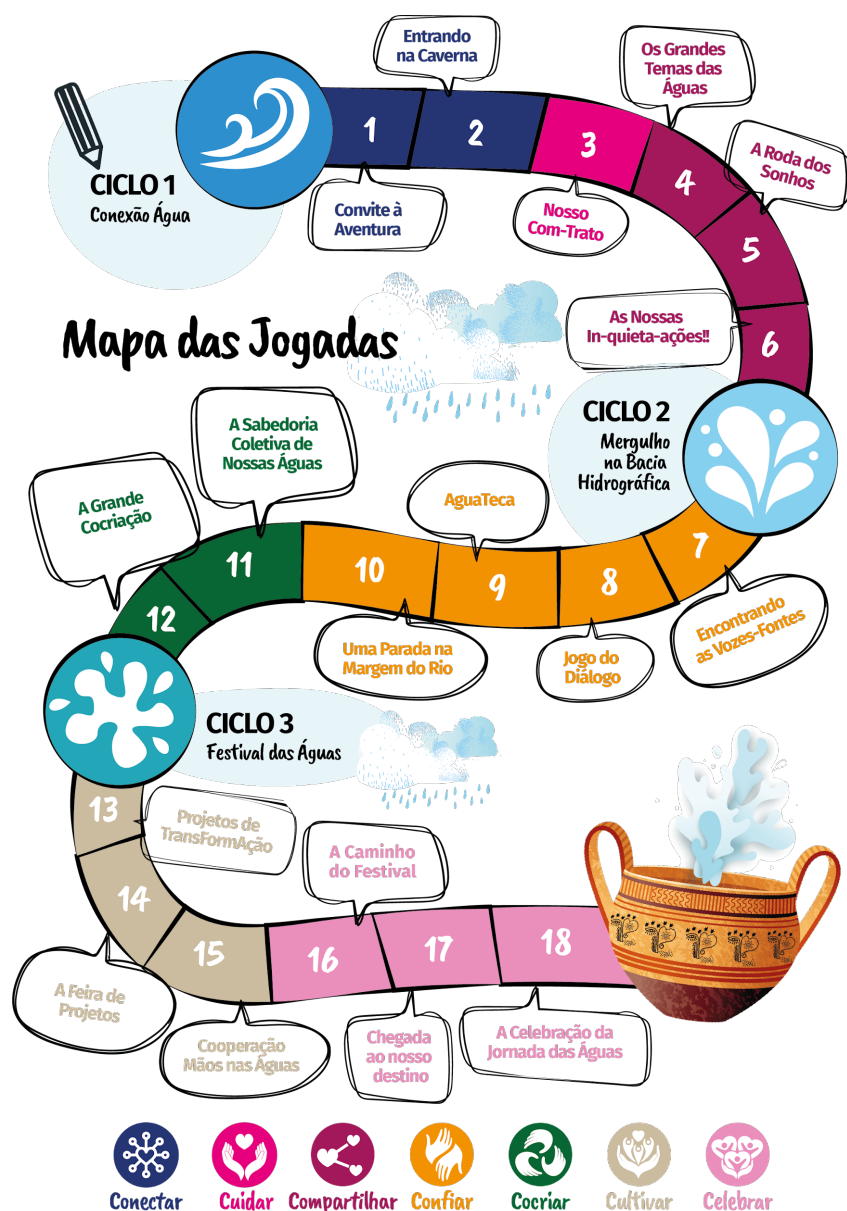
As oito oficinas realizadas durante a Expedição tiveram a participação de 213 profissionais da educação, presentes nas seguintes localidades e datas:

- Piranhas-AL, 21/novembro: 11 participantes;
- Pão de Açúcar-AL, 22/novembro: 39 participantes;
- Traipu-AL, 23/novembro: 29 participantes;
- São Brás-AL, 24/novembro: 22 participantes;
- Propriá-SE, 25/novembro: 23 participantes;
- Igreja Nova-AL (distrito de Chinaré), 26/novembro: 26 participantes;
- Penedo-AL, 27/novembro: 38 participantes;
- Piaçabuçu-AL, 28/novembro: 26 participantes.

A condução das oficinas foi feita pelos dois facilitadores, Fabio Brotto e Luís Mello, que se revezavam na condução e no apoio às atividades.

Em todas as oficinas, foram trabalhadas atividades e dinâmicas seguindo-se a sequência básica da Pedagogia da Cooperação e propiciando-se a vivência de, pelo menos, quatro jogadas do Akauana (figura 3).

**Figura 3:** Mapa do jogo.



Fonte: Acervo ANA, 2023.

A diversificação de atividades e jogadas realizadas em cada uma das 08 oficinas, evidenciaram a flexibilidade e adaptabilidade do jogo, considerando as características de cada turma, o tempo disponível para as oficinas e os tempos que os grupos levavam para realizar as atividades. A programação geral das oficinas seguiu, portanto, o seguinte roteiro básico:

**1. Acolhimento e abertura:** Receberam as boas-vindas e acessaram uma breve visão geral do jogo e da oficina, seus princípios e objetivos. E se integraram como uma grande e única comunidade de aprendizagem colaborativa se preparando para adentrar na aventura do Akauana. Exercitaram a Competência Colaborativa do Saber Conectar (figura4).

**Figura 4:** Acolhimento e abertura em Pão de Açúcar-AL.



Fonte: Acervo ANA, 2023.

**2. Formação das equipes:** Reconheceram nome e características individuais de cada participante (os “superpoderes” dos integrantes) para então, reunidos em cada time, descobriram o Super Poder Coletivo (qualidade, virtude, competência coletiva) e, sem seguida, apresentaram seus respectivos “gritos de garra” (isso mesmo, ao invés de gritos de guerra). Exercitaram a Competência Colaborativa do Saber Cuidar (figura 5).

**Figura 5:** Super poder coletivo em Penedo-AL.



**3. Compartilhar perguntas-quentes:** Conheceram, compartilharam e registraram suas dúvidas, perguntas, curiosidades e inquietações sobre o Cuidado e Regeneração das Águas de suas respectivas bacias, sua região, sua atuação enquanto profissional, cidadão, membro da comunidade em relação ao meio ambiente e às águas. Trabalhando em equipes, perceberam como suas dúvidas e inquietações se refletiam no restante do grupo. Exercitaram a Competência Colaborativa do Saber Compartilhar (figura 6).

**Figura 6:** Compartilhando e registrando dúvidas na oficina em Piranhas-AL.



Fonte: Acervo ANA, 2023.

**4. Fortalecer alianças e parcerias:** Superaram um grande desafio coletivo, ativando ainda mais o espírito de equipe e de colaboração para solucionarem problemas, unindo todos os times para que todo mundo possa ganhar junto, percebendo que a resposta está além do indivíduo, na coletividade. Exercitaram a Competência Colaborativa do Saber Confiar (figura 7).

**Figura 7:** Trabalhando juntos para a resolução de problemas na oficina de Propriá-SE.



Fonte: Acervo ANA, 2023.

**5. Reunir Soluções Como-Uns:** Elaboraram e registraram respostas e soluções em grupo para as perguntas e inquietações feitas anteriormente. Retomando as perguntas e inquietações anteriores, conseguiram propor respostas e soluções coletivas, registrando-as em desenhos, vídeos e fotos. Exercitaram a Competência Colaborativa do Saber Co-criar (figura 8).

**Figura 8:** propondo respostas e soluções em São Brás-AL.



Fonte: Acervo ANA, 2023.

**6. Realizar Projetos de Cooperação:** Olharam para o futuro e desenharam seus Mínimos Passos Elegantes para implementarem as Soluções Cocriadas na jogada anterior para manter viva a chama da cooperação no cuidado e regeneração das águas no cotidiano das Escolas. A partir das soluções, identificaram como começar a agir. Exercitaram a Competência Colaborativa do Saber Cultivar (figura 9).

**Figura 9:** Apresentação do Mínimo Passo Elegante, em Chinaré (Igreja Nova-AL).



Fonte: Acervo ANA, 2023.

**7. Celebrar o VenSer:** Reconheceram os aprendizados, inspirações e ensinamentos propiciados pela experiência Akauana e teceram uma rede de relacionamentos cooperativos para apoio mútuo e continuarem compartilhando suas descobertas. Exercitaram a Competência Colaborativa do Saber Celebrar (figura 10).

**Figura 10:** Olhando para o futuro ao final da oficina em São Brás-AL.



Fonte: Acervo ANA, 2023.

Em todas as oficinas leitura da narrativa do jogo foi o fio condutor entre as atividades desenvolvidas pelo grupo (figura 11). A narrativa e todas as jogadas do Akauana, bem como, o Manual de Orientação Docente, estão disponíveis no site da biblioteca ANA, com o título da publicação “Akauana: um jogo de conexão com as águas” (ANA, 2023).

**Figura 11:** A narrativa serve como fio condutor para o jogo (Propriá-SE).



Fonte: Acervo ANA, 2023.

Para registro e divulgação, em todas as oficinas foram feitos vídeos e fotos dos grupos e atividades (Imagem 12). Com exceção da oficina de Piranhas, em todas as outras oficinas os times registraram em vídeos as respostas e soluções coletivas para as suas respectivas perguntas quentes. Os participantes de Piranhas registraram suas respostas e soluções em textos e desenhos.

**Figura 12:** Final da oficina em Piaçabuçu-AL.



Fonte: Acervo ANA, 2023.

Desde as primeiras reuniões online com os pontos focais, foi criado um grupo no Whatsapp para os participantes do Jogo Akauana na Expedição. A medida em que as oficinas foram sendo realizadas, seus participantes foram sendo convidados a participar do grupo e compartilhar vídeos, fotos, e impressões sobre a experiência. Esse grupo se mantém ativo trocando experiências para manter viva a chama do Akauana nas escolas.

Todas as pessoas que assinaram a lista de presença receberam certificados de participação na oficina e uma cópia de cada uma das publicações sobre o jogo: “Akauana: um jogo de conexão com as águas” e “Akauana: um jogo de conexão com as águas – manual para docentes” (ANA, 2023). A lista de presença também notifica a responsabilidade da ANA na proteção dos dados pessoais ali registrados e autoriza o uso de vídeos e imagens das oficinas para divulgação do Jogo Akauana.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As oficinas do Jogo Akauana realizadas durante a VI Expedição retratam a imensa riqueza cultural das comunidades do Baixo Rio São Francisco. E, mesmo considerando diferentes níveis de mobilização e envolvimento com a Expedição, destaca-se sempre a preocupação com o Rio São Francisco e a vontade de transformar práticas destrutivas do passado, mesmo quando as soluções ainda não são claras. O que se viu, entretanto, ao final de cada oficina, é a percepção de que ao se pensar junto, por mais desafiador que isso seja, os caminhos ficam mais definidos. O Rio São Francisco surgiu sempre como o elemento de integração e mobilização de todas as comunidades onde foram realizadas as oficinas

A ANA tem planejadas atividades para continuar apoiando esse processo de reflexão e mudanças de práticas nas comunidades do Baixo São Francisco. A partir da mobilização inicial das oficinas, serão realizadas atividades para continuar a formação sobre o Jogo Akauana ainda em 2024.

A continuidade dos trabalhos envolvendo os participantes das oficinas realizadas durante a Expedição faz parte do esforço da ANA para implantar o Jogo Akauana em escolas de diversas regiões do país, em parceria com comitês de bacia hidrográfica e secretarias estaduais de educação.

Durante o Jogo, os participantes vão, à medida que superam os desafios das jogadas, remontando a “Cuia das Águas dos Sonhos” (Imagem 13), que na narrativa representa o resgate de nossa capacidade de pensar e agir de forma cooperativa para a regeneração de nossas águas. O Akauana é, portanto, uma Jornada de busca para descobrir e juntar as peças quebradas, que foram separadas e perdidas. Em cada uma das oficinas realizadas durante a Expedição, os grupos terminaram os trabalhos orgulhosos por ver a Cuia das Águas dos Sonhos novamente inteira. Terminaram uma Jornada e estão prontos para a próxima. Nós da ANA e do Projeto Cooperação esperamos poder continuar participando dessas Jornadas.

**Figura 13:** a “Cuia das Águas dos Sonhos” sendo recuperada.



Fonte: Acervo ANA, 2023.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Akauana: um jogo de conexão com as águas. Brasília, ANA, 2023, 133 p., il.

BRASIL. ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Akauana: um jogo de conexão com as águas – orientações para docentes. Brasília, ANA, 2023, 105 p., il.

BROTTO, Fábio Otuzi e Comum-Unidade de Co-autorias. Pedagogia da Cooperação: por um mundo onde todas as pessoas possam VenSer. Rio de Janeiro, Bambual Editora, 2020.

BROTTO, Fábio Otuzi. Jogos Cooperativos: o jogo e o esporte como um exercício de com-vivência. São Paulo, Palas Athena, 2013.

EUGÊNIO, Thiago. Aula em jogo: descomplicando a gamificação para educadores. São Paulo, Évora, 2020.



## MATERIAIS PARA IMPRESSÃO:

Os materiais de apoio às jogadas estão disponíveis em formato digital no repositório de objetos educacionais (biblioteca virtual) da ANA, na pasta do jogo pedagógico Akauana. Esses materiais são apresentados em diferentes formatos e tamanhos e precisarão ser impressos para compor o mural.

O link para pesquisar na biblioteca virtual: [https://biblioteca.ana.gov.br/sophia\\_web/](https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/)








## ANEXOS

**Tabela 1:** Programação base aplicada com adaptações em cada localidade.

HORÁRIO		JOGADA	OBJETIVO	MISSÃO	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
14:00	14:05	0	Acolhimento e abertura	0	Boas-vindas, apresentação do Jogo e do objetivo da oficina.
14:10	14:15	1	Vamos começar	0	Vamos começar... Leitura da narrativa
14:15	14:25			0	Atividade de Conexão: Dança Circular Legal, legal!
14:25	14:35			4	Em pequenos grupos com 04 pessoas, desvendar o Enigma da Caverna
14:35	14:45	2	Formar as Equipes de Jogo	5, 6 e 7	Formação e apresentação dos Times (nome do Time; superpoder coletivo; Grito de Garra O grupo recebe a 1ª parte da Cuia da Água dos Sonhos para ser colada no mosaico
14:55	15:05	6	Compartilhar o maior número possível de perguntas sobre o tema: <b>O Cuidado e a regeneração das águas</b>	17	Cada Time escreve em uma cartolina pelo menos 10 perguntas sobre o tema: <b>O Cuidado e a regeneração das águas</b>
15:05	15:10			19	Depois de um rodízio dos cartazes, cada Time escolhe uma pergunta-quente no cartaz que recebeu e a transcreve para uma folha de A4
15:10	15:20			20	Cada Time apresenta sua pergunta-quente e compartilha as conexões da pergunta-quente com o tema do cuidado e regeneração das águas. O grupo recebe a 2ª parte da Cuia
15:20	15:35	4 e 8	O que podemos aprender a partir da escuta ativa, da elaboração de argumentos e da colaboração entre todas as equipes?	12	Montar o Quebra-cabeças dos Grandes Temas das Águas
15:35	15:40				O grupo recebe a 3ª e a 4ª parte da Cuia
15:40	15:45				Colheita de algumas vozes sobre as diferenças entre os dois jogos (Competição x Cooperação) e os aprendizados obtidos. O grupo recebe a 5ª parte da Cuia
15:55	16:05		Encontrar a Solução Síntese para a Pergunta Quente	34	Cada participante, circulando pela sala, acrescenta respostas às Perguntas Quentes dos demais Times.
16:05	16:15	12	Encontrar a Solução Síntese para a Pergunta Quente	35	Cada Time retorna para a sua Pergunta Quente e produz uma Solução Síntese a partir das contribuições deixadas pelos participantes
16:15	16:25			36	Cada Time apresenta sua Solução Síntese O grupo recebe a 6ª parte da Cuia
			Implementar as Soluções Cocriadas		Cada Time define seu Mínimo Passo Elegante e grava um vídeo para postar no grupo de WhatsApp.
16:25	16:30	17	Realizar o Festival das Águas		Convidamos os representantes de cada Time para colarem a 7ª e última parte da Cuia
16:45	16:50				Costura final sobre o Jogo Akauana e sua utilização nas escolas.
16:50	17:00		Agradecimentos ANA e celebração final		Hei-Hei-Hei... AKAUANA Foto do grupo e despedidas com qualidade

Fonte: Autores, 2024.

**Tabela 2:** As sete fases da pedagogia da cooperação (Brotto 2020)

Práticas	Símbolo	Nome	Competência	Imagem	Fase Metaformose
1ª		<b>Fazer Com-Tato</b>	Saber Conectar	Ponto de Encontro	Ovo
2ª		<b>Estabelecer Com-Trato</b>	Saber Cuidar	Grande Árvore	Lagarta
3ª		<b>Compartilhar In-Quieta- Ações</b>	Saber Compartilhar	Porteira Aberta	Pré Pupa
4ª		<b>Fortalecer Alianças e Parcerias</b>	Saber Confiar	Fortes Correntezas	Pupa
5ª		<b>Reunir Soluções Como-Uns</b>	Saber Cocriar	Conselho da Floresta	Borboleta jovem
6ª		<b>Realizar Projetos de Cooperação</b>	Saber Cultivar	Alto da Montanha	Borboleta Adulta
7ª		<b>Celebrar o VenSer</b>	Saber Celebrar	O Centro	Metamorfose completa

Fonte: Autores, 2024.

## 20. PARTICIPAÇÃO DA SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS (SEMARH-AL)

Área de conhecimento: Educação Ambiental.

Anusk da Silva Oliveira<sup>1</sup>

Bárbara Alves Batista<sup>1</sup>

Cataria Soares de Gusmão Verçosa<sup>1</sup>

Cláudia Silva de Almeida<sup>1</sup>

Fernanda Liz Lima de Araújo<sup>1</sup>

Marcílio Ferreira de Melo Neto<sup>1</sup>

### INTRODUÇÃO

A Educação Ambiental é definida como abordagens, ferramentas e programas que desenvolvem e apoiam de forma interdisciplinar ações, valores, consciência, conhecimento e habilidades que preparam cidadãos em prol da conservação ambiental, redução dos danos ambientais decorrentes de atividades antrópicas, utilização sustentável dos recursos naturais e melhor qualidade de vida para as futuras gerações (Ardoin; Bowers; Gaillard, 2020).

Para maior efetividade das intervenções e resultados obtidos, faz-se necessária a participação ativa e integração entre o Estado, através da promoção e execução de políticas públicas, Instituições de Ensino, através do aporte técnico-científico promovido, e conscientização da comunidade civil (população). Em uma revisão realizada por Lelis e Marques (2021), a qual buscou analisar a agenda de Políticas Públicas da Educação Ambiental no Brasil, foi concluído que esta encontra-se em constantes transformações e que propicia robusticidade para o processo de sensibilização e conscientização nas relações que emergem entre homem, sociedade e natureza.

Em 2018, com o objetivo da promoção e aprimoramento da conscientização ambiental, conhecimento e pesquisa, surge a maior expedição científica nacional, a Expedição Científica do Baixo São Francisco, a qual tem como instituição coordenadora a Universidade Federal de Alagoas e em 2023 teve sua sexta edição. O evento percorre diversos municípios alagoanos e sergipanos banhados pelo Rio São Francisco e traz temáticas que abordam os mais diversos assuntos das ciências biológicas, saúde, geografia e carreira militar. Vale mencionar que além das palestras, jogos e oficinas ofertadas nas escolas pelas instituições participantes, serviços de saúde (ex.: atendimento médico e odontológico), coleta de dados sociodemográficos e amostras biológicas também são realizados.

Como é de notório conhecimento público, a promoção da educação em Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Prevenção de Desastres Naturais fazem parte do rol de temáticas inerentes à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH-AL), tornando assim sua participação indispensável no evento.

<sup>1</sup> Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH-AL). Av. General Luiz França de Albuquerque, s/n, Jacarecica, Maceió - AL.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GERAL

Realizar atividades educativas em Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Prevenção de Desastres Naturais em escolas dos municípios de Alagoas (Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Igreja Nova, Penedo e Piaçabuçu) e Sergipe (Propriá).

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar oficinas de pinturas e colagem com materiais recicláveis;
- Estimular o desenvolvimento cognitivo através do jogo da memória e trilha ecológica em lona;
- Ministrando palestra abordando os principais mecanismos de degradação dos recursos hídricos, sistema de tratamento e uso sustentável dos recursos hídricos;
- Realizar oficina de montagem e funcionamento de um sistema de filtração simples (protótipo) utilizando materiais reciclados;
- Apresentar o funcionamento da Sala de Alerta, como são geradas as climáticas para a população (ex.: previsão do tempo, dados de precipitação, temperatura, etc) e como se proteger de eventos climáticos críticos.

### MATERIAIS E MÉTODOS

#### LOCAIS DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

As atividades em Educação Ambiental da SEMARH foram desenvolvidas nos seguintes municípios conforme tabela abaixo:

**Tabela 1:** Municípios contemplados, data, local e turno da realização das atividades expedicionárias.

Município/Estado	Data	Período	Local
Piranhas/AL	21/11/2023	tarde	Ginásio Demócrito
Pão de Açúcar/AL	22/11/2023	tarde	Ginásio Atila P. Machado
Traipu/AL	23/11/2023	tarde	Ginásio de Esporte O Ribeirão
São Brás/AL	24/11/2023	tarde	Ginásio de Aluísio Tavares
Propriá/SE	25/11/2023	tarde	Ginásio Agrícola Geraldo Sampaio Maia
Igreja Nova/AL	26/11/2023	tarde	Ginásio da Escola Municipal de Educação Básica General Artur da Costa e Silva
Penedo/AL	27/11/2023	manhã e tarde	Ginásio SESI
Piaçabuçu/AL	28/11/2023	tarde	Ginásio de Esporte da Escola Uilsson Ferreira Costa

AL – Estado de Alagoas; SE – Estado de Sergipe

Fonte: Autores, 2024.

## ATIVIDADES DA SUPERINTENDÊNCIA DE MEIO AMBIENTE (SMA)

Para realização das atividades da SMA foram utilizados: (1) materiais recicláveis e/ou sustentáveis (ex.: garrafas pet, CDs, folhas e sementes) para a produção de pinturas e colagens que abordassem temas como conservação ambiental, recursos hídricos e descarte correto de resíduos sólidos; (2) trilha ecológica em lona (jogo), a qual possibilita argumentos e reflexões englobando conhecimentos e curiosidades sobre meio ambiente, ecossistemas, desenvolvimento sustentável, gerenciamento de resíduos, economia circular, geografia e história local; e (3) jogo da memória com espécies da fauna local em riscos de extinção.

## ATIVIDADES DA SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS HÍDRICOS (SRH)

As atividades da SRH foram divididas em duas etapas. Na primeira etapa, foi ministrada palestra abordando conceitos gerais acerca dos recursos hídricos, principais causas de degradação, tipos de poluentes, sistema básico de filtração, uso racional da água e finalização com um quiz para fixação do conteúdo. Já na segunda etapa foram utilizados materiais recicláveis (garrafa pet) e naturais (ex.: algodão e areia) para realizar oficina de montagem de um filtro simples (protótipo) com o objetivo de avaliar a eficiências do sistema.

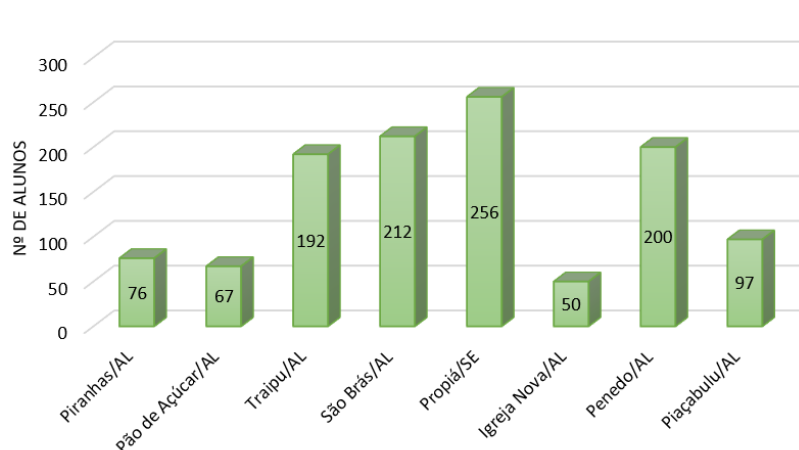
## ATIVIDADES DA SUPERINTENDÊNCIA DE PREVENÇÃO DE DESASTRES NATURAIS (SPDEN)

Para a atividade expositiva da SPDEN foram utilizados pluviômetro convencional e digital (incluindo placa solar acoplada), dos quais foram explicadas suas diferenças e mídia digital e impressa com informações sobre a Sala de Alerta, eventos climáticos críticos e prevenção de desastres.

## RESULTADOS

Um total de 1.150 alunos provenientes de 25 escolas participaram das atividades da Expedição (Figura 1). Foram atendidos 76 alunos distribuídos em 4 escolas do município de Piranhas, 67 alunos distribuídos em 3 escolas do município de Pão de Açúcar, 192 alunos distribuídos em 2 escolas do município de Traipu, 212 alunos distribuídos em 3 escolas do município de São Brás, 256 alunos distribuídos em 5 escolas do município de Propiá, 50 alunos distribuídos em 1 escolas do município de Igreja Nova, 200 alunos distribuídos em 4 escolas do município de Penedo e 97 alunos distribuídos em 3 escolas do município de Piaçabuçu.

**Figura 1:** Número total de alunos atendidos por municípios.



Fonte: Autores, 2024.

**Figura 2:** Atividades da SMA. (a) jogo da memória; (b) trilha ecológica; e (c) oficina de pintura e colagem.



Fonte: Autores, 2024.

**Figura 3:** Atividades da SRH. (a) palestra sobre conscientização e manejo dos recursos hídricos; e (b) oficina para produzir filtro (protótipo).



Fonte: Autores, 2024.

**Figura 4:** Atividade expositiva da SPDEN.



Fonte: Autores, 2024.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante ao exposto, todos os objetivos foram atingidos, valendo mencionar que a SEMARH foi um dos grandes destaques nas atividades de Educação Ambiental desta edição, sendo o órgão com maior número de atividades ofertadas. Entretanto algumas melhorias para as próximas edições são cruciais para melhorar o desempenho tanto dos profissionais que colaboram quanto dos alunos, como a organização e condução de grupos de alunos para cada atividade, pois algumas “ilhas” ficavam sobrecarregadas e outras livres, disponibilidade de água gelada e umidificadores em todos os municípios, bem como a disponibilização de todo material previamente solicitado a ser usado por cada instituição.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDOIN, N. M.; BOWERS, A. W.; GAILLARD, E. Environmental education outcomes for conservation: A systematic review. *Biological Conservation*, v. 241, p. 108224, 2020.

LELIS, D. A. de J.; MARQUES, R. Políticas Públicas de Educação Ambiental no Brasil: um panorama a partir de eventos internacionais e nacionais. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 7, p. e39910716841-e39910716841, 2021.

## APÊNDICE

### Município de Piranhas

A Escola SCFV com 17 alunos com idades de 09 a 16 anos  
Representando a escola a Coordenadora Mari Leide L. Dantas

A Escola Arco Iris com 35 alunos com idades de 09 a 10 anos  
Representando a escola as Professoras, Ana Cláudia, Julia, Domila, Dayse e Ângela.

A Escola Don Antônio Brandão com 10 alunos com idades de 12 anos  
Representando a escola as Professoras Ana Maria, Anny Karine e Camila.

A Escola Professora Sônia Nunes com 14 alunos com idades de 11 anos  
Representando a escola a Professora Ana Luísa Costa.

### Município de Pão de Açúcar

A Escola Centro Educacional Opção com 10 alunos com idades de 9 a 11 anos  
Representando a escola os Professores Glaudson Bismark Almeida e Andreia Mariana Santos.

A Escola Ronalço dos Anjos com 22 alunos com idades de 9 a 10 anos  
Representando a escola a Coordenadora Valdilene Rocha dos Santos.

A Escola Primeiros Passos com 35 alunos com idades de 9 a 11 anos  
Representando a escola a Professora Sylvania Pereira Cardoso.

### Município de Traipu

A Escola Moreno Brandão com 150 alunos com idades de 12 a 17 anos  
Representando a escola a Professora Denismaria Santeiro da Silva.

A Escola Agapito Rodrisguês com 42 alunos com idades de 8 a 12 anos  
Representando a escola a Professora Wanessa Cristyan de Sousa.

### **Município de São Brás**

A Escola de Educação Básica Deputado José Medeiros com 120 alunos com idades de 10 a 15 anos  
Representando a escola a Coordenadora e Diretora Elisangela.

A Escola José Quirino com 57 alunos com idades de 11 a 15 anos  
Representando a escola a Coordenadora.

A Escola José Araújo de Carvalho com 35 alunos com idades de 9 a 15 anos  
Representando a escola a Vice-Diretora Acácia Lucia Santos.

### **Município de Propriá**

A Escola Pedro de Medeiros com 22 alunos com idades de 11 a 17 anos  
Representando a escola a Diretora Neide Vieira.

A Escola Monsenhor José Soares com 29 alunos com idades de 8 a 13 anos  
Representando a escola a Diretora Cleide Floreço e a Coordenadora Márcia e Mercia.

A Escola Padre Luiz Henrique com 105 alunos com idades de 12 a 13 anos  
Representando a escola a Diretora Celia. Regina Rolemberg.

A Escola Professora Edvanda M<sup>a</sup> Teófilo Feitosa com 30 alunos com idades de 10 a 15 anos  
Representando a escola a Diretora Teresa Cristina Teles Marques.

A Escola Integral Agrícola Geraldo Sampaio Maia com 70 alunos com idades de 9 a 16 anos  
Representando a escola a Coordenadora M<sup>a</sup> Gilvania dos Santos Silva.

### **Município de Igreja Nova (Povoado de Chinaré)**

A Escola General Arthur da Costa e Silva com 50 alunos com idades de 6 a 11 anos  
Representando a escola a Professora Mônica Freitas.

#### **Município de Penedo**

A Escola Nossa Senhora de Fatima com 52 alunos com idades de 10 a 16 anos  
Representando a escola a Professora Janecleia Ribeiro.

A Escola Tempo Integral Douglas Aprato Tenorio com 31 alunos com idades de 6 a 11 anos  
Representando a escola a Professora Marta Nascimento.

A Escola Rotary com 37 alunos com idades de 6 à 9 anos  
Representando a escola a Professora Jamile.

A Escola Tempo Integral Douglas Aprato Tenorio com 80 alunos com idades de 11 a 14 anos  
Representando a escola a Professora Iaponira.



## **Município de Piaçabuçu**

A Escola Uilsson Ferreira Costa com 45 alunos com idades de 9 a 10 anos  
Representando a escola a Professora Misleide Santana.

A Escola Messias com 40 alunos com idades de 6 a 7 anos  
Representando a escola a Professora Auxiliar Palina Caetano.

Reforço Escolar com 12 alunos com idades de 05 à 10 anos  
Representando o reforço a Professora Julieta Fernandes.

# 21. A POPULARIZAÇÃO E A DEMOCRATIZAÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS ATRAVÉS DO SESC CIÊNCIA DO DISTRITO FEDERAL NAS EXPEDIÇÕES CIENTÍFICAS DO BAIXO SÃO FRANCISCO

Área de conhecimento: Educação Ambiental.

Mariana Guimarães de Sousa<sup>1</sup>  
Patrícia J. C. de Souza Martins<sup>2</sup>

## RESUMO

Durante a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco que ocorreu de 21 a 30 de novembro de 2023, o Sesc-DF promoveu duas atividades simultâneas, cujo propósito fundamental foi democratizar o acesso ao conhecimento científico e incentivar o ensino de ciências de maneira envolvente e acessível para a população. A primeira atividade foi a oficina da extração do DNA da banana em que foi estruturado um laboratório, permitindo que os estudantes se familiarizassem com os procedimentos científicos de maneira interativa e acessível. A segunda atividade, envolveu a exibição de filmes de curta duração em realidade virtual (RV), que trouxe uma dimensão única e inesquecível ao ensino de ciências. A expedição percorreu 8 municípios às margens do Rio São Francisco, Piranhas (AL), Pão de Açúcar (AL), Traipu (AL), São Brás (AL), Própria (SE), Igreja Nova (AL), Penedo (AL) e Piaçabuçu (AL). Os atendimentos realizados somaram cerca de 2.232 pessoas que fortaleceram os laços existentes entre a população e a ciência, promovendo uma compreensão mais ampla e participativa do mundo científico ao nosso redor.

**Palavras-chave:** ensino de ciências, laboratório, realidade virtual, tecnologia, conhecimento científico.

---

1 Coordenadora Pedagógica Sala de Ciências do SescDF;

2 Coordenadora Pedagógica Sesc Oceanário DF.

## INTRODUÇÃO

O Serviço Social do Comércio do Distrito Federal (Sesc-DF) tem como missão promover ações socioeducativas que contribuam para o bem-estar e a qualidade de vida dos trabalhadores do comércio de bens, serviços e turismo, de seus familiares e da comunidade, para uma sociedade democrática. Tem como valores o acolhimento, integridade, diversidade, excelência, sustentabilidade e inovação (Plano Estratégico Sesc/DF, 2022-2026). Dentre as diversas atuações educacionais da instituição, a educação não formal é representada pelo Sesc Ciência que conta com duas salas de ciências, o oceanário e o planetário.

O Sesc Ciência tem como objetivo tornar a educação científica mais próxima da população nas áreas de Ciências da Natureza de maneira interdisciplinar, lúdica e interativa, respeitando os valores culturais e reconhecendo seu potencial científico-tecnológico na sociedade. Segundo Chassot (2018, p.77), a nossa responsabilidade maior no ensinar Ciências é procurar que nossos alunos e alunas se transformem, com o ensino que fazemos, em homens e mulheres mais críticos. Sonhamos que, com o nosso fazer educação, os estudantes possam torna-se agentes de transformações-para melhor-do mundo em que vivemos.

Diante desse contexto, trabalhar a educação ambiental na perspectiva dos sujeitos sociais permite estabelecer uma prática pedagógica contextualizada e crítica, que explicita os problemas estruturais de nossa sociedade, as causas do baixo padrão qualitativo da vida que levamos e da utilização do patrimônio natural como uma mercadoria e uma externalidade em relação a nós (Péres e Gon, 2015). A educação ambiental assume assim a sua parte no enfrentamento da crise ambiental radicalizando seu compromisso com mudanças de valores, comportamentos, sentimentos e atitudes, que deve se realizar junto à totalidade dos habitantes de cada base territorial, de forma permanente, continuada e para todos (Brasil, 2007).

Atuando na área da Educação Ambiental no ano de 2023 na VI Expedição Científica, o Sesc Ciência lançou-se mão do uso de ferramentas tecnológicas como os óculos de realidade virtual. Uma vez que ao compreender a cultura digital hoje, como parte responsável pela reestruturação da sociedade, é notório que ela traz a oportunidade de conexão, tendo a internet como pano de fundo. Por isso, está relacionada à comunicação e a conectividade global, ao acesso e a produção de conteúdo de forma rápida e interconectada. A tecnologia de comunicação na educação ganha destaque no momento em, paralelamente ao uso na educação (Leal, 2021).

Compreendendo a mediação como algo importante nas aprendizagens, o Sesc Ciência do Distrito Federal utilizou ferramentas tecnológicas nas atividades desenvolvidas com a população durante VI Expedição Científica do Baixo São Francisco: extração do DNA da banana com materiais de laboratório e exibição de vídeos em realidade virtual com uso dos óculos VR.

## DESENVOLVIMENTO

A proposta central da expedição é impulsionar uma nova abordagem participativa na região, por meio do conhecimento e monitoramento dos principais indicadores sociais, econômicos e ambientais. O objetivo é sinalizar a importância na qualidade e segurança alimentar da população, ao mesmo tempo em que se concentra em destacar a situação do rio, evidenciando seus desafios e propondo ações concretas para reduzir impactos e preservar a qualidade ambiental. A expedição busca não apenas identificar problemas, mas também sensibilizar os principais órgãos de fomento e os governantes sobre a importância de medidas efetivas para enfrentar os desafios enfrentados pelo rio São Francisco.

Dessa forma, cientes das inúmeras formas de aprendizagem, a pedagoga com formação em Educação Ambiental, Patrícia J. C. de Souza Martins e a bióloga e pedagoga, Mariana Guimarães de Sousa, atuaram por meio da educação não formal para divulgação científica voltada à conservação, preservação e conscientização do meio ambiente, elucidando impactos socioambientais na esfera microsocial de cada local percorrido, ao longo da expedição, fornecendo meios e conhecimento de maneiras lúdica, prática e analítica.

### I- Oficina: extração do DNA da banana

Os atendimentos oferecidos pelo Sesc Ciência foram marcados por duas atividades simultâneas, cujo propósito fundamental foi democratizar o acesso ao conhecimento científico e incentivar o ensino de ciências de maneira envolvente e acessível para a população (Figura 1).

**Figura 1:** Atividades desenvolvidas simultaneamente. Exibição de vídeos com os óculos de realidade virtual e extração do DNA da banana – Piranhas AI.



Fonte: Ascom Expedição, 2023.

A extração do DNA da banana é uma experiência prática que visa não apenas ensinar sobre genética, mas também proporcionar uma compreensão tangível e lúdica dos processos biológicos. O espaço dedicado para essa atividade foi estruturado como um laboratório, permitindo que os estudantes se familiarizassem com os procedimentos científicos de maneira interativa. Os materiais utilizados foram escolhidos estrategicamente para serem de fácil acesso, promovendo a ideia de que a ciência pode ser realizada com recursos simples, como sal, banana, água, álcool, peneira e detergente (Figura 2).

**Figura 2:** Espaço estruturado como um laboratório para a extração de DNA. Atendimentos em Penedo e Piaçabuçu AI.



Fonte: Ascom Expedição, 2023.

Além disso, a flexibilidade desses materiais permitiu sua substituição por alternativas mais acessíveis, uma vez que são passíveis de substituição, como o gral com pistilo, becker, pipetas de pasteur e eppendorf, que podem ser substituídos por plásticos reutilizáveis, copos de requeijão, conta gotas e tubos de confetes. Essas informações foram repassadas aos professores, que demonstraram interesse e curiosidade durante o desenvolvimento das aulas (Figura 3).

**Figura 3:** Professora participando da oficina junto com a turma. Materiais utilizados para a extração do DNA. Pão de Açúcar e Piranhas Al.



Fonte: Ascom Expedição, 2023.

Diante desse contexto, reforçamos a ideia de que a ciência pode ser praticada de forma adaptável e inclusiva. A participação ativa dos estudantes, aliada à possibilidade de levarem consigo sua própria amostra de DNA, tornou o aprendizado mais envolvente, prático e visualmente impactante. Assim, cada amostra de DNA levada para casa tornou-se mais do que um simples resultado de laboratório; representou uma lembrança palpável de que a ciência, quando compartilhada de maneira acessível e envolvente, pode transformar não apenas mentes, mas também corações, alimentando uma conscientização profunda sobre a importância da preservação ambiental (Figura 4).

**Figura 4:** Amostras de DNA em Eppendorf como lembrança aos participantes da oficina. Piranhas e Pão de Açúcar Al.



Fonte: Ascom Expedição, 2023.

## 2 - EXIBIÇÃO DE FILMES EM REALIDADE VIRTUAL COM OS ÓCULOS VR

Na segunda atividade, foi realizada a exibição de filmes de curta duração em realidade virtual (RV) trouxe uma dimensão única e inesquecível ao ensino de ciências. Ao proporcionar a sensação de estar imerso em ambientes como o oceano, buraco negro, molécula de DNA e célula, os óculos de RV ofereceram uma experiência educacional que transcendeu as barreiras físicas da sala de aula (Figura 5).

**Figura 5:** Exibição de filmes em realidade virtual com óculos RV – Traipu AI.



Fonte: Ascom Expedição, 2023.

Essa abordagem permitiu que os estudantes se aproximassem de espaços muitas vezes distantes de sua realidade educacional, proporcionando uma compreensão mais profunda e vívida dos conceitos científicos. As reações de surpresa, espanto, alegria e encantamento expressadas pelos participantes evidenciaram não apenas o impacto imediato da experiência, mas também o potencial transformador do ensino de ciências quando incorpora tecnologias inovadoras (Figura 6).

**Figura 6:** Participação dos estudantes em Penedo e Traipu AI.



Fonte: Ascom Expedição, 2023.

Ao explorar digitalmente ambientes muitas vezes distantes da realidade cotidiana dos estudantes, a atividade de realidade virtual não apenas transcende as barreiras físicas da sala de aula, mas também serve como uma ponte entre o aprendizado científico e a compreensão íntima da importância da preservação ambiental. Ao vivenciar virtualmente a beleza e complexidade da natureza, os participantes eram instigados a desenvolver uma empatia mais profunda pelos ecossistemas e, por extensão, uma consciência renovada sobre a necessidade de proteger e conservar nosso ambiente natural (Figura 7).

**Figura 7:** Atendimento nos municípios de Pão de Açúcar e Piaçabuçu Al.



Fonte: Ascom Expedição, 2023.

Conseqüentemente, ao estimular um maior interesse dos participantes pelos assuntos vistos, os óculos de realidade virtual auxiliaram de forma essencial a criar uma visão mais sustentável acerca da educação ambiental. Esse foi objetivo das coordenadoras Patrícia e Mariana (Figura 8).

**Figura 8:** Preparação para o primeiro atendimento em Piranhas Al (à esquerda). Coordenadoras pedagógicas do Sesc Ciências-DF. Mariana (à esquerda) e Patrícia (à direita).



Fonte: Ascom Expedição, 2023.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os atendimentos realizados na VI Expedição do Baixo São Francisco, somaram cerca de 2.232 pessoas que fortaleceram os laços existentes entre a população e a ciência, de modo que, o interesse e acolhimento manifestados durante os atendimentos destacam a importância de iniciativas educacionais que conectam a pesquisa científica à vida cotidiana das pessoas, assim, promovendo uma compreensão mais ampla e participativa do mundo ao nosso redor.

A atmosfera envolvente do laboratório, onde os estudantes puderam explorar os intrincados processos biológicos de forma prática, transcendeu as fronteiras tradicionais da sala de aula. A experiência sensorial, desde a textura da banana até o fascinante processo de extração, não apenas despertou a curiosidade científica, mas também estabeleceu uma conexão emocional com o ambiente natural. A interatividade dessas atividades não só tornou o aprendizado mais tangível, mas também plantou as sementes da consciência ambiental, incentivando os participantes a refletir sobre a intrincada teia da vida e seu papel crucial na preservação desse equilíbrio.

Ao desmistificar a ciência e demonstrar que os princípios fundamentais podem ser explorados com materiais simples e acessíveis, a oficina não apenas promoveu a inclusão, mas também quebrou barreiras socioeconômicas na busca pelo conhecimento. Essa abordagem inclusiva não apenas capacitou os estudantes a se tornarem protagonistas de sua própria aprendizagem, mas também gerou um impacto duradouro na forma como encaram o ambiente ao seu redor.

As atividades práticas no ensino de ciências são essenciais para o desenvolvimento da aprendizagem e, por meio delas, é possível acompanhar a construção do conhecimento científico. Outro ponto em destaque é que esse tipo de atividade torna a rotina escolar mais prazerosa e interativa (Bassoli, 2014). Com as aulas lúdicas, o estudante aprende brincando e tem a vontade de participar, interagir e contribuir coletivamente para a construção do conhecimento, ou seja, o aprender fazendo.

Em suma, as oficinas transmitiram conhecimento científico ao mesmo tempo em que ilustraram a onipresença da ciência, o quanto presente ela é na vida de todos nós e como ela é essencial para compreendermos melhor o ambiente em que vivemos e como cuidá-lo. Ao tornar o aprendizado mais acessível, prático e emocionante, essas iniciativas contribuem para formar uma sociedade mais informada, crítica e engajada com o avanço científico, destacando, assim, a importância crucial da ciência em nossa vida cotidiana e na construção de um futuro sustentável.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e ao Serviço Social do Comércio do Distrito Federal (Sesc-DF), que por meio do Sesc Ciência, viabilizaram o desenvolvimento deste trabalho na V e VI Expedição Científica do Baixo São Francisco.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSOLI, Fernanda. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. Scielo, Brasil, v. 20, n.3, p. 579-593, novembro, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000300005>

CHASSOT, Attico. Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação. Rio Grande do Sul: Editora Unijui, 2018.

LEAL, Géssica Dias. O uso da tecnologia no processo de ensino aprendizagem. 2021. 28 páginas. Pontifícia Universidade Católica de Goiás Pró-Reitoria de Graduação escola de formação de Professores e Humanidades Curso de Pedagogia - Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Departamento de Educação Ambiental. Unesco. Vamos cuidar do Brasil : conceitos e práticas em educação ambiental na escola. Brasília, 2007a.

PERES, Campanharo Péres; Gon Thaianne Falcão. Educação ambiental em Espaço formal e Não-Formal: um relato de experiências. 2015. 30 páginas. Departamento de Teorias do Ensino e Práticas Educacionais Centro de Educação Ciências Biológicas - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

SESC, et.al Plano Estratégico do Serviço Social do Comércio do Distrito Federal, 2022 - 2026.

## 22. “CULTIVAR ÁGUA, COLHER SERVIÇOS AMBIENTAIS”: EDUCAÇÃO AMBIENTAL HÍDRICA E CLIMÁTICA COM O PÚBLICO DO BAIXO SÃO FRANCISCO

Área de conhecimento: Educação Ambiental.

Ayanna Araújo<sup>1</sup>  
Gabriela Maria Cota dos Santos<sup>2</sup>  
Meraldo Rocha<sup>3</sup>  
Wemenson Rogê Sena Filho<sup>4</sup>  
Ana Carolina Araújo<sup>5</sup>

### RESUMO

O Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (IMA) é o órgão executor de políticas públicas ambientais do estado de Alagoas. Durante a VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, o IMA contribuiu com a linha de educação ambiental sob uma perspectiva de mudanças climáticas e da importância da promoção do ciclo da água para seu enfrentamento e para a conservação do rio São Francisco, através do fornecimento de serviços ambientais com práticas sustentáveis. Nesse sentido, a prática promovida pelo IMA na VI Expedição foi a de Fossa Jardim, tecnologia social bastante difundida como “fossas agroecológicas” ou “bacias de evapotranspiração”, cujo uso permite reaproveitamento de dejetos doméstico, e ainda, possui forte elemento social de mudança de realidade do saneamento rural por ser facilmente replicada. A participação do IMA na VI Expedição pôde expandir o território alagoano atendido pelo órgão, fortalecer os laços poder público-academia e, principalmente, reverberar a educação ambiental hídrica e climática ao longo do público docente, discente, gestor e trabalhador do Baixo São Francisco.

**Palavras-chave:** Educação Ambiental; Ciclo da água; Mudanças Climáticas; Fossas agroecológicas; Rio São Francisco.

---

1 Gestora Ambiental, Gerência de Educação Ambiental do Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (IMA/AL)

2 Agroecóloga, Gerência de Mudanças Climáticas e Sustentabilidade do IMA/AL

3 Pedagogo, Gerência de Educação Ambiental do IMA/AL

4 Engenheiro Civil, Gerência de Licenciamento do IMA/AL

5 Engenheira Civil, Gerência de Licenciamento do IMA/AL

## INTRODUÇÃO

### O papel do Instituto do Meio Ambiente de Alagoas na conservação da natureza

O Instituto do Meio Ambiente de Alagoas, IMA, constitui parte do poder público alagoano, foi criado em 1975 e transformado em autarquia estadual em 1988, sendo o mais antigo órgão ambiental do Brasil. E no seu propósito de um futuro sustentável para Alagoas, tem a missão de executar as políticas ambientais para proteger o meio ambiente e atuar proativamente em temas de interesse da sociedade. Além disso, busca a observância da legislação ambiental e a conscientização da população frente a importância do estabelecimento de relações saudáveis e sustentáveis entre ser humano-natureza, como através da manutenção dos ecossistemas naturais alagoanos.

Nesse sentido, o IMA dedica sua estrutura para atender a esses objetivos, como através da criação de uma série de programas e projetos ambientais. Entre eles, com o intuito de levar boas práticas ambientais às escolas, está o Programa Cultivar Água, desenvolvido pelo Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas (IMA) em parceria com Ministério Público Estadual (MPAL), Tribunal de Contas (TCE), Associação dos Membros dos Tribunais de Contas do Brasil (ATRICON) entre outras instituições, promovendo uma verdadeira revolução na gestão das águas nas escolas de Alagoas.

O Programa busca promover o “repensar” e o agir sobre o ciclo da água em prédios públicos, prioritariamente nas escolas, por meio da construção coletiva de uma proposta pedagógica. Busca também a ampliação dessa reflexão além da comunidade escolar, visando a mudança de comportamento e a apropriação de metodologias sustentáveis de uso, reuso e destinação da água em unidades familiares. Uma estratégia para aplicar os objetivos do Programa é através da implementação de Fossas Jardim.

### Fossas Jardim, alternativas sustentáveis para o esgotamento rural

As diferentes denominações para fossas não convencionais que usam a lógica do reaproveitamento de dejetos através da fermentação anaeróbica, ascensão hídrica (capilaridade) e evapotranspiração por espécies vegetais, se dão em virtude de diferentes propostas pedagógicas. A escolha pelo termo “Fossas Jardim” ao invés de “fossas agroecológicas” ou “bacias de evapotranspiração”, se dá pelo estímulo a uma maior aproximação do público com o ambiente de fossas, que geralmente é um local da propriedade do qual as pessoas tendem a manter distância e repulsa. Já o “jardim”, possui o potencial de despertar a curiosidade e o cuidado.

Dito isso, a Fossa Jardim é um sistema inovador de tratamento e reaproveitamento de esgoto proveniente do vaso sanitário. Esse sistema conta com ligações que conectam o vaso à fossa jardim, substituindo a tradicional tampa de cimento por uma camada de terra e plantas.

Ao adotar a Fossa Jardim, uma abordagem sustentável é aplicada ao tratamento do esgoto doméstico. Onde o esgoto é direcionado para a fossa, ocorrendo um processo natural de filtragem e tratamento. As camadas de metralha, brita, terra e plantas presentes sobre a fossa desempenham um papel crucial, atuando como agentes biológicos que ajudam na purificação e decomposição dos resíduos.

As plantas desempenham um papel importante na Fossa Jardim, pois suas raízes absorvem os nutrientes presentes no esgoto, auxiliando na sua decomposição e filtragem. Além disso, o solo e as plantas agem como um filtro natural, retendo partículas sólidas e reduzindo a carga orgânica presente no esgoto.

Com a Fossa Jardim, é possível obter benefícios ambientais significativos. Através do tratamento e reaproveitamento do esgoto, é reduzido o impacto negativo no meio ambiente, contribuindo para a preservação dos recursos hídricos e evitando a contaminação do solo e das águas subterrâneas. Além disso, a Fossa Jardim proporciona

um aspecto estético agradável, transformando uma estrutura usualmente associada a odores desagradáveis em um ambiente com plantas que contribuem para a melhoria do paisagismo.

A Fossa Jardim torna-se um espaço pedagógico na estratégia de estimular a reflexão do ciclo da água, a responsabilidade e participação de cada um de nós no ciclo, principalmente na devolução da água usada para o ciclo hidrológico. O Cultivar Água desenvolve por meio de oficinas e momentos formativos, junto a comunidade escolar, a construção de conhecimentos e a possibilidade da mudança comportamental. O espaço da Fossa Jardim tem também a pretensão de ser um laboratório para interfaces com as diversas disciplinas da grade curricular e um espaço de transferência de tecnologia para a comunidade em geral, ampliando as contribuições a saúde pública colaborando na transmissão das doenças de veiculação hídricas e a diminuição das parasitoses intestinais e mortalidade infantil.


### Educação ambiental e temas urgentes: mudanças climáticas e a importância da conservação do ciclo hidrológico

Além do cenário atual sobre a escassez de sistemas de esgotamento no ambiente rural, toma corpo mais uma problemática urgente para as populações rurais: as mudanças climáticas.

A inclusão desta temática em ações de educação ambiental se faz relevante à medida em que se intensifica a ocorrência e a agressividade de eventos climáticos extremos. Tal conjuntura estimula ações de adaptação climática para as gerações atuais, que já têm passado a vivenciar as alterações no clima, não sendo mais um assunto a ser considerado e tratado para o futuro.

Através de acordo de cooperação técnica e de estudos de rotina, o IMA através da Gerência de Mudanças Climáticas e Sustentabilidade, se utiliza de dados de mudanças climáticas para elaboração e execução de políticas públicas do gênero. Assim, tem-se na Figura 1 um resumo dos riscos de impacto presentes e futuros para cada município visitado pela VI Expedição Científica do Baixo São Francisco.

**Figura 1:** Baixo São Francisco em dados de mudanças climáticas

<p>Baixo São Francisco em dados de mudanças climáticas</p> 	Município	% de emissões de gases do efeito estufa (GEE)	Risco de impacto para seca (presente e futuro)	Risco de impacto para inundações, alagamentos e enxurradas (presente e futuro)	Média de vulnerabilidade
	Piranhas	0,67 %	0,4 → 0,51	0,67 → 0,65	28,63%
	Pão de Açúcar	0,95 %	0,33 → 0,33	0,74 → 0,72	41,07%
	Traipu	0,91 %	0,03 → 0,17	0,46 → 0,48	47,92%
	São Brás	0,36 %	0,21 → 0,37	0,51 → 0,55	53,01%
	Propriá (SE)	0,85 %	0,28 → 0,43	0,9 → 0,88	-
	Igreja Nova	1,43 %	0,27 → 0,42	0,17 → 0,26	51,11%
	Piaçabuçu	0,6 %	0,29 → 0,55	0,42 → 0,43	58,48%
	Penedo	1,9 %	0,37 → 0,45	0,75 → 0,76	50,12%

Fonte: Autores (2023) a partir de informações do SEEG (Sistema de Estimativa de Emissões de Gases do Efeito Estufa) - coluna de % de emissões -, do AdaptaBrasil (2023) - colunas de risco de impacto - e do ClimaAdapt (2023) - coluna de média de vulnerabilidade.

Através destes dados, se percebe como cada município tende a apresentar diferentes cenários de risco climático, a depender do clima da região, da infraestrutura e das políticas públicas locais disponíveis para assessorar as cidades diante de situações como secas ou inundações. Assim, se faz importante a publicidade desses dados diretamente à população.

Todavia, o processo de ansiedade climática, que tende a afetar os grupos sociais que menos têm condições de tomar decisão para lidar com o problema (como crianças e adolescentes, bem como comunidades tradicionais e periféricas), não pode ser um dos fins da educação ambiental climática, sendo importante apresentar, junto ao problema, alternativas para enfrentamento e adaptação aos riscos elencados.

Dessa maneira, tem-se a abordagem da promoção do ciclo da água como tal alternativa, cuja materialização se dá através da implementação de Fossas Jardim, que possuem potencial de provimento de serviço ambiental a partir do momento em que evitam que dejetos domésticos sejam despejados diretamente ou indiretamente - através do despejo no solo, que podem percolar em direção a corpos hídricos - no rio São Francisco. Esse potencial se fortalece sob a necessidade crônica de saneamento básico dos municípios ribeirinhos (Amorim et al., 2022).

Nesse sentido, diante da conjuntura de temáticas urgentes e de alternativas práticas para tratar destas, no início de 2023 houve tratativas entre o IMA e a UFAL, que se firmaram em parceria para construção de Fossas Jardim nos municípios da IV Expedição. Assim, a primeira participação do IMA na Expedição se formou através da ação intergerencial entre a Gerência de Educação Ambiental (GEDAM) e a Gerência de Mudanças Climáticas e Sustentabilidade (GECLIM). Dessa maneira, a constituir o objetivo da abordagem do IMA na VI Expedição, foi possível aproximar o público do Baixo São Francisco das questões ambientais hídricas e climáticas.

## METODOLOGIA

As atividades do IMA na VI Expedição se dividem em 3 períodos, conforme o Quadro 1, de maneira a garantir a perpetuação da relação entre o Instituto e as comunidades beneficiadas.

**Quadro 1:** Atividades gerenciadas pelo IMA como contribuição à VI Expedição Científica do Baixo São Francisco (2023).

Período	Atividade	Lugares visitados
<b>Pré-Expedição</b>	Momentos formativos com coordenações, professores e gestores municipais sobre a abordagem das mudanças climáticas e a importância do ciclo da água (Programa Cultivar Água) para seu combate, a partir do provimento de serviços ambientais hídricos provenientes de práticas como as Fossas Jardim.	Penedo, Piaçabuçu, Igreja Nova, São Brás, Traipu, Pão de Açúcar, Piranhas.
	Visitas técnicas para início de implementação de Fossas Jardim em escolas municipais e em comunidades tradicionais ligadas à agricultura familiar	
<b>Durante a Expedição (21 a 30 de novembro de 2023)</b>	Exposição da Tenda IMA “Cultivar água, colher serviços ambientais” para escolas do Baixo São Francisco	Penedo, Piaçabuçu, Igreja Nova, São Brás, Traipu, Pão de Açúcar, Piranhas e Propriá (SE).
<b>Pós-Expedição</b>	Conclusão de implementação das Fossas Jardim, bem como acompanhamento das já instaladas através da realização de oficinas com população local que possa replicar a tecnologia social.	Penedo, Piaçabuçu, Igreja Nova, São Brás, Traipu, Pão de Açúcar, Piranhas.
	Produção de cartilha pedagógica sobre fossas agroecológicas para distribuição popular.	

Fonte: Autores (2023)

## MOMENTOS FORMATIVOS

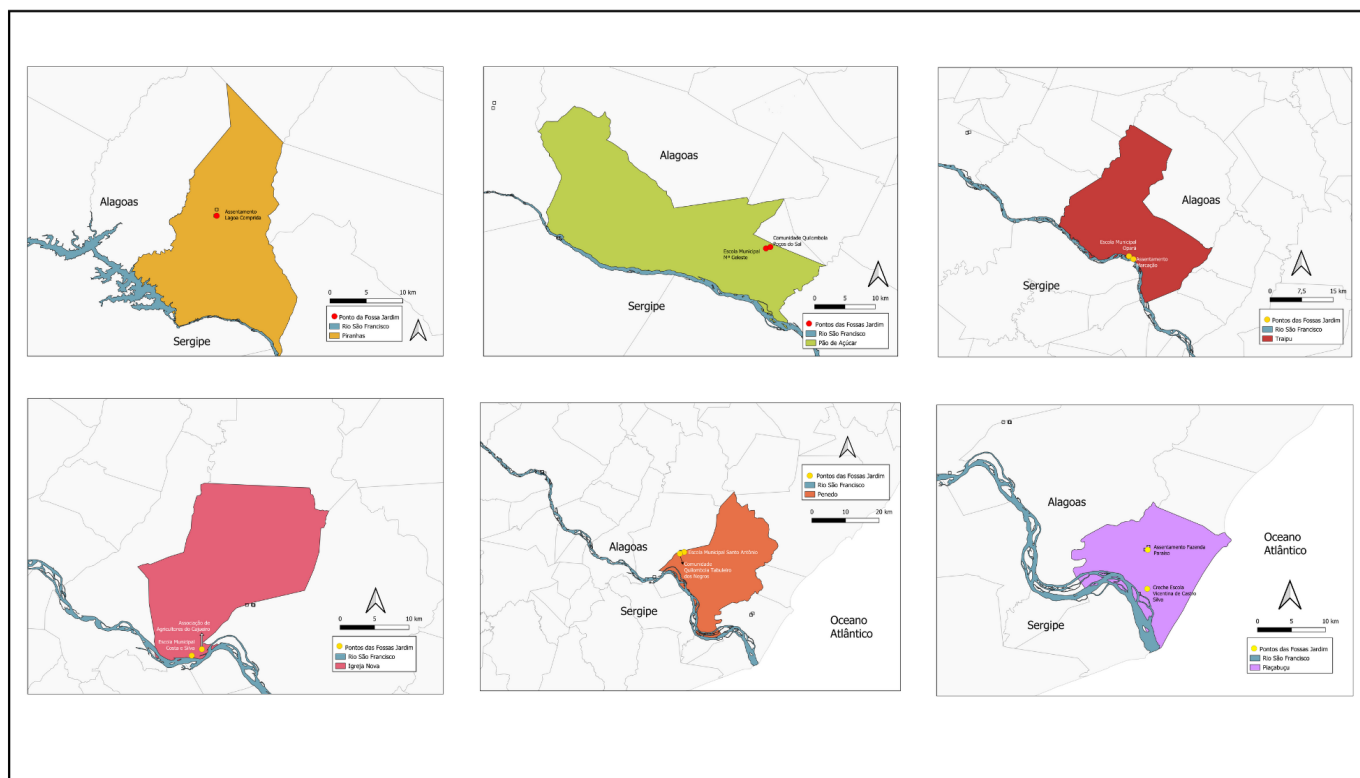
Os momentos formativos com corpo docente municipal e com gestores locais seguiram com a seguinte programação:

- Distribuição de questionário (pré-teste) para avaliar o conhecimento prévio dos docentes e da gestão a respeito do ciclo hidrológico, Fossas Jardim e mudanças climáticas;
- Apresentação de slides para aprofundamento do conteúdo sobre mudanças climáticas, ciclo hidrológico e como as Fossas Jardim atuam para contribuir com a conservação do rio São Francisco;
- Oficina lúdica de construção de Fossas Jardim com materiais reciclados.
- Distribuição de questionário (pós-teste) para avaliar o incremento de informações pelos participantes após apresentações e práticas.

## IMPLEMENTAÇÃO DE FOSSAS JARDIM

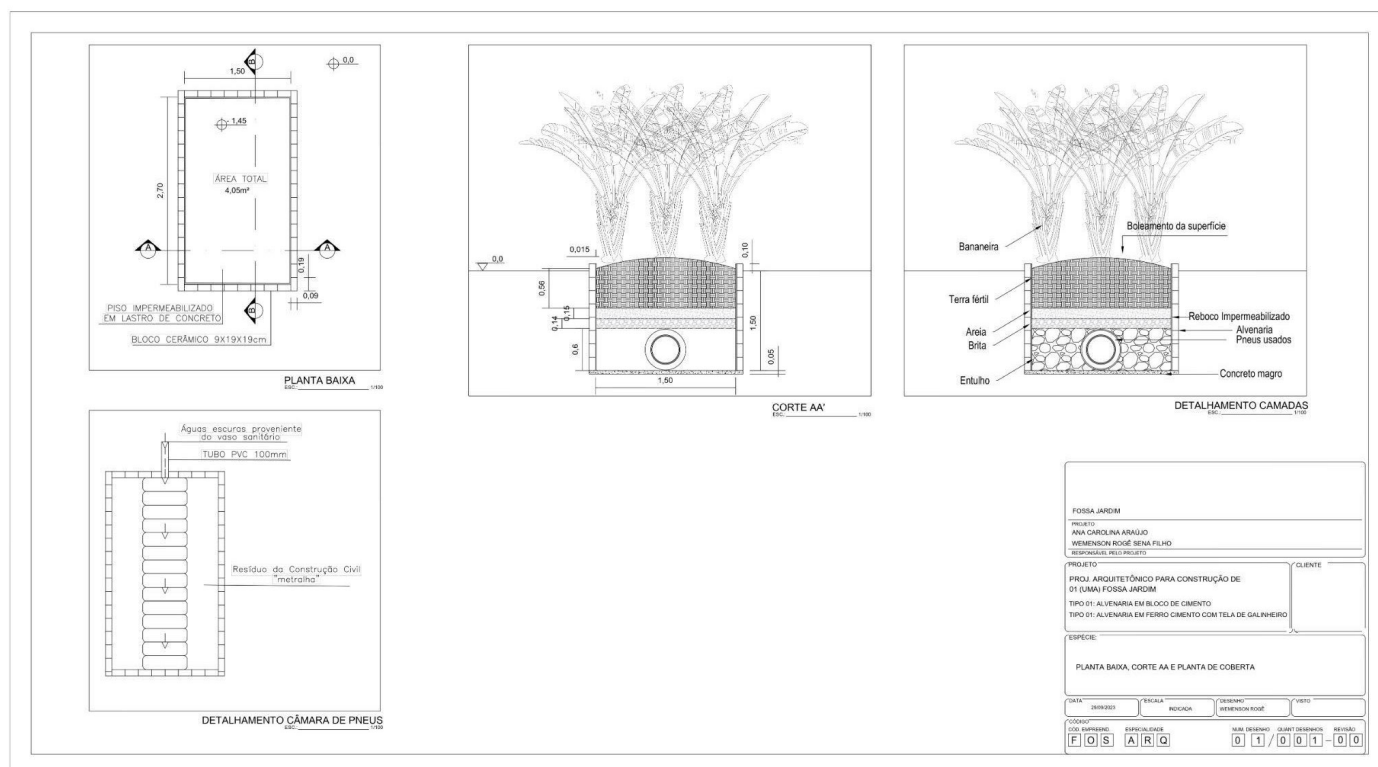
Foram mapeadas uma escola - através da indicação da gestão municipal - e uma unidade produtiva familiar (UPF) - através da abertura de um edital pelo IMA - em cada município beneficiado pela Expedição (Figura 2) para receber uma Fossa Jardim conforme dimensões na Figura 3.

**Figura 2:** Mapeamento das Fossas Jardim implementadas pelo IMA na VI Expedição do Baixo São Francisco.



Fonte: Autores, 2023.

**Figura 3:** Dimensões da Fossa Jardim implementada pelo IMA na VI Expedição do Baixo São Francisco.



Fonte: Autores, 2023.

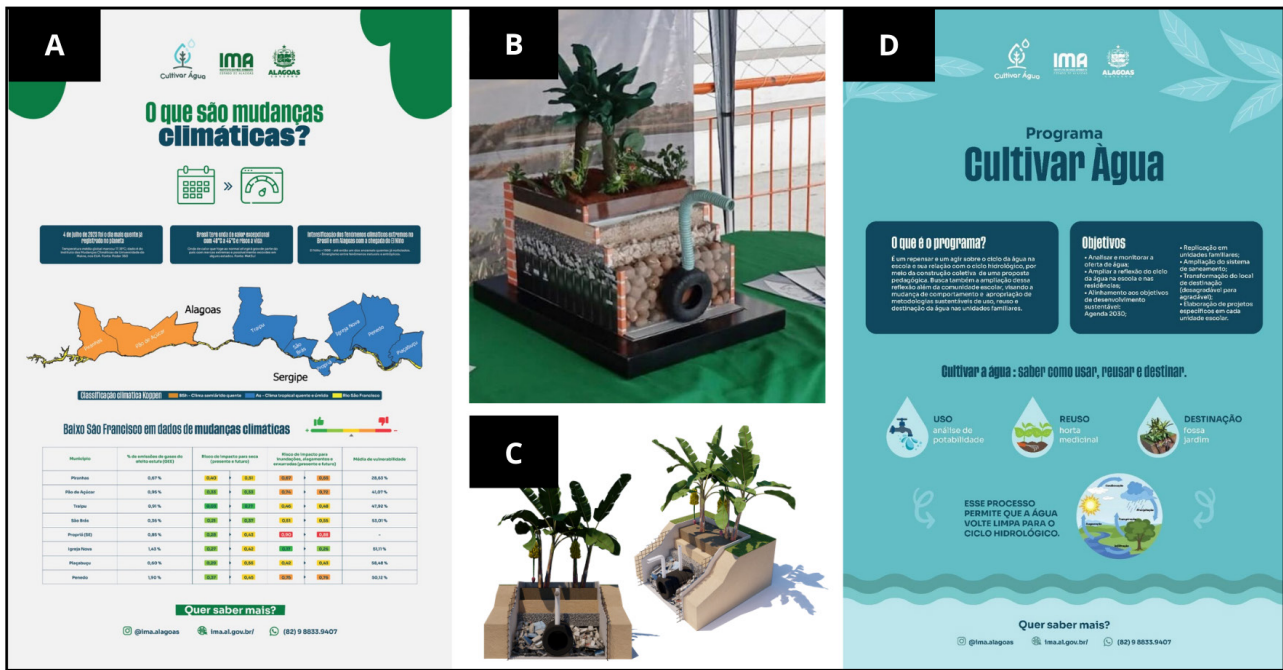
## TENDA IMA “CULTIVAR ÁGUA, COLHER SERVIÇOS AMBIENTAIS”

Nos 8 municípios visitados pela VI Expedição (inclusive o município sergipano de Propriá), o IMA montou uma Tenda com o tema “Cultivar água, colher serviços ambientais”, a fim de estabelecer uma ponte entre a urgência das mudanças climáticas e a importância do ciclo da água para o seu combate.

Dessa maneira, sob a tenda foram expostos 3 materiais (Figura 4):

- Banner 1: “O que são mudanças climáticas?” - com a apresentação do mapa do Baixo São Francisco e sua divisão climática, segundo a classificação de Koppen (Alvares et al., 2013), em clima semiárido quente (Piranhas e Pão de Açúcar) e clima tropical quente e úmido (Traipu, São Brás, Propriá, Igreja Nova, Penedo e Piaçabuçu). E ainda, a Figura 1, como forma de expor os níveis de risco de impacto para seca e para inundações/alagamentos/enxurradas que cada cidade sofre atualmente, bem como seus riscos projetados para o futuro.
- Maquete física da Fossa Jardim;
- Maquete digital da Fossa Jardim;
- Banner 2: “Programa Cultivar Água”. Com uma breve apresentação do programa Cultivar Água.

**Figura 4:** Materiais expostos na Tenda do IMA “Cultivar água, colher serviços ambientais”.



Fonte: Autores, 2023.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Atividades desenvolvidas

Foram realizados 3 momentos formativos com docentes e gestão municipal, em Penedo, Piaçabuçu e Pão de Açúcar (Figura 5) em virtude da disponibilidade dos participantes e da equipe técnica do IMA. Os resultados dos questionários (comparação pré-teste e pós-teste) ainda estão sob análise, uma vez avaliados, será possível identificar se os momentos formativos puderam incorporar informações ao conhecimento prévio dos participantes. Além disso, se observou a percepção social e a melhor compreensão do funcionamento da Fossa Jardim a partir do momento prático de oficina, o que fortalece a importância de: a) usar mais de uma estratégia de educação no processo de ensino-aprendizagem; b) incluir a função social que tecnologias (também sociais) feitas as Fossas Jardim podem ter (Interaminense, 2019; Campos, 2023).

**Figura 5:** Momento formativo em Penedo, Alagoas.



Fonte: Autores, 2023.



Ao todo, todos os municípios alagoanos contemplados pela VI Expedição receberam visitas técnicas do IMA para implementação das Fossas Jardim. Destes, seis fossas foram iniciadas (2 em Penedo, 2 em Piaçabuçu, 1 em Igreja Nova e 1 em Pão de Açúcar), sendo três concluídas (2 em Penedo - na Escola Municipal Santo Antônio e em uma UPF da Comunidade Quilombola Tabuleiro dos Negros - e 1 em Igreja Nova - na Associação de Agricultores do Povoado Cajueiro) - Figura 6.

Durante a Expedição, todas as 8 cidades receberam a exposição da Tenda do IMA, com um público que variou de crianças do ensino infantil, fundamental e médio a agricultores familiares da região. Essa diversidade do público receptor demonstra a importância do conteúdo abordado, desde uma perspectiva do interesse das crianças ao querer saber para onde vão os dejetos de casa após a descarga, até uma perspectiva de inovação e replicabilidade percebida pelos agricultores familiares.

**Figura 6:** Registros de visitas técnicas e inauguração de Fossa Jardim.



Fonte: Autores, 2023.

Além disso, a maquete física mostra a implementação e a funcionalidade do sistema de tratamento do esgoto proveniente dos vasos sanitários. A ideia foi mostrar de forma lúdica a importância deste sistema e como ele pode contribuir para devolver água limpa para o ciclo hidrológico. A apresentação da maquete 3D mostrou-se satisfatória, proporcionando a visualização completa e sob várias perspectivas da área de construção e sua funcionalidade. As maquetes 3D produzidas durante a explanação trouxeram o caráter de inovação às formas de visualização das informações temáticas e de feições mais relevantes ao sistema de tratamento “Fossa Jardim”, contribuindo assim para o desenvolvimento de práticas que incorporem a visualização à compreensão do processo.

### **Elaboração de cartilha**

Em parceria com o docente da Universidade Federal de Alagoas, Eduardo Lucena, e com ilustrações de Adnael, foi elaborada uma cartilha instrutivo-educativa (Figura 7) sobre os princípios e métodos relacionados à implementação de fossas agroecológicas. Incorporada à temática do ciclo hidrológico, a cartilha será distribuída em todos os municípios contemplados pela VI Expedição Científica do Baixo São Francisco.

**Figura 7:** Registros de visitas técnicas e inauguração de Fossa Jardim.



Fonte: Autores, 2024.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na primeira participação do IMA na Expedição Científica do Baixo São Francisco, se observa o forte potencial existente no estabelecimento de laços entre entidades de ensino (como a UFAL, e a própria Expedição) e a gestão pública na promoção de atividades educativas e de políticas públicas. Nestas oportunidades, o IMA pôde ampliar seu território de atuação através do vínculo expedicionário, e, assim, espera-se que esse potencial possa se manter no período pós-Expedição.

Além disso, foi possível perceber a boa recepção do conteúdo e da abordagem de educação ambiental climática e hídrica, tanto pelo corpo docente, quanto pelos/as alunos/as visitantes da Tenda, quanto pela população rural de maneira geral. O que reforça a importância de se tratar temáticas urgentes com cuidado e em busca das melhores ferramentas de fixação de informações no processo de ensino-aprendizagem.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos às prefeituras dos municípios visitados pela VI Expedição pela parceria firmada para a implementação das Fossas Jardim com recursos oriundos do IMA.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AMORIM, E.L.C. et al. Capítulo 22 - Fossas agroecológicas para o tratamento de efluentes sanitários em escolas municipais do Baixo São Francisco, em "O Baixo São Francisco: características ambientais e sociais" (Org.) Emerson Carlos Soares, José Vieira Silva e Themis Jesus Silva. Vol. 2. ISBN: 978-65-5624-107-4. 2022.

CAMPOS, Fernando Rosseto Gallego; SEVERO, Francieli Zeferino. Educação CTS: reflexões acerca das percepções de docentes do ensino médio. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 16, n. 1, p. 3-30, 2023.

INTERAMINENSE, Bruna de Kássia Santana. A Importância das aulas práticas no ensino da Biologia: Uma Metodologia Interativa/The Importance of practical lessons in the teaching of Biology: An Interactive Methodology. ID on line. Revista de psicologia, v. 13, n. 45, p. 342-354, 2019.

## 23. FOSSAS AGROECOLÓGICAS PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS NO BAIXO SÃO FRANCISCO

**Área de conhecimento:** Engenharias – Engenharia Sanitária.

**Eduardo Lucena Cavalcante de Amorim<sup>1</sup>**

### RESUMO

Durante o desenvolvimento da VI Expedição Científica do Baixo São Francisco diversas atividades foram realizadas, dentre elas destaca-se a implantação de fossas agroecológicas em escolas municipais, em uma comunidade quilombola e em um povoado para tratamento do esgoto sanitário. Os esgotos gerados de atividades humanas são normalmente tratados por sistemas convencionais, como as fossas sépticas, que se instaladas de maneira equivocada podem provocar impactos ambientais e à saúde humana. Diante do exposto, a utilização de “Fossas Agroecológicas” pode ser uma alternativa viável para mitigar os impactos ambientais do problema supramencionado. Nesse sentido foram visitados os municípios de Piranhas-AL, Pão de Açúcar-AL, São Brás e Penedo para verificação e acompanhamento das fossas agroecológicas construídas durante a V Expedição Científica em escolas municipais para o tratamento do esgoto sanitário. Além disso, foram construídas mais duas fossas agroecológicas em uma comunidade quilombola, quilombo Lages, localizada no povoado de Piau, e no povoado Entremontes, ambos localizados em Piranhas-AL. Nos dias 09 e 10 de novembro de 2023 foi realizada a gravação de duas matérias para os programas Globo Rural e Gazeta Rural, visando apresentar a tecnologia social como uma alternativa para solução do saneamento rural. E fruto de uma parceria com o Instituto de Meio Ambiente de Alagoas foi confeccionada uma cartilha sobre as fossas agroecológicas e o ciclo hidrológico para utilização nas ações de educação ambiental nas escolas ribeirinhas. Diante dessas atividades realizadas durante a expedição, despertou interesse da comunidade em buscar alternativas ambientais mais sustentáveis, bem como o poder público.

**Palavras-chave:** tecnologia social, impactos ambientais, resíduos, esgoto sanitário, reuso de água.

---

<sup>1</sup> Professor do Centro de Tecnologia (CTEC) da universidade Federal de Alagoas (UFAL).

## **INTRODUÇÃO**

O presente relatório visa apresentar as ações realizadas no âmbito da VI Expedição Científica do Rio São Francisco realizada entre 20 de novembro e 01 de dezembro de 2023, especificamente a implantação de fossas agroecológicas para tratamento do esgoto sanitário em Escolas municipais e comunidades em municípios do baixo São Francisco, bem como a elaboração de cartilha educativa visando a realização de educação ambiental.

Os efluentes e resíduos gerados de atividades sanitárias humanas são normalmente tratados por sistemas convencionais, como as fossas sépticas, que se instaladas de maneira errada podem provocar impactos ambientais e à saúde humana. O lançamento de esgoto em córregos e rios é uma das principais causas da degradação de mananciais de água potável, sendo desejável a pesquisa de formas eficientes de tratamento do esgoto domiciliar in loco e reuso.

O custo elevado e a falta de mão de obra qualificada para a construção correta de sistemas convencionais, aliado à falta de infraestrutura em sistemas de esgotamento sanitário nas zonas rurais dos municípios brasileiros, são fatores que agravam o problema fora do meio urbano.

A região do baixo São Francisco possui afluentes importantes, a situação dos domicílios sem tratamento de esgoto se apresenta como uma questão imperativa, pois o lançamento de efluentes sanitários não tratados diretamente no leito do rio é um dos principais problemas que a bacia enfrenta.

As fossas agroecológicas são um método simples e econômico de tratamento de esgotos domésticos, podendo ser adequadas para localidades com períodos críticos de escassez hídrica e onde a infraestrutura de saneamento é baixa ou inexistente. Essa técnica integra a construção de Bacias de Evapotranspiração (BET) para o tratamento de águas escuras e Círculos de Bananeiras (CB) para o tratamento de águas cinzas, empregando materiais de baixo custo e fácil acesso como entulho, palha, pneus usados, brita, terra e areia (AMORIM et al., 2022).

Uma das áreas que podem ser beneficiadas com a implantação de fossas agroecológicas é a Região Hidrográfica do Baixo São Francisco (RBSF), que compreende o clima tropical quente e úmido (com período de verão sem chuvas) e o clima semiárido quente (com altas temperaturas, elevada insolação e eventos escassos de precipitação). Diante da baixa disponibilidade hídrica, a RBSF possui o Rio São Francisco como principal fonte de recursos hídricos e de subsistência para a população local. Entretanto, fontes pontuais e difusas de poluição têm afetado a qualidade de suas águas, fato que pode ser observado pelo aumento significativo de macrófitas no curso do rio (AMORIM et al., 2022).

Sendo assim, visando diminuir a degradação ambiental decorrente da falta de saneamento, em 2021 surgiu o projeto de implantação de fossas agroecológicas junto à IV Expedição Científica do Baixo São Francisco. Na época, foram construídas cinco fossas em diferentes escolas municipais, localizadas nos municípios de Piranhas, Pão de Açúcar, Igreja Nova e Penedo. Em 2023, o projeto foi expandido com a inclusão de novas instituições contempladas e parcerias de trabalho. Deste modo, este capítulo apresenta as etapas de continuação das atividades e resultados das ações realizadas durante a VI Expedição Científica.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GERAL**

Evitar o lançamento de esgoto sanitário não tratado em corpos hídricos e consequentemente a degradação ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHRSF), a partir da construção de sistemas sustentáveis de tratamento de efluentes sanitários em escolas municipais e em comunidades na BHRSF.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Construção de Bacias de Evapotranspiração para o tratamento de águas escuras;
- Construção de Círculos de Bananeira para tratamento de águas cinzas;
- Realização de capacitação de equipe técnica das prefeituras para construção dos sistemas de tratamento;
- Promoção do acesso ao Saneamento Básico (eixo esgotamento sanitário) em áreas da BHRSF, conforme prevê a Lei do Saneamento (Lei nº 11.445/2007);
- Tratar os esgotos sanitários provenientes de escolas municipais de municípios localizados na BHRSF;
- Evitar a contaminação da água, do solo e do lençol freático;
- Produção de cartilha educativa sobre as fossas agroecológicas;
- Realização de ações de educação ambiental em escolas com a finalidade de difundir a tecnologia de tratamento de esgoto e sensibilização dos impactos causados do lançamento indevido no Rio São Francisco.

## **METODOLOGIA**

### **Ações pré-expedição**

Antes da realização da VI Expedição Científica do Rio São Francisco foram realizadas visitas e oficinas em escolas para a construção de fossas agroecológicas. As comunidades e escolas que foram contemplados com as fossas agroecológicas foram: Sítio Lages e Entremontes, em Piranhas-AL e Penedo.

### **Ações durante a expedição**

Durante a Expedição foram realizadas ações de educação ambiental, nas escolas citadas anteriormente, integrada à entrega de novas fossas agroecológicas e acompanhamento das fossas construídas durante a V Expedição com a finalidade de emponderar a comunidade escolar do sistema de tratamento de esgoto da escola.

### **Ações pós-expedição**

Após a Expedição às ações de capacitação e acompanhamento da operação e monitoramento das fossas agroecológicas continuam sendo realizadas. Além disso, o acompanhamento da conclusão das obras de fossas agroecológicas e mobilização de outros municípios para construção do sistema de tratamento de esgoto em escolas. Também foi elaborada uma cartilha, em parceria com o Instituto de Meio Ambiente de Alagoas (IMA), sobre as fossas agroecológicas e o ciclo hidrológico para utilização nas ações de educação ambiental.

### **Abrangência e atividades do projeto**

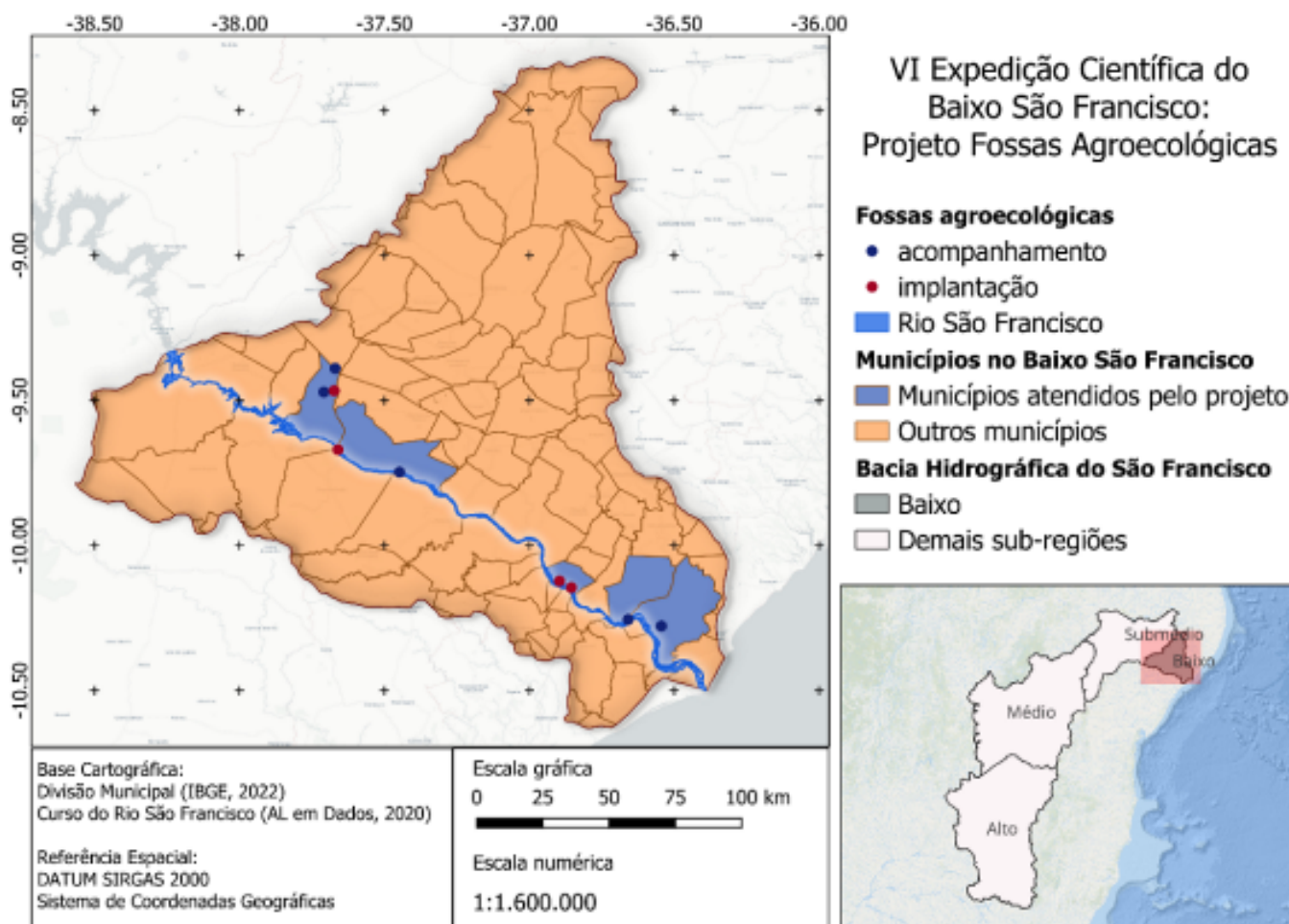
O mapa da Figura 1 mostra a localização das fossas agroecológicas implantadas na última expedição científica (2023) e aquelas em fase de acompanhamento, construídas em 2021/22 (Tabela 1). A expansão incluiu mais 4 instituições, situadas nas cidades de Piranhas (Comunidade Quilombola Sítio Lages e Comunidade Quilombola Entremontes) e São Brás (Escola Municipal de Educação Básica Dep. José Medeiros e Escola Municipal Ver. Elpídio Cardoso).

Antes do projeto, algumas escolas possuíam sistemas de fossas convencionais rudimentares, que eram utilizadas apenas para as águas escuras, com problemas constantes de transbordamento e afundamento. Outras escolas destinavam as águas

cinzas diretamente para o solo. Atualmente, as fossas agroecológicas realizam o tratamento das águas residuárias de sete escolas públicas, atendendo um total de 2550 estudantes. Além disso, o projeto beneficiou duas comunidades quilombolas, compostas por aproximadamente 62 famílias, que antes não tinham destinação adequada para o esgoto gerado.

A Expedição do Rio São Francisco envolve diversas ações de educação ambiental e outras atividades, como palestras e exposições, em diversos locais do Baixo São Francisco (Figura 2). A decisão de implantação das fossas agroecológicas em determinada instituição é motivada pelo envolvimento e interesse da direção, professores ou outros responsáveis.

**Figura 1:** Abrangência do projeto de construção das fossas agroecológicas em 2023.



Fonte: Autor, 2024.

**Tabela 1:** Instituições contempladas pelo projeto.

<b>Instituição</b>	<b>Município</b>	<b>Fase do projeto</b>
Escola Municipal Frei Damião	Piranhas	Acompanhamento
Escola Municipal Luiz Tertuliano da Paz	Piranhas	Acompanhamento
Escola Municipal Ronaldo dos Anjos	Pão de Açúcar	Acompanhamento
Escola Municipal de Educação Básica Rivanda Santos Gomes	Igreja Nova	Acompanhamento
Escola Municipal de Educação Básica Wilton Lisboa Lucena	Penedo	Acompanhamento
Escola Municipal de Educação Básica Dep. José Medeiros	São Brás	Implantação
Escola Municipal Ver. Elpídio Cardoso	São Brás	Implantação
Comunidade Quilombola Sítio Lages	Piranhas	Implantação
Comunidade Quilombola Entremontes	Piranhas	Implantação

**Figura 2:** Atividades de educação ambiental e outras ações.



Fonte: Autor, 2023.



Outra atividade incluída na VI Expedição foi a Oficina de Ecosabão implantado na Escola Ronalço dos Anjos em Pão de Açúcar. Essa ação foi desenvolvida visando promover um uso mais sustentável para o óleo de cozinha utilizado, que poderia ser descartado de forma inadequada no meio ambiente, contaminando águas e solos. A Figura 3 mostra os registros da oficina realizada.

**Figura 3:** Oficina EcoSabão



Fonte: Autor, 2023.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT define o lixo como os “restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, podendo-se apresentar no estado sólido, semi-sólido ou líquido, desde que não seja passível de tratamento convencional.” Desta forma, este representa uma séria ameaça à vida no planeta por dois motivos fundamentais: sua quantidade e seus perigos tóxicos. Os óleos vegetais são amplamente e universalmente consumidos para o preparo de alimentos em residências, estabelecimentos industriais e comerciais de produção de alimentos.

No entanto, devido ao seu caráter aglutinante, o óleo despejado nos ralos das pias causa, além de problemas de higiene e mau cheiro, o entupimento de canos de esgoto, bem como o mau funcionamento das estações de tratamento. Ao atingir córregos e riachos, o óleo interfere na passagem da luz e dificulta a oxigenação da água. Ao chegar ao mar, o óleo vegetal sofre decomposição por microrganismos e se transforma em metano, que retém vinte vezes mais energia que o dióxido de carbono.

Uma alternativa para tentar minimizar o impacto que esse tipo de resíduo causa é o reaproveitamento dos óleos vegetais utilizados nos processos de fritura. A reciclagem é uma forma interessante e eficiente de gerir os resíduos.

A produção de sabão artesanal é a maneira mais fácil, rápida e econômica de reciclar o óleo residual, pois é facilmente degradado por bactérias e tem tempo de permanência ambiental inferior a um dia. Sua ocorrência em sistemas aquáticos não corresponde a um problema ambiental.

Nesse contexto, foi criado o projeto de extensão a “Oficina Sabão ECOLEGAL” com o objetivo de minimizar o impacto ambiental, promover a conscientização dos alunos e da comunidade sobre os benefícios da reciclagem do óleo vegetal usado, bem como auxiliar em projetos sociais e de geração de renda com a fabricação de sabão em comunidades carentes.

## **PREPARAÇÃO PARA A OFICINA**

### **Coleta do óleo de fritura**

Para o desenvolvimento da oficina a comunidade realizou a coleta de óleo residual de fritura no município de Pão de Açúcar.

### **Estruturação da oficina de capacitação**

Visando atingir a população que residisse na região, com implicações econômicas, sociais e ambientais; a oficina foi realizada com os professores da Escola Municipal Ronalço dos Anjos e comunidade próxima. Para atingir o objetivo, a oficina foi estruturada em duas modalidades: teórica e prática. Ao longo da modalidade teórica foi explorada a poluição, de uma maneira geral, e o impacto da mesma sobre o meio ambiente e a sociedade. Em seguida, o assunto foi detalhado, buscando-se focar, exclusivamente, na poluição das águas causada pelo descarte incorreto de óleo de cozinha. Posteriormente, foi apresentada a receita de sabão e os cuidados que se deve ter durante a produção e, finalmente, realizado uma análise de custo/benefício dessa receita, indicando a vantagem econômica de se produzir o sabão e apresentando a possibilidade de venda. Já a modalidade prática, demonstrou a produção de sabão de uma maneira dinâmica, ensinando os participantes a fazê-lo com total segurança e garantia de resultados.

### **Desenvolvimento do material didático**

Foi elaborada uma apresentação, em slides, com objetivo apresentar os prejuízos que o descarte incorreto de óleo usado pode trazer para o meio ambiente e para a sociedade, os mecanismos químicos básicos que envolvem a produção e ação dos sabões, fornecer a receita a ser utilizada.

Para tanto, identificou-se uma necessidade de desenvolver um material impresso semelhante, a cartilha, para ser distribuído entre os participantes das oficinas, de forma a auxiliar o acompanhamento.

### **Execução da oficina**

A ação foi realizada na “Escola Municipal de Ensino Ronalço dos Anjos” do município de Pão de Açúcar/AL. Participaram como expositores os coordenadores, colaboradores e alunos envolvidos no projeto.

### **Atividades teóricas: educação Ambiental e financeira**

A equipe do projeto realizou uma capacitação de educação ambiental com atividades lúdicas sobre descarte de resíduos sólidos e poluição ambiental. Nesse contexto, foram apresentadas as alternativas para o descarte correto dos resíduos, em especial sobre o óleo residual de fritura.

As atividades de educação financeira foram realizadas após a prática da produção de sabão, na qual foram levantados os custos fixos e variáveis para produção e venda do sabão em barra.

### **Aula prática de produção de sabão**

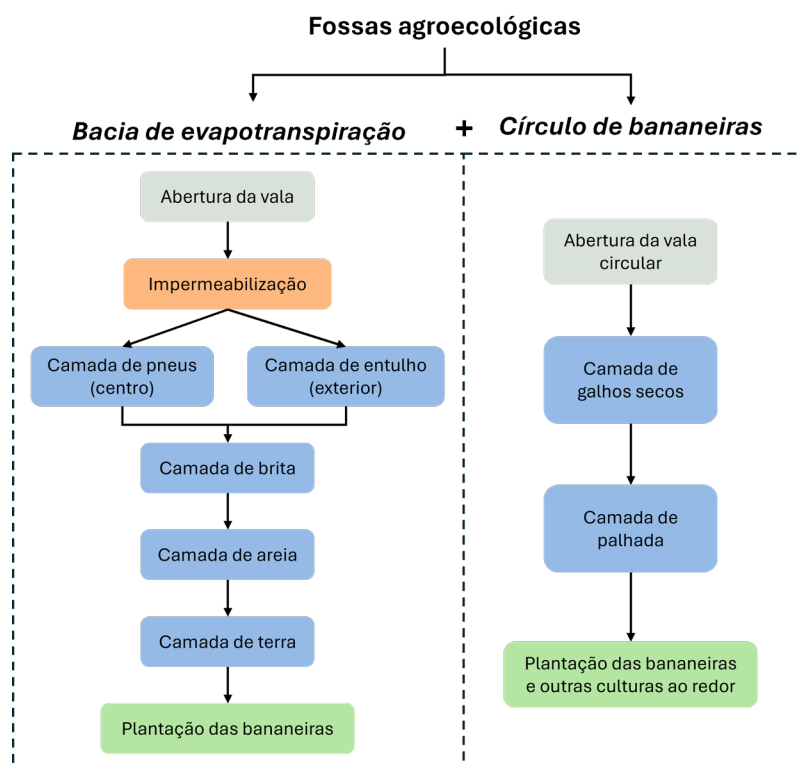
A aula prática do sabão em barra e do sabão líquido foi realizada após a aula teórica. A receita de sabão em barra e do sabão líquido, utilizado pelo projeto, foram desenvolvidos pelos próprios membros do projeto. As receitas seguiram os passos

apresentados na cartilha. Além dos reagentes: água, óleo usado, soda cáustica, essência; foram utilizados os seguintes utensílios: funil, palha de aço, galão para armazenar o óleo filtrado, balde plástico, colher de madeira grande, vasilha plástica, luvas, máscaras e avental.

Primeiramente, foi realizada a filtração do óleo usado, de forma a retirar todas as impurezas e garantir a qualidade do sabão que será posteriormente produzido. Para isso, recobriu-se um funil com a palha de aço, constatado como o melhor material para a filtração, uma vez que possui uma malha fina, com pequenos poros, capaz de proporcionar uma boa retenção da borra. O óleo foi, então, cuidadosamente vertido no funil e depositado em um galão higienizado. Após o processo de filtração é possível iniciar, de fato, a produção do sabão. No balde plástico foi depositado toda a água. A seguir, a soda cáustica em escamas, foi adicionada para dissolução desses reagentes. Durante esta etapa observa-se a liberação de vapor de água com partículas de soda cáustica e calor, assim, para manter a segurança pessoal foi utilizado os EPIs (Equipamentos de Proteção Individual), tais como: luvas, máscara, calça, blusa de manga comprida e calçado fechado. Após toda dissolução da soda na água, adicionou-se o óleo residual filtrado em pequenas porções, com agitação constante para garantir a homogeneização adequada do produto. Para finalizar foram acrescentadas as essências, para neutralizar o cheiro do óleo e inserir um aroma agradável, conforme a preferência do grupo que estava produzindo o sabão, ainda sob agitação constante por cerca de quinze minutos, Figura 3. A solução foi vertida na vasilha plástica para passar pelo processo de branqueamento e secagem, Figura 3. A avaliação do produto foi realizada após um tempo total de 12 horas.

Dessa forma, a reciclagem de óleo de fritura através da produção de sabão caseiro além de ser simples, minimiza os impactos ambientais e proporciona uma melhoria na qualidade de vida das pessoas de comunidades carentes. A oficina foi de extrema importância no que diz respeito à conscientização ambiental e à motivação das pessoas da comunidade. A oficina obteve um alcance total de 40 pessoas, que participaram da oficina, com uma excelente interação entre os estudantes e coordenadores do projeto de extensão com os participantes, integrando assim a universidade e a comunidade. Além das atividades de educação ambiental, o projeto é voltado para a construção das fossas agroecológicas, formadas por bacias de evapotranspiração e círculos de bananeiras, está resumido na Figura 4.

**Figura 4:** Resumo das etapas de construção das fossas agroecológicas.



Fonte: Autor, 2024.

Amorim et al. (2022) descrevem as etapas apresentadas de forma mais detalhada e explicam o funcionamento do processo. Simplificadamente, as águas escuras chegam na BET pela parte inferior do sistema, passa por um processo chamado de digestão anaeróbia (onde os microrganismos consomem as substâncias poluentes presentes no esgoto), e a água tratada percola o sistema de forma ascendente alcançando as raízes das plantas. No caso do CB, o funcionamento é ainda mais simples, com as águas cinzas sendo depositadas no fundo do conjunto de galhos secos e palhas.

A Figura 5 mostra algumas etapas da construção das fossas agroecológicas nas escolas municipais Deputado José Medeiros e Vereador Elpídio Cardoso, em São Brás, e nas comunidades Quilombolas de Sítio Lages e Entremontes, em Piranhas. Já o estado atual das fossas agroecológicas construídas em 2021/2022, que foram acompanhadas durante a sexta expedição, pode ser observado na Figura 6.

**Figura 5:** Implantação das fossas agroecológicas nas novas instituições contempladas pelo projeto.



Fonte: Autor, 2023.

**Figura 6:** Acompanhamento das fossas agroecológicas nas primeiras instituições contempladas pelo projeto.



Escola Municipal Ronalço dos Anjos (Pão de Açúcar)



Escola Municipal Luiz Tertuliano da Paz  
(Piranhas)



Escola Municipal  
Rivanda Santos  
Gomes (Igreja Nova)



Escola Municipal Wilton Lisboa  
Lucena (Penedo)



Escola Municipal Frei Damião  
(Piranhas)

Fonte: Autor, 2023.

## RESULTADOS OBTIDOS

As fossas agroecológicas implantadas no Baixo São Francisco têm sido importantes para minimizar o lançamento inadequado de esgoto no Rio São Francisco e seus afluentes, contribuindo para a conservação das fontes de recursos hídricos na região. Para as escolas, os benefícios do projeto incluem a aplicação de uma solução eficiente para lidar com o esgoto sanitário, que antes trazia problemas de transbordamento e mau cheiro, chegando a causar eventuais suspensões das aulas. Além disso, as plantas cultivadas (Figura 7) têm sido incluídas na merenda escolar para alimentação dos estudantes.

**Figura 7:** Culturas produzidas na Escola Municipal Frei Damião (Piranhas).



Fonte: Autor, 2023.

Uma cartilha de educação ambiental (Figura 8), ressaltando a importância da conservação das águas e das fossas agroecológicas na manutenção do meio ambiente, foi elaborada em parceria com o Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (IMA-AL). Essa cartilha será distribuída, em formato digital e impresso, principalmente para as comunidades ribeirinhas e para as escolas do Baixo São Francisco.

Os impactos positivos foram noticiados em reportagem veiculada na TV Gazeta de Alagoas e no programa Globo Rural, da emissora Rede Globo em 2023. A Figura 9 mostra a equipe de reportagem junto com os participantes do projeto e a Figura 10 apresenta alguns dos personagens, componentes das comunidades locais, que são parte fundamental para o sucesso da iniciativa.

**Figura 8:** Cartilha de educação ambiental sobre as fossas agroecológicas e a conservação da água.



Fonte: Autor, 2024.

**Figura 9:** Entrevistas.



Entrevista com os alunos da Escola Municipal Frei Damião



Equipes da Expedição Científica do Baixo São Francisco, da Escola Frei Damião e equipe de reportagem da TV Gazeta de Alagoas

Fonte: Autor, 2023.

**Figura 10:** Prints da reportagem veiculada na TV Gazeta de Alagoas e no programa Globo Rural.



Agricultor Tiãozinho Melo, um dos incentivadores da construção das fossas agroecológicas, na comunidade Quilombola de Entremontes



Presidente da Associação Quilombola, Jivanilson dos Santos, explica a importância da fossa agroecológica para a comunidade



Construção da fossa agroecológica na comunidade Quilombola Sítio Lages



Diretora da Escola Frei Damião, Francilda Aquino de Melo, explica a importância da fossa agroecológica para a escola

Fonte: Autor, 2023.

## CONCLUSÕES

As fossas agroecológicas têm sido uma alternativa viável de tratamento de esgoto sanitário no Baixo São Francisco, uma região que sofre com a baixa disponibilidade hídrica e tem seu principal curso d'água ameaçado por distintas pontes de poluição. Deste modo, as atividades de conscientização ambiental, que inicialmente foram concebidas apenas nas escolas públicas, têm alcançado novos atores, como as comunidades Quilombolas locais. Observa-se que o projeto das fossas agroecológicas tem um grande potencial de expansão, podendo ser levado para as demais cidades do Baixo São Francisco. Por meio dessa iniciativa, é possível aumentar os índices de saneamento na região e a qualidade ambiental utilizando uma tecnologia simples e acessível.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos parceiros da VI Expedição Científica do Baixo São Francisco, principalmente ao Ministério da Ciência e Tecnologia, à Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e ao Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas (IMA-AL).



## REFERÊNCIAS

AMORIM, E. L. C. et al. Fossas agroecológicas para o tratamento de efluentes sanitários em escolas municipais do Baixo São Francisco. O Baixo São Francisco: Características Ambientais e Sociais. Maceió: EDUFAL, 2022. v. 2. p. 434-446.

Globo Rural. Fossas agroecológicas ajudam famílias ribeirinhas a cultivar alimentos. Globoplay, 03 de dezembro de 2023. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/12162693/>. Acesso em: 23/04/2024.

Bom dia Alagoas. Fossas agroecológicas mudam a realidade de comunidades no Sertão e Baixo São Francisco. Globoplay, 03 de dezembro de 2023. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/12176171/>. Acesso em: 23/04/2024.

**COMUNICAÇÃO**

## 24. AÇÕES DE COMUNICAÇÃO NA VI EXPEDIÇÃO: ESTRATÉGIAS E RESULTADOS

**Área de conhecimento:** Comunicação, Divulgação Científica.

Rosy Mary Ferreira Pereira Gomes<sup>1</sup>  
Iara Maria Melo Nascimento<sup>2</sup>  
Emerson Fonseca Oliveira Filho<sup>3</sup>  
Wendell de Almeida<sup>4</sup>  
Edson Oliveira<sup>5</sup>

### RESUMO

O presente relatório visa analisar os indicadores parciais do setor de comunicação da 6ª Expedição Científica no Baixo São Francisco, ocorrida entre os dias 21 a 30 de novembro de 2023. O projeto tem como objetivo principal reunir dados sobre aspectos ambientais e sociais de oito municípios ribeirinhos, sendo o setor de comunicação fundamental para disseminar informações e envolver a comunidade. A equipe de comunicação utilizou recursos digitais para alcançar a sociedade, ao mesmo tempo em que facilitou a interação dos pesquisadores com a mídia, visando promover a divulgação científica. As informações coletadas indicam que o Instagram permanece como o meio mais eficaz de abrangência, em detrimento do Facebook, e que o reels continua a ser o formato em alta na plataforma Instagram. A análise de notícias veiculadas (clipping) confirmou que a ação de visitação e entrega de press kit à mídia local foi de grande importância para aproximar os veículos das temáticas trabalhadas. Dessa forma, é possível observar que, entre agosto de 2023 e dezembro de 2023, a visibilidade do projeto e de seus principais apoiadores - MCTI, MPA, CBH São Francisco, Codevasf e Fapeal - cresceu, resultando em melhorias ambientais e sociais, para o Velho Chico e a população ribeirinha.

**Palavras-chave:** comunicação, Instagram, divulgação científica, mídia.

---

1 Jornalista, servidora da Assessoria de Comunicação da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e Mestre em Educação Multimídia pela Universidade do Porto (PT);

2 Jornalista e bolsista da FAPEAL, no período de 01/07/2023 a 28/02/2024;

3 Estudante de Agroecologia (CECA/UFAL) e voluntário na área de audiovisual na Expedição;

4 Fotógrafo e servidor do Campus de Arapiraca da UFAL

5 Fotógrafo do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF)

## INTRODUÇÃO

A VI edição da Expedição Científica do Baixo São Francisco contou com novos parceiros e atividades nunca antes realizadas nas edições anteriores, como, por exemplo a participação da Marinha do Brasil, com o projeto “Canoa Legal”, que visa o arqueamento e regularização das embarcações de pequeno porte gratuitamente; do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que difundiu informações inéditas sobre a região do Baixo São Francisco; e de diversos outros atores que promoveram fortemente a educação ambiental e a importância de gerar dados embasados na ciência para a criação de políticas públicas por parte dos gestores locais.

No total, foram mais de 100 pesquisadores, atuando em 35 linhas de pesquisas, que percorreram 240 km, em quatro embarcações, ao longo de sete municípios alagoanos (Piranhas, Pão de Açúcar, Traipu, São Brás, Igreja Nova/Chinaré, Penedo e Piaçabuçu) e um sergipano (Propriá), além da foz do Rio São Francisco. O trabalho conjunto envolveu mais de 30 instituições locais e nacionais, incluindo universidades, institutos de pesquisa, órgãos ambientais, fundações e empresas.

No âmbito da divulgação científica, a equipe de comunicação trabalhou em conjunto com o IBGE na edição e publicação do livro impresso e e-book intitulado “Perfil Socioeconômico Municipal e Aspectos Geoambientais do Baixo São Francisco”, que traz um recorte inédito de dados estatísticos sobre a região, tendo como referências o censo demográfico 2022 e outros dados do Instituto. A obra foi lançada na cerimônia de abertura da Expedição, no dia 21 de novembro de 2023.

Outra importante ação de comunicação e relacionamento com a mídia e a sociedade em geral foi o lançamento do documentário da VI Expedição, composto por sete curtas-metragens e produzido pela Mila Filmes, no Centro Cultural Arte Pajuçara. Na oportunidade, investidores, pesquisadores, estudantes e demais interessados nas temáticas abordadas assistiram a produção audiovisual e reconheceram, ainda mais, a relevância dos trabalhos desenvolvidos ao longo dos seis últimos anos.

Assim, o presente relatório irá descrever e avaliar as ações da área de comunicação durante o período de agosto de 2023 a março de 2024, visando avaliar o impacto das reportagens realizadas, as métricas das redes sociais e o desempenho das produções gráficas. Ao analisar esses aspectos, pretende-se revelar tanto as conquistas notáveis quanto às áreas de aprimoramento que surgiram no âmbito da comunicação desse programa científico.

## METODOLOGIA

A comunicação da Expedição foi realizada em duas vertentes: uma voltada ao Jornalismo e à Assessoria de Comunicação, no sentido de produção de matérias e de reportagens, contato com a imprensa, realização de entrevistas e gerenciamento do perfil @expedicao\_saofrancisco no Instagram e Facebook; e outra relacionada à divulgação científica, com o objetivo de comunicar temas científicos, através dos pesquisadores envolvidos, de forma inteligível, por meio de uma linguagem acessível à população em geral. Quando a divulgação científica é feita por meio das redes sociais, faculta-se ao usuário o direito de ter informação credível e de qualidade na palma da mão.

A identidade visual da Expedição, criada em 2022 em parceria com a Agência Peixe Vivo e a Tanto Expresso, continua sendo fundamental para o aprimoramento e a ampliação da produção gráfica e visual da maior expedição científica em águas continentais do Brasil. A marca, inclusive, foi patenteada pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

Os recursos digitais de transmissão ao vivo; criação e publicação de vídeos didáticos; e gravação de podcasts foram amplamente utilizados para divulgar a ciência e aproximar os pesquisadores do público em geral, seja por meio do esclarecimento de

dúvidas, curiosidades ou explicações sobre suas áreas de atuação.

BURNS et al (2003) definem comunicação de ciência como o uso de habilidades apropriadas, meios, atividades e diálogo para produzir na sociedade determinadas respostas ou reações, que são reunidas sob o rótulo das vogais AEIOU – Awareness, Enjoyment, Interest, Opinion-forming e Understanding.

Awareness refere-se à uma consciência, a não ser ignorante a respeito de algo, de ter familiaridade com o processo de produção científica;

Enjoyment está relacionado à afetividade, a perceber a ciência como algo bom e prazeroso, não como algo entediante, que só interessa a poucos estudiosos;

Interest é o interesse, é querer saber mais sobre algo, nesse caso a ciência, ao ponto de envolver-se voluntariamente;

Opinion-forming é o intuito da comunicação de ciência que está relacionado à formação de opinião, à tomada de decisões com base no conhecimento científico, em leis e teorias testáveis e fundamentadas, não em subjetividades; e

Understanding, que tem a ver com a compreensão, algo que se desenvolve a respeito de um assunto, ação ou processo baseado em princípios comumente aceitos. Aqui, é importante salientar que essa resposta não se apresenta de forma binária (ter ou não ter), mas revela níveis de compreensão em relação ao conteúdo, processo e fatores sociais que envolvem a ciência.

Dessa forma, a ciência é um empreendimento social (MILLAR, 1996), e comunicá-la, no sentido de torná-la acessível, é uma obrigação de cientistas, instituições de ensino e pesquisa e poder público. É nessa direção que as ações de comunicação da Expedição seguem.

## RESULTADOS

### RELACIONAMENTO COM VEÍCULOS DE COMUNICAÇÃO

Antes mesmo do início das atividades de campo, a equipe de comunicação adotou uma estratégia proativa de relacionamento com os veículos midiáticos locais. Essa estratégia visou estabelecer parcerias sólidas, promover a visibilidade da Expedição e garantir uma cobertura abrangente e precisa.

Foram realizadas visitas e entregues 10 press kits, uma ação de marketing visando a apresentação do projeto para aqueles que o desconhecem, contendo releases e folders de apresentação das atividades executadas ao longo dos anos, além de camisas, chapéus, garrafas térmicas e blocos de anotações.

Além da entrega dos press kits, as visitas proporcionaram um ambiente propício para receber feedback antecipado, esclarecer dúvidas e ajustar a abordagem comunicativa. Essa interação preliminar foi valiosa para moldar as narrativas que seriam desenvolvidas ao longo da expedição. O coordenador das Expedições, prof. José Vieira, e as jornalistas Rose Ferreira e Lara Melo visitaram a Secretaria de Comunicação do Estado de Alagoas (SECOM/AL), Organização Arnon de Melo (TV Gazeta, Rádio Gazeta, G1 e Gazetaweb), Sistema Pajuçara de Comunicação (TV Pajuçara e TNH1), TV Assembleia, TV Farol e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL), que, além de ser uma investidora da Expedição, é parceira da comunicação, por meio dos profissionais que atuam em sua Assessoria, especialmente através da jornalista e coordenadora Náisia Xavier.

**Imagem 1:** Coordenador José Vieira (à esquerda), ao lado da equipe de comunicação e do secretário-executivo de Comunicação de AL, Wendel Palhares.



Fonte: Thiago Sampaio - SECOM/AL, 2023.

Ao cultivar essa colaboração entre a expedição e os meios de comunicação locais, as histórias não se limitam a uma única audiência, mas se tornam uma narrativa dinâmica que ressoa nacionalmente e, por vezes, internacionalmente.

Em um mundo cada vez mais interligado, as Expedições Científicas, através dessa colaboração estratégica, não são apenas buscas por descobertas e acompanhamento da “saúde” do rio e da população de modo geral, mas histórias que enriquecem a compreensão sobre o Baixo São Francisco e suas riquezas.

Durante o período analisado, foram produzidas diversas reportagens destacando os aspectos científicos, culturais e ambientais da região. Ao todo, foram 67 matérias, divididas entre portais de notícias, rádios, podcasts e televisão, como aponta a tabela abaixo:

**Tabela 1:** Clipagem das reportagens que foram ao ar no período analisado

DATA	VEÍCULO	LINK
1/8/2023	TV/Rádio Farol	<a href="https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/comunicacao/expedicao-na-midia/2023/agosto/mobiliza-brasil-entrevista-0108.mp4/view">https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/comunicacao/expedicao-na-midia/2023/agosto/mobiliza-brasil-entrevista-0108.mp4/view</a>
29/09/2023	Portal Ufal	<a href="https://ufal.br/ufal/noticias/2023/9/consuni-aprova-titulo-de-doutor-honoris-causa-a-jackson-borges">https://ufal.br/ufal/noticias/2023/9/consuni-aprova-titulo-de-doutor-honoris-causa-a-jackson-borges</a>
31/08/2023	Site da Prefeitura de Penedo	<a href="https://penedo.al.gov.br/2023/08/31/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-apresenta-novidades-durante-reuniao-em-penedo/">https://penedo.al.gov.br/2023/08/31/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-apresenta-novidades-durante-reuniao-em-penedo/</a>
5/9/2023	TV/Rádio Farol	<a href="https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/comunicacao/expedicao-na-midia/2023/setembro/mobiliza-entrevista-rose-ferreira.mp4/view">https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/comunicacao/expedicao-na-midia/2023/setembro/mobiliza-entrevista-rose-ferreira.mp4/view</a>
14/9/2023	TV Assembleia	<a href="https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/comunicacao/expedicao-na-midia/2023/setembro/frente-a-frente-com-jose-vieira-14_09_2023.mp4/view">https://ufal.br/ufal/pesquisa-e-inovacao/programas/expedicao-cientifica-do-rio-sao-francisco/comunicacao/expedicao-na-midia/2023/setembro/frente-a-frente-com-jose-vieira-14_09_2023.mp4/view</a>

2/10/2023	Portal Ufal	<a href="https://ufal.br/ufal/noticias/2023/10/reinauguracao-do-laboratorio-de-aquicultura-potencializa-pesquisas">https://ufal.br/ufal/noticias/2023/10/reinauguracao-do-laboratorio-de-aquicultura-potencializa-pesquisas</a>
19/10/2023	Portal Ufal	<a href="https://ufal.br/ufal/noticias/2023/10/ibge-promove-palestra-sobre-banco-de-dados-geoespaciais">https://ufal.br/ufal/noticias/2023/10/ibge-promove-palestra-sobre-banco-de-dados-geoespaciais</a>
23/10/2023	Portal Ufal	<a href="https://ufal.br/ufal/noticias/2023/10/em-contagem-regressiva-6a-expedicao-cientifica-ja-esta-pronta-para-navegar-pelo-velho-chico">https://ufal.br/ufal/noticias/2023/10/em-contagem-regressiva-6a-expedicao-cientifica-ja-esta-pronta-para-navegar-pelo-velho-chico</a>
10/11/2023	Portal Ufal	<a href="https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/atuacao-da-expedicao-cientifica-atral-pesquisadores-estrangeiros">https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/atuacao-da-expedicao-cientifica-atral-pesquisadores-estrangeiros</a>
16/11/2023	Portal CBHSF	<a href="https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/contagem-regressiva-6a-expedicao-ja-esta-pronta-para-navegar-pelo-velho-chico/">https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/contagem-regressiva-6a-expedicao-ja-esta-pronta-para-navegar-pelo-velho-chico/</a>
17/11/2023	Portal Ufal	<a href="https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/educacao-ambiental-e-destaque-na-6a-">https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/educacao-ambiental-e-destaque-na-6a-</a>
17/11/2023	Portal Ufal	<a href="https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/educacao-ambiental-e-destaque-na-6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco">https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/educacao-ambiental-e-destaque-na-6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco</a>
22/11/2023	Portal Ufal	<a href="https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/abertura-da-6-expedicao-cientifica-reuniu-investidores-parceiros-e-comunidade">https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/abertura-da-6-expedicao-cientifica-reuniu-investidores-parceiros-e-comunidade</a>
24/11/2023	Portal Ufal	<a href="https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/ibge-participa-da-expedicao-e-se-torna-referencia-nacional">https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/ibge-participa-da-expedicao-e-se-torna-referencia-nacional</a>
29/11/2023	Portal Ufal	<a href="https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/pesquisadores-ministram-aula-para-escolas-dos-estados-unidos-e-canada">https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/pesquisadores-ministram-aula-para-escolas-dos-estados-unidos-e-canada</a>
21/11/2023	TV Gazeta	<a href="https://globoplay.globo.com/v/12130820/">https://globoplay.globo.com/v/12130820/</a>
21/11/2023	TV Gazeta	<a href="https://globoplay.globo.com/v/12133083/?utm_source=share-universal&amp;utm_medium=share-player-app&amp;utm_campaign=videos">https://globoplay.globo.com/v/12133083/?utm_source=share-universal&amp;utm_medium=share-player-app&amp;utm_campaign=videos</a>
21/11/2023	TV Gazeta	<a href="https://globoplay.globo.com/v/12131702/">https://globoplay.globo.com/v/12131702/</a>
21/11/2023	MCTI	<a href="https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2023/11/mcti-participa-da-vi-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco">https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2023/11/mcti-participa-da-vi-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco</a>
21/11/2023	Aqui Acontece	<a href="https://www.aquiacontece.com.br/post/roberto-lopes/21/11/2023/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-chega-em-penedo-dia-27-de-novembro/200765">https://www.aquiacontece.com.br/post/roberto-lopes/21/11/2023/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-chega-em-penedo-dia-27-de-novembro/200765</a>

17/11/2023	Portal Ufal	<a href="https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/educacao-ambiental-e-destaque-na-6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco">https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/educacao-ambiental-e-destaque-na-6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco</a>
22/11/2023	Portal Ufal	<a href="https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/abertura-da-6-expedicao-cientifica-reunio-investidores-parceiros-e-comunidade">https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/abertura-da-6-expedicao-cientifica-reunio-investidores-parceiros-e-comunidade</a>
24/11/2023	Portal Ufal	<a href="https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/ibge-participa-da-expedicao-e-se-torna-referencia-nacional">https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/ibge-participa-da-expedicao-e-se-torna-referencia-nacional</a>
29/11/2023	Portal Ufal	<a href="https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/pesquisadores-ministram-aula-para-escolas-dos-estados-unidos-e-canada">https://ufal.br/ufal/noticias/2023/11/pesquisadores-ministram-aula-para-escolas-dos-estados-unidos-e-canada</a>
21/11/2023	TV Gazeta	<a href="https://globoplay.globo.com/v/12130820/">https://globoplay.globo.com/v/12130820/</a>
21/11/2023	TV Gazeta	<a href="https://globoplay.globo.com/v/12133083/?utm_source=share-universal&amp;utm_medium=share-player-app&amp;utm_campaign=videos">https://globoplay.globo.com/v/12133083/?utm_source=share-universal&amp;utm_medium=share-player-app&amp;utm_campaign=videos</a>
21/11/2023	TV Gazeta	<a href="https://globoplay.globo.com/v/12131702/">https://globoplay.globo.com/v/12131702/</a>
21/11/2023	MCTI	<a href="https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2023/11/mcti-participa-da-vi-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco">https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2023/11/mcti-participa-da-vi-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco</a>
21/11/2023	Aqui Acontece	<a href="https://www.aquiacontece.com.br/post/roberto-lopes/21/11/2023/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-chega-em-penedo-dia-27-de-novembro/200765">https://www.aquiacontece.com.br/post/roberto-lopes/21/11/2023/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-chega-em-penedo-dia-27-de-novembro/200765</a>
22/11/2023	Xodó News	<a href="https://xodonews.com.br/noticia/71817/em-barcando-na-ciencia-comeca-a-6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco">https://xodonews.com.br/noticia/71817/em-barcando-na-ciencia-comeca-a-6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco</a>
22/11/2023	Agência IBGE	<a href="https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38415-ibge-embarca-na-vi-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-e-leva-cidadania-para-comunidades-ribeirinhas">https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38415-ibge-embarca-na-vi-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-e-leva-cidadania-para-comunidades-ribeirinhas</a>
22/11/2023	Alagoas 24h	<a href="https://www.alagoas24horas.com.br/1559472/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-chega-a-traipu-nesta-quinta-23/">https://www.alagoas24horas.com.br/1559472/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-chega-a-traipu-nesta-quinta-23/</a>
24/11/2023	TV Gazeta	<a href="https://globoplay.globo.com/v/12142771/">https://globoplay.globo.com/v/12142771/</a>
24/11/2023	Cada Minuto	<a href="https://www.cadaminuto.com.br/noticia/2023/11/24/atividades-cientificas-sociais-e-educacionais-marcam-passagem-da-vi-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-por-traipu">https://www.cadaminuto.com.br/noticia/2023/11/24/atividades-cientificas-sociais-e-educacionais-marcam-passagem-da-vi-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-por-traipu</a>



25/11/2023	<a href="http://a8se.com">a8se.com</a>	<a href="https://a8se.com/noticias/sergipe/propria-recebe-a-vi-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco/">https://a8se.com/noticias/sergipe/propria-recebe-a-vi-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco/</a>
27/11/2023	Tribuna Hoje	<a href="https://tribunahoje.com/noticias/educacao/2023/11/27/130235-ibge-participa-da-expedicao-e-se-torna-referencia-nacional">https://tribunahoje.com/noticias/educacao/2023/11/27/130235-ibge-participa-da-expedicao-e-se-torna-referencia-nacional</a>
27/11/2023	Site da Prefeitura de Penedo	<a href="https://penedo.al.gov.br/2023/11/27/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-desembarca-em-penedo/">https://penedo.al.gov.br/2023/11/27/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-desembarca-em-penedo/</a>
27/11/2023	Diário Penedense	<a href="https://diariopenedense.com.br/2023/11/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-desembarca-em-penedo/">https://diariopenedense.com.br/2023/11/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-desembarca-em-penedo/</a>
25/11/2023	TV Gazeta	<a href="https://globoplay.globo.com/v/12143540/?utm_source=share-universal&amp;utm_medium=share-player-app&amp;utm_campaign=videos">https://globoplay.globo.com/v/12143540/?utm_source=share-universal&amp;utm_medium=share-player-app&amp;utm_campaign=videos</a>
27/11/2023	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=mAjyZuGb0BQ">ExploringByTheSeat</a>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=mAjyZuGb0BQ">https://www.youtube.com/watch?v=mAjyZuGb0BQ</a>
28/11/2023	TV Gazeta	<a href="https://globoplay.globo.com/v/12150110/">https://globoplay.globo.com/v/12150110/</a>
28/11/2023	TV Gazeta	<a href="https://globoplay.globo.com/v/12152389/">https://globoplay.globo.com/v/12152389/</a>
28/11/2023	TV Gazeta	<a href="https://globoplay.globo.com/v/12151669/">https://globoplay.globo.com/v/12151669/</a>
27/11/2023	Codevasf	<a href="https://www.codevasf.gov.br/noticias/2023/6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-codevasf-lanca-mais-de-100-mil-alevinos-no-veho-chico-alagoano">https://www.codevasf.gov.br/noticias/2023/6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-codevasf-lanca-mais-de-100-mil-alevinos-no-veho-chico-alagoano</a>
30/11/2023	Correio do Povo Penedo	<a href="https://correiodopovo-al.com.br/noticia/2023/12/01/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-alerta-para-degradacao-do-rio-durante-solenidade-em-penedo">https://correiodopovo-al.com.br/noticia/2023/12/01/expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco-alerta-para-degradacao-do-rio-durante-solenidade-em-penedo</a>
21/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/solenidade-de-abertura-da-6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/solenidade-de-abertura-da-6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco</a>
21/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/educacao-ambiental-no-ginasio-poliesportivo-de-piranhas">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/educacao-ambiental-no-ginasio-poliesportivo-de-piranhas</a>
21/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/programa-ibge-educa-realiza-dinamica-para-as-criancas-da-rede-publica-municipal-de-piranhas">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/programa-ibge-educa-realiza-dinamica-para-as-criancas-da-rede-publica-municipal-de-piranhas</a>
21/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/sesc-ciencias-do-distrito-federal-participa-da-6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/sesc-ciencias-do-distrito-federal-participa-da-6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco</a>

21/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/will-contador-de-historias-premiado-participa-da-atividade-de-educacao-ambiental">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/will-contador-de-historias-premiado-participa-da-atividade-de-educacao-ambiental</a>
22/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/cafe-literario-no-espaco-angicos-marca-o-segundo-dia-da-expedicao">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/cafe-literario-no-espaco-angicos-marca-o-segundo-dia-da-expedicao</a>
22/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/procuradoria-da-republica-em-alagoas-embarca-na-6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/procuradoria-da-republica-em-alagoas-embarca-na-6a-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco</a>
22/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/nucleo-do-meio-ambiente-do-ministerio-publico-engajado-na-expedicao">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/nucleo-do-meio-ambiente-do-ministerio-publico-engajado-na-expedicao</a>
23/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/reginado-de-brito-mestre-de-cheganca-lidera-apresentacao-de-cultura-popular-para-os-expedicionarios">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/reginado-de-brito-mestre-de-cheganca-lidera-apresentacao-de-cultura-popular-para-os-expedicionarios</a>
24/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/pesquisadores-da-universidade-federal-do-agreste-pernambucano-participam-da-expedicao-pela-primeira-vez">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/pesquisadores-da-universidade-federal-do-agreste-pernambucano-participam-da-expedicao-pela-primeira-vez</a>
24/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/mostra-cientifica-de-educacao-ambiental-e-realizada-em-traipu">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/mostra-cientifica-de-educacao-ambiental-e-realizada-em-traipu</a>
24/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/expedicao-cinetifica-aporta-no-municipio-de-sao-braz">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/expedicao-cinetifica-aporta-no-municipio-de-sao-braz</a>
24/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/expedicionarios-realizam-atividades-na-aldeia-indigena-acona">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/expedicionarios-realizam-atividades-na-aldeia-indigena-acona</a>
25/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/projeto-academia-do-futebol-participa-da-6a-expedicao-cientifica">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/projeto-academia-do-futebol-participa-da-6a-expedicao-cientifica</a>
27/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/expedicionarios-aportam-em-propria-se-e-realizam-atividades-educativas">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/expedicionarios-aportam-em-propria-se-e-realizam-atividades-educativas</a>
27/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/agencia-nacional-de-aguas-ana-na-expedicao-cientifica">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/agencia-nacional-de-aguas-ana-na-expedicao-cientifica</a>
28/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/expedicao-e-transmitida-ao-vivo-para-100-mil-salas-de-aulas-dos-estados-unidos-e-canada">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/expedicao-e-transmitida-ao-vivo-para-100-mil-salas-de-aulas-dos-estados-unidos-e-canada</a>
28/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/sesc-do-distrito-federal-participa-das-atividades-durante-todo-o-percurso">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/sesc-do-distrito-federal-participa-das-atividades-durante-todo-o-percurso</a>

28/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/emerson-soares-faz-um-balanco-parcial-da-6a-expedicao">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/emerson-soares-faz-um-balanco-parcial-da-6a-expedicao</a>
28/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/atividades-educacionais-fortalecem-parceria-entre-escolas-e-a-expedicao">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/atividades-educacionais-fortalecem-parceria-entre-escolas-e-a-expedicao</a>
28/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/instituto-do-meio-ambiente-ima-participa-pela-primeira-vez-da-expedicao-cientifica">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/instituto-do-meio-ambiente-ima-participa-pela-primeira-vez-da-expedicao-cientifica</a>
28/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/acoes-de-educacao-fisica-tambem-fazem-parte-da-programacao-da-expedicao-cientifica">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/acoes-de-educacao-fisica-tambem-fazem-parte-da-programacao-da-expedicao-cientifica</a>
28/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/expedicao-aporta-em-piacabucu-com-muitas-acoes-em-parceria-com-a-gestao-municipal">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/expedicao-aporta-em-piacabucu-com-muitas-acoes-em-parceria-com-a-gestao-municipal</a>
29/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/pesquisadores-de-engenharia-de-pesca-realizam-analises-na-expedicao">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/pesquisadores-de-engenharia-de-pesca-realizam-analises-na-expedicao</a>
29/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/pesquisas-indicam-problemas-na-qualidade-das-aguas-do-velho-chico">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/pesquisas-indicam-problemas-na-qualidade-das-aguas-do-velho-chico</a>
29/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/como-tantas-pessoas-se-alimentam-nas-embarcacoes">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/como-tantas-pessoas-se-alimentam-nas-embarcacoes</a>
30/10/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/estudantes-do-campus-arapiraca-da-ufal-falam-da-experiencia-de-participar-da-expedicao">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/estudantes-do-campus-arapiraca-da-ufal-falam-da-experiencia-de-participar-da-expedicao</a>
5/12/2023	Portal Ufal	<a href="https://ufal.br/servidor/noticias/2023/12/ufal-recebe-pesquisadora-da-universidade-internacional-da-florida">https://ufal.br/servidor/noticias/2023/12/ufal-recebe-pesquisadora-da-universidade-internacional-da-florida</a>
1/12/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/com-o-encerramento-da-expedicao-comeca-a-fase-de-analises-do-material-coletado">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/com-o-encerramento-da-expedicao-comeca-a-fase-de-analises-do-material-coletado</a>
1/12/2023	Rádio Ufal	<a href="https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/professora-themis-silva-avalia-a-logistica-necessaria-para-o-sucesso-da-expedicao">https://radio.ufal.br/boletim-do-velho-chico/professora-themis-silva-avalia-a-logistica-necessaria-para-o-sucesso-da-expedicao</a>
14/12/2023	TV Assembleia	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=yf0Gm0pmq3c">https://www.youtube.com/watch?v=yf0Gm0pmq3c</a>

8/12/2023	Agência IBGE	<a href="https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38603-missao-cumprida-participacao-do-ibge-na-vi-expedicao-do-baixo-sao-francisco-aproxima-instituto-da-populacao-ribeirinha">https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38603-missao-cumprida-participacao-do-ibge-na-vi-expedicao-do-baixo-sao-francisco-aproxima-instituto-da-populacao-ribeirinha</a>
7/12/2023	TV Gazeta	<a href="https://globoplay.globo.com/v/12176171/">https://globoplay.globo.com/v/12176171/</a>
3/12/2023	Globo Rural	<a href="https://globoplay.globo.com/v/12162693/?utm_source=share-universal&amp;utm_medium=share-player-app&amp;utm_campaign=videos">https://globoplay.globo.com/v/12162693/?utm_source=share-universal&amp;utm_medium=share-player-app&amp;utm_campaign=videos</a>
8/12/2023	TV Gazeta	<a href="https://globoplay.globo.com/v/12181409/">https://globoplay.globo.com/v/12181409/</a>
17/12/2023	Agência IBGE	<a href="https://educa.ibge.gov.br/professores/educa-noticias/2915-ie-ibge-educa/professores/noticias/22000-ibgeeduca-presente-na-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco.html">https://educa.ibge.gov.br/professores/educa-noticias/2915-ie-ibge-educa/professores/noticias/22000-ibgeeduca-presente-na-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco.html</a>
27/02/2024	Portal da UFAL	<a href="https://noticias.ufal.br/ufal/noticias/2024/2/documentario-sobre-a-6a-expedicao-cientifica-do-sao-francisco-estreia-em-marco">https://noticias.ufal.br/ufal/noticias/2024/2/documentario-sobre-a-6a-expedicao-cientifica-do-sao-francisco-estreia-em-marco</a>
02/03/2024	Alagoas na NET	<a href="https://www.alagoasnet.com.br/v3/documentario-da-6a-expedicao-cientifica-do-sao-francisco-estreia-em-marco/">https://www.alagoasnet.com.br/v3/documentario-da-6a-expedicao-cientifica-do-sao-francisco-estreia-em-marco/</a>
08/03/2024	RedeGN	<a href="https://www.redegn.com.br/?sessao=noticia&amp;cod_noticia=189577">https://www.redegn.com.br/?sessao=noticia&amp;cod_noticia=189577</a>
01/03/2024	Portal Malta NET	<a href="https://www.maltanet.com.br/v2/noticias/2024/03/01/documentario-sobre-a-6a-expedicao-cientifica-do-sao-francisco-estreia-em-marco">https://www.maltanet.com.br/v2/noticias/2024/03/01/documentario-sobre-a-6a-expedicao-cientifica-do-sao-francisco-estreia-em-marco</a>
06/03/2024	Portal CBHSF	<a href="https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/presidente-do-cbhsf-marca-presenca-no-lancamento-do-documentario-da-vi-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco/">https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/presidente-do-cbhsf-marca-presenca-no-lancamento-do-documentario-da-vi-expedicao-cientifica-do-baixo-sao-francisco/</a>
18/03/2024	TV Gazeta	<a href="https://globoplay.globo.com/v/12444874/">https://globoplay.globo.com/v/12444874/</a>
19/03/2024	TV Sergipe	<a href="https://globoplay.globo.com/v/12444996/">https://globoplay.globo.com/v/12444996/</a>
23/03/2024	TV Gazeta	<a href="https://globoplay.globo.com/v/12459681/">https://globoplay.globo.com/v/12459681/</a>

Fonte: Autores (2024)

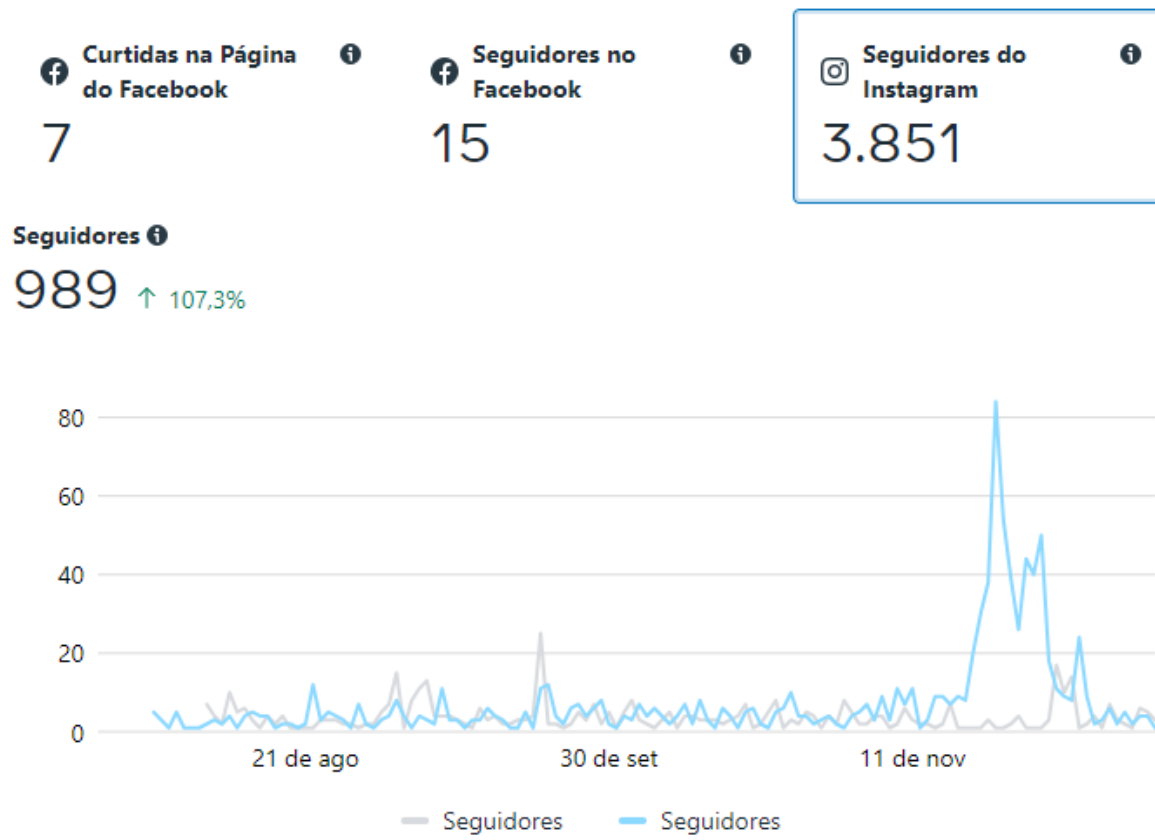
## FORTALECIMENTO DAS REDES SOCIAIS

No universo digital, a comunicação transcende fronteiras físicas, trazendo em suas métricas uma dimensão do alcance dos conteúdos divulgados. Atualmente, a Expedição está presente no Instagram (@expedicao\_saofrancisco), no Facebook (@expsaofrancisco) e no YouTube, em uma playlist do canal da UFAL (@ufaloficial).

As métricas das redes sociais apresentam um retrato do impacto digital da Expedição.

Ao analisar o Facebook, Instagram e outras plataformas, observamos um crescimento significativo no número de seguidores no mês de novembro, chegando a 3.851 seguidores no mês de dezembro, indicando um aumento no alcance das publicações.

**Imagem 2:** Gráfico apontando um pico de novos seguidores no mês de novembro de 2023



Fonte: Meta Business, 2023.

O engajamento nas redes sociais não é apenas quantitativo, mas um indicador qualitativo do impacto nas audiências. Curtidas, comentários e compartilhamentos não apenas ampliam o alcance, mas também refletem o envolvimento e a apreciação do público. Além disso, as redes sociais oferecem oportunidades únicas de reconhecimento e colaboração, como atestam estudos, como o de Martin e MacDonald (2020), que mostram que as redes sociais têm bastante potencial, inclusive por permitirem um modelo participativo de comunicação, no qual o cientista/pesquisador pode interagir com o público, esclarecer dúvidas e mostrar o que faz (MARTIN E MACDONALD, 2020). Este ano, foi trabalhado fortemente a produção de vídeos em formato reels, uma ferramenta que traz dinamismo ao formato convencional anteriormente utilizado. Ao todo, foram produzidos 19 vídeos, entre os meses analisados, sobre temáticas diferentes, apresentando eventos, reuniões, narrativas e vivências únicas dos expedicionários.

Somente em novembro, o formato apresentou um alto volume de interações com as publicações neste formato, totalizando 4.224 ações entre curtidas, comentários, salvamentos e compartilhamentos. A captura de tela abaixo apresenta os principais reels, os que tiveram mais destaque no quesito engajamento, sendo em primeiro lugar o vídeo referente às atividades realizadas no município de Igreja Nova, no povoado de Chinaré. Essa constatação corrobora a importância do reels como estratégia com maior possibilidade de entrega aos usuários e o quanto vídeos curtos, atraentes e bem elaborados tendem a se projetar mais nessa rede social que supervaloriza a beleza das publicações, sejam em imagens ou em vídeos (MANOVICH, 2017).

**Imagem 3:** Captura de tela dos insights disponibilizados pela plataforma Meta Business

Mês anterior ▾

1º nov - 30 nov

### Interações com reels

x 1º out - 31 out

**4.224**

+71,9%

Curtidas

3.643

Comentários

159

Salvamentos

41

Compartilhamentos

381

### Principais reels

Com base nas curtidas



Fonte: Meta Business, 2023.

**Imagem 4:** Bolsista Iara Melo gravando conteúdo para as redes sociais.



Fonte: Autores, 2023.

A disseminação digital não apenas amplia o alcance das histórias, mas também abre portas para parcerias, patrocínios e colaborações que podem impulsionar ainda mais a visibilidade do projeto, como aconteceu com a visita dos pesquisadores franceses Veronica Mitroi (CIRAD) e Luke Whaley (IRD), que com o acompanhamento da pesquisadora brasileira Laudemira Rabelo (Funceme/CE) conheceram a Expedição Científica por meio das redes sociais, possibilitando o agendamento de uma reunião para a troca de conhecimentos e construção de projetos futuros na bacia do Rio São Francisco.

**Imagem 5:** Jornalista Rose Ferreira (à esquerda) entrevistando Laudemira Rabelo (à direita)

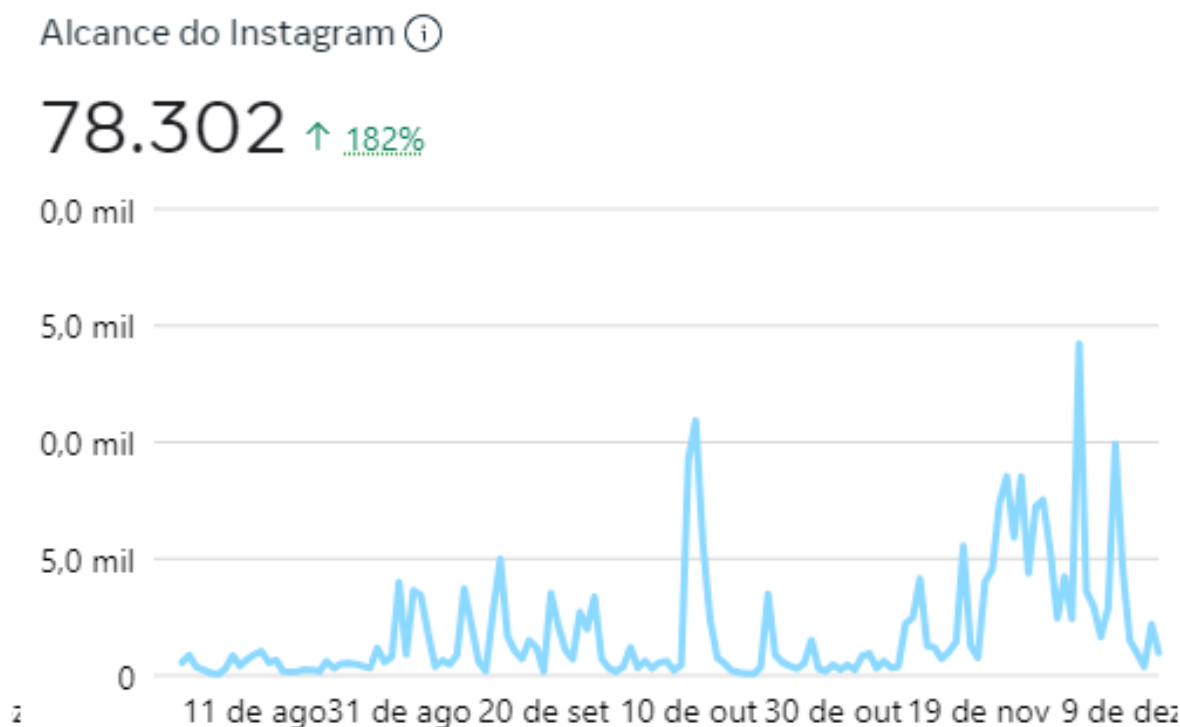


Fonte: Autores, 2023.

Assim, ao analisar as métricas das redes sociais, não se está apenas quantificando números, mas mapeando um território digital onde as publicações não só atingem novos horizontes, mas também estabelecem a base para o reconhecimento e a apreciação em uma escala global.

De modo geral, obteve-se 78.302 de alcance no Instagram nos meses analisados em questão, um aumento de 182% de acordo com a plataforma, destacando-se os meses de outubro e novembro, com picos de contas atingidas, como demonstra a imagem abaixo:

**Imagem 6:** Imagem do gráfico de análise de alcance do perfil da Expedição no Instagram.



Fonte: Meta Business, 2023.

Outro ponto essencial na construção das narrativas dentro de plataformas digitais são as personas, personagens fictícios que norteiam a forma como deve-se comunicar e os formatos utilizados. Tendo esse conceito como base, podemos observar que o público atingido é majoritariamente feminino, entre a faixa etária de 25 a 35 anos, como aborda a imagem a seguir:

**Imagem 7:** Gráfico apresentando a disposição de idades e gêneros em que consistem os seguidores do perfil em questão.

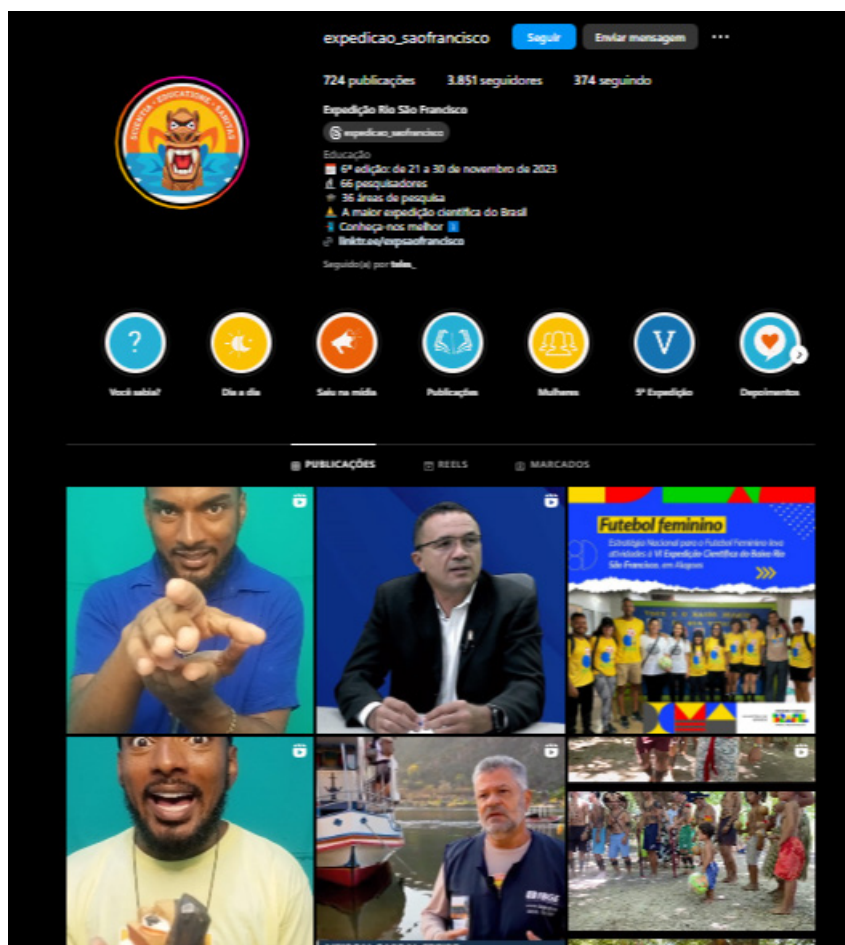


Fonte: Instagram, 2023.



Um ponto a ser destacado foi o fortalecimento da identidade visual criada e utilizada a partir da V edição. Este ano, foram reformuladas as capas para destaques do perfil no Instagram, trazendo uma harmonia ao feed e uma melhor compreensão sobre o que trata cada tópico.

**Imagem 9:** Captura de tela do perfil oficial da Expedição.



Fonte: Instagram (2023)

Para além desse fortalecimento, foram criados templates para divulgação das matérias publicadas ao longo desta edição, e foi fortalecida a publicação em collab, na qual perfis distintos se tornam colaboradores da mesma publicação, aumentando, assim, o alcance e engajamento dos temas difundidos. A imagem abaixo demonstra os dois pontos citados:

**Imagem 10:** Captura de tela de uma publicação utilizando a moldura para matérias e a colaboração com o perfil da UFAL.

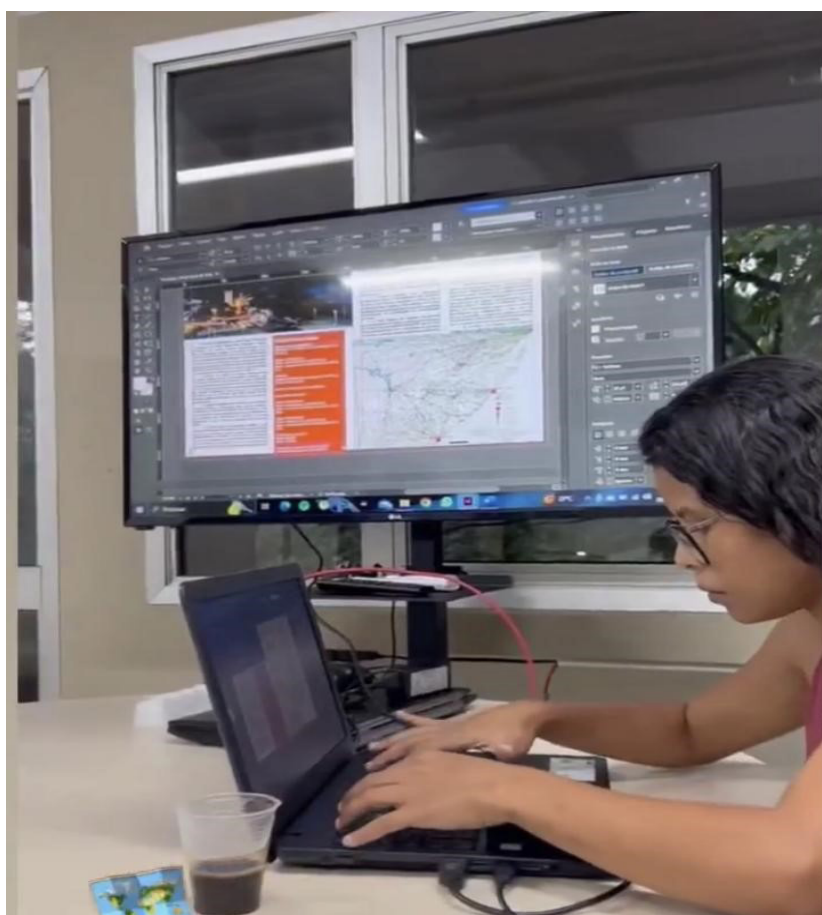


## PRODUÇÃO DE MATERIAIS GRÁFICOS

A comunicação está intrinsecamente ligada ao design gráfico, seja na elaboração de materiais físicos ou digitais. Tendo isso em vista, este ano, a produção de materiais gráficos, pensados estrategicamente para a difusão dos dados analisados pelos pesquisadores ao longo dos anos e para apresentação da expedição a novos públicos, foi amplamente trabalhada.

A equipe de comunicação teve o privilégio de estar à frente da elaboração do livro “Perfil Socioeconômico Municipal e Aspectos Geoambientais do Baixo São Francisco”, em parceria com o IBGE. O recorte inédito de dados elaborado pelo Instituto em questão foi revisado e diagramado pela equipe de comunicação da Expedição.

**Imagem 11:** Processo de diagramação do livro, em conjunto com o pesquisador do IBGE Neison Freire.



Fonte: Autores, 2023.

Ao todo, foram elaborados cerca de 29 itens gráficos entre folders, banners, faixas, outdoors, pulseiras de identificação, manual de sobrevivência, placas e outros. E, como forma de facilitar o acesso e a disseminação desses materiais, eles estão disponíveis em PDF na página da Expedição, no portal da UFAL: <https://ufal.br/expedicao-sao-francisco>.

**Imagem 12:** Banner elaborado para a participação da Expedição no Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca (CONBEP)



Fonte: Autores, 2023.

**Imagem 13:** Banner sobre as ações de Educação Ambiental

**Educação Ambiental**

- Reflorestamento de áreas degradadas.
- Cartilhas educativas: plástico, manejo de lixo e arqueologia subaquática.
- Saneamento rural: Fossas agroecológicas e segurança alimentar.
- Ações nas comunidades.
- Ações em escolas públicas do Baixo São Francisco.
- Visitação aos barcos da Expedição.

<b>2.000</b> VISITAS AO OCEANÁRIO DO SESC-DF	<b>900</b> LIVROS DOADOS	<b>52</b> ESCOLAS ATENDIDAS
<b>1.500</b> PLANTIO DE MUDAS	<b>800</b> KITS ESCOLARES	<b>38</b> APARELHOS ELETRÔNICOS DOADOS

Fonte Autores, 2023.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No ciclo contínuo de desafios e descobertas que caracteriza a Expedição Científica do Baixo São Francisco, a equipe da Assessoria de Comunicação existe como um elo vital, moldando e compartilhando informações essenciais para difundir a ciência e a educação. Durante a VI edição dessa jornada enriquecedora, a dedicação incansável da equipe de comunicação revelou não apenas um compromisso, mas como um trabalho em equipe pode fortalecer ainda mais as ações executadas.

Desde a fase pré-Expedição, onde a estratégia de comunicação foi planejada, até o auge do evento, onde cada descoberta e narrativa foram traduzidas em reportagens envolventes, a equipe de assessoria demonstrou um profundo comprometimento. Durante o período da Expedição, a agilidade e a resiliência da equipe foram postas à prova, enfrentando desafios como o calor e o cansaço, mas sempre mantendo um fluxo constante de informações para as plataformas digitais e para a imprensa.

O verdadeiro diferencial, entretanto, foi o compromisso persistente no pós-Expedição. A análise minuciosa das métricas das redes sociais, a continuidade na produção de conteúdo relevante e a exploração de oportunidades de reconhecimento demonstram não apenas uma resposta ao evento, mas uma visão estratégica de longo prazo.

Nesse relatório, testemunhamos não apenas um conjunto de atividades comunicativas, mas o reflexo de um compromisso contínuo com a disseminação de informações sólidas e embasadas cientificamente, a promoção da cultura local e a projeção da Expedição em um cenário amplo. A equipe da Assessoria de Comunicação não apenas cumpriu seu dever, mas superou as expectativas, contribuindo significativamente para a construção da divulgação científica no Estado de Alagoas e no Brasil.

## AGRADECIMENTOS

À confiança e parceria dos coordenadores da Expedição; à gestão superior da UFAL e Assessoria de Comunicação, pela liberação em tempo integral da servidora Rose Ferreira para a Expedição; à FAPEAL, pela concessão da bolsa à Iara Melo, para desenvolvimento das atividades antes, durante e pós-Expedição; à equipe de comunicação pequena, mas gigante, da Expedição, incluindo os colegas de profissão e expedicionários Amorim Neto e Aldo Correia; à presteza, empatia e trabalho de cada pesquisador competente e voluntário que integra esse trabalho. Vocês nos inspiram e merecem todo o reconhecimento!

## REFERÊNCIAS

BURNS, T. W., O'CONNOR, D. J., & STOCKLMAYER, S. M. Science communication: A contemporary definition. *Public Understanding of Science*, v. 12, n. 2, p. 183-202, 2003. <https://doi.org/10.1177/09636625030122004>.

MILLAR, R. Towards a science curriculum for public understanding. *School Science*, v. 77, n. 280, p. 7-18, 1996.

MANOVICH, Lev. Instagram and Contemporary Image, 2017. Disponível em: <http://manovich.net/index.php/projects/instagram-and-contemporary-image>. Acesso em: 22 fev. 2022.

MARTIN, C., & MACDONALD, B. H. Using interpersonal communication strategies to encourage science conversations on social media. *PLoS ONE*, v. 15, 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241972>

