



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de
Recursos Hídricos

Alexandre da Silva Diniz

**Avaliação da qualidade da água captada pelas comunidades ribeirinhas do
Arapujá e Paratizão no rio Xingu, Pará**

Rio de Janeiro

2024

Alexandre da Silva Diniz

**Avaliação da qualidade da água captada pelas comunidades ribeirinhas do Arapujá e
Paratizão no rio Xingu, Pará**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua), na Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Instrumentos da política de recursos hídricos

Orientador: Prof. Dr Friedrich Wilhelm Herms

Coorientador: Prof. Dr. Gabriel Brito Costa

Rio de Janeiro

2024

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/C

D585 Diniz, Alexandre da Silva.

Avaliação da qualidade da água nas comunidades ribeirinhas do Arapujá e Paratizão, nas margens do Rio Xingu, Pará / Alexandre da Silva Diniz. – 2024.

183 f.: il.

Orientador: Friedrich Wilhelm Herms

Coorientador: Gabriel Costa Brito

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia e Ciências.

1. Água – Análise – Teses. 2. Recursos hídricos – Rio de Janeiro – Teses. 3. Microbiologia – Teses. 4. Água – Qualidade – Teses. I. Herms, Fried Wilhelm. II Brito, Gabriel Costa. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia e Ciências. IV. Título.

556.51(811.5)

Bibliotecária responsável: Ingrid Pinheiro / CRB-7: 7048

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta Dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Alexandre da Silva Diniz

**Avaliação da qualidade da água captada pelas comunidades ribeirinhas do Arapujá e
Paratizão no rio Xingu, Pará**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA), na Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Instrumentos da política de recursos hídricos

Aprovada em 22 de abril de 2024.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Friedrich Wilhelm Herms (Orientador)
Faculdade de Oceanografia - UERJ

Prof. Dr. Gabriel Brito Costa (Coorientador)
Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA

Prof. Dr. Décio Tubbs Filho
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ

Profa. Dra. Rafaela Facchetti Assumpção
Escola Nacional de Saúde Pública - FIOCRUZ

Rio de Janeiro

2024

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe (*in memoriam*), à minha esposa Elizabete Vidal, às minhas netas do coração: Maria, Luiza, Yanka Vidal, e a todos os meus familiares e colegas do Mestrado Profissional, que me apoiaram e me incentivaram durante toda essa jornada, e em especial, às famílias ribeirinhas das localidades de Arapujá e de Paratizão, do Rio Xingu.

AGRADECIMENTOS

Gratidão a Deus pela permissão de concluir mais uma etapa de crescimento espiritual e humano a fim de ser útil a sociedade.

À minha esposa Elizabete de Lemos Vidal, que me acompanha desde sempre e me apoia em minhas decisões, e é para quem devo muita retribuição, principalmente, de amor, carinho, dedicação e respeito acima de tudo.

Ao casal, Socorro Arara e Marlon, que proporcionaram a busca e o acesso às famílias ribeirinhas das localidades do Arapujá e do Paratizão, nas margens do Rio Xingu.

Aos professores e servidores do ProfÁgua, em especial aos do Polo UNESP, na pessoa do Coordenador Nacional, Prof. Dr. Jefferson Nascimento de Oliveira.

Aos professores do Mestrado Profissional de Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – Polo UERJ, ao Coordenador, Professor Dr. Friedrich Herms, e à representante da Secretaria do Programa, Ana Beatriz Fernandes.

Aos colegas do Mestrado Profissional, pelo apoio e solidariedade, em especial aos colegas: Naiara Pitta, Marcelo Casiuch, Vinicius Azevedo, Raphael Welter, Elisa Marra, Aline Ferreira, Fabiana Machado e Bruna Pires, pela parceria, incentivo e companheirismo.

Aos colaboradores de trabalho de campo: Me. Thais Nascimento, bióloga Bruna Uana e Me. Isaac Fernandes, além da professora Dra. Tatiana Pereira do LAQUAX (Laboratório de Aquicultura de Peixes Ornamentais do Xingu) da Universidade Federal do Pará, Campus de Altamira, aos colaboradores das análises de dados dos trabalhos de campo: Me. Dilailson Araújo de Souza e professora Dra. Karina Dias da Silva do LEIAX (Laboratório de Insetos Aquáticos do Xingu) vinculado a Faculdade de Ciências Biológicas junto ao Laboratório de Ecologia - LABECO da Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Altamira e a Nicolý Rodrigues da Costa, aluna do Mestrado de Matemática e Estatística da Universidade Federal do Pará, campus Guamá.

Ao professor Dr. Nelson Veiga Gonçalves e Bruna Souza do Laboratório de Epidemiologia da Universidade do Estado do Pará, à equipe da Diretoria de Tecnologia da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Educação Profissional e Tecnológica - SECTET, que dedicaram seu tempo para me auxiliar, ensinar e me orientar durante o estágio docente.

A todos, o meu muito obrigado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

RESUMO

DINIZ, Alexandre da Silva. **Avaliação da qualidade da água captada pelas comunidades ribeirinhas do Arapujá e Paratizão no rio Xingu, Pará.** Rio de Janeiro, 2024. 183 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROF-ÁGUA), Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Após o enchimento do reservatório da UHE de Belo Monte, Pará, vários ribeirinhos tiveram que ser transferidos para novas terras, e o desenvolvimento provocado pela instalação da usina, levou à necessidade de projetos diversos de apoio aos municípios da área de influência, e à população local. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água consumida em duas localidades de reassentamento rural de ribeirinhos do rio Xingu: Arapujá, em Altamira, PA, nas margens do Rio Xingu, no município de Altamira; e no Paratizão, na margem esquerda do mesmo rio, no município de Vitória do Xingu. Através de análises de amostras de água para avaliação de parâmetros físico-químicos básicos e parâmetros microbiológicos, foi construído um quadro da qualidade da água bruta consumida pelas comunidades dessas duas localidades. Nos pontos de coleta foram recolhidas amostras de água, em dois períodos distintos, do ano de 2022, período de cheia (março); e de seca (novembro) do rio Xingu, para as análises físico-químicas (turbidez, cor, e concentrações totais de Ferro e Manganês) e microbiológicas (coliformes totais e E.Coli) em laboratório, na cidade de Altamira, além de medição *in situ* de parâmetros físico-químicos básicos (pH, oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade), através de uma sonda multiparâmetros. Para este estudo, a metodologia foi norteadada sob abordagem qualitativa, de natureza aplicada, de objetivos exploratórios e de método *survey*. Os procedimentos adotados para a realização das amostragens e os critérios de seleção dessas amostras foram baseados em recortes amostrais. Os pontos de coleta foram distribuídos entre amostras da água do rio Xingu e amostras de água de poços amazonas, e profundos tubulares, conforme a opção de captação de água, utilizada pelos moradores locais. Foi realizado também levantamento socioeconômico e sanitário das famílias ribeirinhas assentadas num total de 36 entrevistados. Os resultados das entrevistas mostram uma parcela significativa da população desassistida em termos econômicos, com renda familiar menor que um salário-mínimo, efetuando captação de água diretamente do rio Xingu ou de poços amazonas, com precariedade na titularidade da terra ocupada, e sistemas de esgotamento domésticos deficientes, que colocam em risco a qualidade ambiental e sanitária dos assentados dessas localidades estudada. Em relação à qualidade da água, foram encontrados parâmetros fora dos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde (MS). Para o consumo humano, especialmente no que se refere à presença de coliformes totais e fecais, foram registrados na quase totalidade das amostras avaliadas, colocando em risco a saúde da população ribeirinha, alvo do presente estudo. Portanto conclui-se que, o estudo representa uma contribuição valiosa para o conhecimento científico e para o desenvolvimento de políticas públicas voltadas para a gestão e proteção dos recursos hídricos na região do Médio Xingu, preenchendo uma lacuna crítica de informações que não estão registradas nos meios de comunicações ou órgãos locais, fornecendo dados essenciais para a tomada de decisões para a promoção da saúde e sustentabilidade ambiental nessas comunidades.

Palavras-chave: qualidade de água; análise físico-química; análise microbiológica, comunidades ribeirinhas.

ABSTRACT

DINIZ, Alexandre Diniz. **Assessment of the quality of water captured by the riverside communities of Arapujá and Paratizão on the Xingu river, Pará.** 183 f. 2024. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROF-ÁGUA), Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

After filling the reservoir at the Belo Monte HPP, Pará, several riverside communities had to be transferred to new lands, and the development caused by the installation of the plant led to the need for various projects to support the municipalities in the area of influence, and the population local. In this sense, the present study aimed to evaluate the quality of water consumed in two rural resettlement locations of people on the banks of the Xingu River: Arapujá, in Altamira, PA, on the banks of the Xingu River, in the municipality of Altamira; and in Paratizão, on the left bank of the same river, in the municipality of Vitória do Xingu. Through analysis of water samples to evaluate basic physical-chemical and microbiological parameters, a picture of the quality of raw water consumed by the communities in these two locations was constructed. Water samples were collected at the collection points, in two different periods, in the year 2022, the flood period (March); and drought (November) of the Xingu River, for physical-chemical (turbidity, color, and total concentrations of Iron and Manganese) and microbiological (total coliforms and E.Coli) analyzes in the laboratory, in the city of Altamira, in addition to measurement in situ of basic physicochemical parameters (pH, dissolved oxygen, temperature and conductivity), through a multiparameter probe. For this study, the methodology was guided by a qualitative approach, of an applied nature, with exploratory objectives and a survey method. The procedures adopted to carry out the sampling and the selection criteria for these samples were based on sample selections. The collection points were distributed between water samples from the Xingu River and water samples from Amazon wells, and deep tubular wells, depending on the water collection option used by local residents. A socioeconomic and health survey of riverside families settled was also carried out, involving a total of 36 interviewees. The results of the interviews show a significant portion of the population lacking assistance in economic terms, with a family income of less than the minimum wage, collecting water directly from the Xingu River or Amazon wells, with precarious ownership of the occupied land, and sewage systems disabled domestic workers, which put the environmental and sanitary quality of the settlers in these studied locations at risk. Regarding water quality, parameters outside the standards established by the Ministry of Health (MS). For human consumption, especially with regard to the presence of total and fecal coliforms, they were recorded in almost all of the samples evaluated, putting the health of the riverside population, the target of this study, at risk. Therefore, it is concluded that the study represents a valuable contribution to scientific knowledge and to the development of public policies aimed at the management and protection of water resources in the Middle Xingu region, filling a critical gap in information that is not recorded in the media. communications or local bodies, providing essential data for decision-making to promote health and environmental sustainability in these communities.

Keywords: water quality; physicochemical analysis; microbiological analysis; riverside communities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Mapa de municípios do entorno da usina hidrelétrica de Belo Monte.....	22
Figura 2	- Mapa de localização do município de Altamira – PA.....	29
Figura 3	- Mapa de localização do município de Vitória do Xingu – PA.....	30
Figura 4	- Bacia Amazônica e respectivas sub-bacias.....	32
Figura 5	- Bacia Hidrográfica do Rio Xingu, PA.....	34
Figura 6	- Boxplot das médias mensais de temperatura máxima do ar (°C), observada na estação meteorológica localizada no município de Altamira, para o período de 1966 a 2020.....	35
Figura 7	- Boxplot da precipitação mensal, na cidade de Altamira/PA, para o período de 1960 a 2020.....	36
Figura 8	- Precipitação pluvial média mensal no período 2021-2050 (A) e período 2051-2080 (B) e a climatologia da precipitação pluvial observada em Altamira de 1981 a 2010.....	37
Figura 9	- Áreas de influência do UHE de Belo Monte.....	41
Figura 10	- Área diretamente afetada pela construção da UHE de Belo Monte.....	42
Figura 11	- Kit de Escherichia Coli (E.Coli) e coliformes totais Colipaper®.....	60
Figura 12	- Total de surtos de DTHA notificados e doentes no Brasil, de 2012 a 2021.....	64
Figura 13	- Surtos de DTHA notificados por região – Brasil, de 2012 a 2021.....	65
Figura 14	- Distribuição de surtos de DTHA por critérios de confirmação – Brasil, de 2012 a 2021.....	65
Figura 15	- Distribuição do Número de Surtos de DTHA por local de ocorrência – Brasil, de 2012 a 2021.....	66
Figura 16	- Distribuição dos alimentos incriminados em surtos de DTHA – Brasil, de 2012 a 2021.....	66
Figura 17	- Distribuição dos agentes etiológicos mais identificados nos surtos de DTHA.....	67
Figura 18	- Monitoramento das doenças diarreicas agudas por semana epidemiológica – Brasil, 2022.....	68

Figura 19	- Monitoramento das doenças diarreicas agudas por semana epidemiológica – Pará, 2022.....	68
Figura 20	- Monitoramento das doenças diarreicas agudas – Pará, 2022.....	70
Figura 21	- Monitoramento das doenças diarreicas agudas – Altamira, Pará, 2022.....	70
Figura 22	- Monitoramento das doenças diarreicas agudas – Vitória do Xingu, Pará, 2022	71
Figura 23	- Curva epidêmica de casos de febre tifoide – Município específico, abril e maio de 2021.....	72
Figura 24	- Diagrama das atividades desenvolvidas no trabalho.....	75
Figura 25	- Localização dos pontos coleta no Rio Xingu.....	79
Figura 26	- Medição de parâmetros físico-químicos In Situ com sonda multiparamétrica..	84
Figura 27	- Registro fotográfico dos resultados dos parâmetros físico-químicos medidos In Situ.....	84
Figura 28	- Laudo de análise de amostra para parâmetros físico-químicos.....	85
Figura 29	- Kit de Escherichia Coli (E.Coli) e coliformes totais Colipaper®.....	87
Figura 30	- Laudo de análise de amostra para parâmetros microbiológicos.....	89
Figura 31	- Descrição Boxplot.....	91
Figura 32	- Gráfico tipo de profissão do entrevistado, por localidade do estudo.....	96
Figura 33	- Gráfico do tipo de estado civil do entrevistado, por localidade do estudo.....	96
Figura 34	- Gráfico do local de origem do entrevistado, por localidade do estudo.....	97
Figura 35	- Gráfico do ano de chegada do entrevistado, por localidade do estudo.....	97
Figura 36	- Gráfico do modo de aquisição do terreno pelo entrevistado, por localidade do estudo.....	98
Figura 37	- Gráfico do tipo de título de propriedade da terra do entrevistado, por localidade do estudo.....	99
Figura 38	- Gráfico do número de pessoas residentes, por localidade do estudo.....	99
Figura 39	- Gráfico de renda familiar do entrevistado, por localidade do estudo.....	100
Figura 40	- Gráfico de auxílio recebido pelo entrevistado, por localidade do estudo.....	100
Figura 41	- Gráfico do gênero do chefe de família por localidade.....	101
Figura 42	- Gráfico de tipo de fonte hídrica do estabelecimento, por localidade.....	102
Figura 43	- Gráfico tipo de poço por localidade.....	102

Figura 44	- Gráfico de qual a fonte energética utilizada para captação de água, por localidade.....	103
Figura 45	- Gráfico do tipo de dispositivo de efluentes domésticos, por localidade.....	103
Figura 46	- Fluxograma de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão.....	104
Figura 47	- Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão....	105
Figura 48	- Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão....	106
Figura 49	- Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão...	107
Figura 50	- Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão...	108
Figura 51	- Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão...	109
Figura 52	- Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão...	109
Figura 53	- Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão...	110
Figura 54	- Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão...	111
Figura 55	- Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão...	112
Figura 56	- Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão...	112
Figura 57	- Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão...	113
Figura 58	- Boxplot dos resultados de análises de Ferro (mg/L) nas amostras de Poço vs Rio, coletadas para as campanhas de março/novembro 2022.....	115
Figura 59	- Boxplot dos resultados das análises de Ferro (mg/L) nas amostras coletadas nas localidades de Arapujá e Paratizão, no período dos meses de março e novembro de 2022.....	115
Figura 60	- Boxplot dos resultados de análises de Manganês (mg/L) nas amostras de Poço vs Rio, coletadas para as campanhas de março/novembro 2022.....	117
Figura 61	- Boxplot dos resultados das análises de Manganês (mg/L) nas amostras coletadas nas localidades de Arapujá e Paratizão, no período dos meses de março e novembro de 2022.....	118
Figura 62	- Boxplot dos resultados de análises de Oxigênio Dissolvido (mg/l) nas amostras de Poço vs Rio, coletadas para as campanhas de março/novembro 2022.....	119

Figura 63	- Boxplot dos resultados das análises de Oxigênio Dissolvido (Oxigênio (mg/L)) nas amostras coletadas nas localidades de Arapujá e Paratizão, no período dos meses de março e novembro de 2022.....	120
Figura 64	- Boxplot dos resultados de análises de Condutividade Elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) nas amostras de Poço vs Rio, coletadas para as campanhas de março/novembro 2022.....	121
Figura 65	- Boxplot dos resultados das análises de Condutividade Elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) nas amostras coletadas nas localidades de Arapujá e Paratizão, no período dos meses de março e novembro de 2022.....	122
Figura 66	- Boxplot dos resultados de análises de Cor (mg Pt-Co/L) nas amostras de Poço vs Rio, coletadas para as campanhas de março/novembro 2022.....	123
Figura 67	- Boxplot dos resultados das análises de Cor (mg Pt-Co/L) nas amostras coletadas nas localidades de Arapujá e Paratizão, no período dos meses de março e novembro de 2022.....	124
Figura 68	- Boxplot dos resultados de análises de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) nas amostras de Poço vs Rio, coletadas para as campanhas de março/novembro 2022.....	125
Figura 69	- Boxplot dos resultados de análises de Turbidez (NTU) nas amostras de Poço vs Rio, coletadas para as campanhas de março/novembro 2022.....	127
Figura 70	- Boxplot dos resultados das análises de Turbidez () nas amostras coletadas nas localidades de Arapujá e Paratizão, no período dos meses de março e novembro de 2022.....	127
Figura 71	- Boxplot dos resultados de análises de pH nas amostras de Poço vs Rio, coletadas para as campanhas de março/novembro 2022.....	129
Figura 72	- Boxplot dos resultados das análises de pH () nas amostras coletadas nas localidades de Arapujá e Paratizão, no período dos meses de março e novembro de 2022.....	129

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	-	Uso e cobertura do solo do Médio Xingu.....	32
Tabela 2	-	Lista das estações, rios e municípios monitorados no sistema de alerta do Xingu.....	35
Tabela 3	-	Série histórica de surtos de DTHA – Brasil, de 2012 a 2021.....	64
Tabela 4	-	Casos confirmados de Febre Tifoide, por município de residência, de 2011 a 2021.....	73
Tabela 5	-	Casos de hepatite viral por mecanismo de infecção: alimento e água, Macrorregião III, Pará, de 2010 a 2020.....	73
Tabela 6	-	Coordenadas dos pontos de coleta de amostras de água no rio Xingu.....	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADA	Área Direta Afetada
AHE	Área de Aproveitamento Hidrelétrico
AID	Área de Influência Direta
AII	Área de Influência Indireta
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APP	Áreas de preservação permanente
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BHX	Bacia hidrográfica do Médio Xingu
CCBM	Consórcio Construtor Belo Monte
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COSALT	Coordenadoria de Saneamento de Altamira
DDA	Doença Diarreica aguda
DPE	Defensoria Pública do Estado
DTHA	Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar
DUP	Decreto de Utilidade Pública
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
ETA	Estação de Tratamento de Água
ELETROBRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ISA	Instituto Socioambiental
LAQUAX	Laboratório de Aquicultura de Peixes Ornamentais do Xingu
LABINFO	Laboratório Epidemiológico de Geoprocessamento
LEDTAM	Laboratório de Estudos das Dinâmicas Territoriais na Amazônia
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
MAB	Movimento dos Atingidos por Barragens
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MS	Ministério da Saúde
NESSA	Norte Energia S.A.
ODS	Objetivo Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PA	Pará
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PACUERA	Plano Ambiental de Conservação e uso do entorno dos reservatórios
PBA	Plano Básico Ambiental
PPGGRH	Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Hídricos
PMA	Prefeitura Municipal de Altamira

PMVX	Prefeitura Municipal de Vitória do Xingu
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PROFAGUA	Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos
R	Sistema Estatístico R
RAP	Reservatórios Apoiados de Distribuição
RAR	Reassentamento em Área Remanescente
RIMA	Relatório Impacto Meio Ambiente
RIR	Reassentamento em Ilhas Remanescentes
RUC	Reassentamento Urbano Coletivo
SBPC	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SEMA	Secretaria de Meio Ambiente de Altamira
SEMAS	Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
SECTET	Secretaria de Estado, Tecnologia e Educação Superior, Profissional e Tecnológica
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SVS	Sistema de Vigilância Sanitária
TAUS	Termo de Autorização de Uso Sustentável
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UC	Unidades de Conservação
UFOPA	Universidade Federal do Oeste do Pará
UFPA	Universidade Federal do Pará – Campus Altamira
UEPA	Universidade do Estado do Pará

UERJ Universidade do Estado do Rio de Janeiro

UHEBM Usina Hidrelétrica de Belo Monte

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	21
1	JUSTIFICATIVA.....	24
2	OBJETIVOS.....	26
2.1	Objetivo geral.....	26
2.2	Objetivos específicos.....	26
2.3	Objetivos secundários.....	26
3	ÁREA DE ESTUDO.....	28
3.1	Município de Altamira.....	28
3.2	Município Vitória do Xingu.....	29
3.3	Delimitação da área de estudo.....	30
3.4	Caracterização geoambiental da área de estudo.....	31
3.5	Caracterização Hidro Climatológica da Área de Estudo.....	32
3.6	Aspectos Geológicos e Hidrogeológicos da Região.....	37
3.6.1	<u>Aspectos Geológicos.....</u>	38
3.6.2	<u>Aspectos Hidrogeológicos.....</u>	38
4	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	39
4.1	Aproveitamento hidrelétrico de Belo Monte.....	39
4.2	As tendências de desenvolvimento dos municípios.....	42
4.3	Alteração na qualidade das águas nos igarapés e reservatórios.....	43
4.4	Perda de Imóveis e Benfeitorias e Atividades Produtivas.....	45
4.5	Reassentamento de população ribeirinha.....	46
4.6	Plano Ambiental de Conservação e uso do entorno dos reservatórios – PACUERA.....	47
4.7	Padrões para enquadramento dos corpos hídricos.....	48
4.7.1	<u>Enquadramento dos corpos hídricos.....</u>	49
4.7.1.1	Resolução CONAMA nº 397, de 03 de abril de 2008.....	49
4.7.1.2	Resolução CONAMA nº 410, de 04 de maio de 2009.....	50
4.7.1.3	Resolução CONAMA Nº 396, de 3 de abril de 2008.....	50
4.8	Padrões de qualidade de água para consumo humano.....	50
4.8.1	<u>Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017.....</u>	50

4.8.2	<u>Portaria Ministério da Saúde GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021</u>	51
4.8.3	<u>Definição e responsabilidades da inspeção Sanitária</u>	52
4.8.4	<u>Descrição dos Parâmetros físico-químicos adotados</u>	52
4.8.4.1	Cor.....	53
4.8.4.2	Turbidez.....	53
4.8.4.3	Temperatura.....	54
4.8.4.4	Condutividade elétrica.....	55
4.8.4.5	Oxigênio Dissolvido.....	56
4.8.4.6	Ferro Total e Manganês.....	56
4.8.5	<u>Descrição dos Parâmetros Microbiológicos adotados</u>	56
4.8.5.1	Bactérias do grupo coliformes.....	57
4.8.5.1.1	Coliformes totais.....	57
4.8.5.1.2	Coliformes termotolerantes.....	58
4.8.5.2	Escherichia coli.....	58
4.8.5.2.1	Análise qualitativa de E.coli e coliformes totais.....	58
4.8.5.2.2	Análise quantitativa de E.coli e coliformes totais com kit de campo.....	59
4.8.5.3	Procedimentos de uso do Colipaper®.....	60
4.9	Doenças de Veiculação Hídrica	61
4.9.1	<u>Doenças de transmissão hídrica e alimentar – DTHA</u>	62
4.9.1.1	Causas e sintomas de DTHA.....	62
4.9.2	<u>Doenças diarreicas agudas – DDA</u>	67
4.9.2.1	Notificação e investigação de DDA.....	68
4.9.3	<u>Febre tifoide</u>	71
4.9.3.1	Notificação e investigação.....	71
5	METODOLOGIA	74
5.1	Visitas Preliminares	76
5.1.1	<u>Visita preliminar 1 – maio de 2021</u>	76
5.1.2	Visita preliminar 2 – novembro de 2021.....	76
5.2	Definição da Metodologia de Trabalho de Campo	77
5.2.1	<u>Definição dos pontos amostrais</u>	77
5.2.2	<u>Codificação das amostras</u>	79
5.2.3	<u>Definição dos parâmetros de análise</u>	80
5.2.4	<u>Frequência amostral</u>	81

5.2.5	<u>Procedimentos de coleta.....</u>	82
5.2.5.1	Técnicas de coleta e armazenamento de amostras de água.....	82
5.2.5.2	Procedimentos pós-coleta.....	83
5.2.6	<u>Definição dos métodos de análise dos parâmetros físico-químicos.....</u>	83
5.2.7	<u>Análise qualitativa de E.coli e coliformes totais.....</u>	85
5.2.8	<u>Análise quantitativa de E.coli e coliformes totais com kit de campo.....</u>	86
5.2.8.1	Procedimentos de uso do Colipaper®.....	87
5.2.9	<u>Definição dos métodos de análise dos parâmetros microbiológicos.....</u>	88
5.2.10	<u>Análises estatísticas.....</u>	89
5.2.11	<u>Metodologia de leitura de gráfico, modelo Boxplot.....</u>	90
5.3	Visitas de Trabalho de Campo.....	91
5.3.1	<u>Campanha de março de 2022.....</u>	92
5.3.2	<u>Campanha de novembro de 2022.....</u>	92
5.4	Levantamento de dados complementares.....	93
5.5	Desenvolvimento da cartilha informativa.....	93
5.5.1	Criação da cartilha intitulada: “Cuidados com a água para consumo”.....	93
6	RESULTADOS.....	95
6.1	Avaliação das características socioeconômicas.....	95
6.2	Definição de grupos por similaridade.....	104
6.2.1	<u>Grupo 1 – Arapujá março (rio vs poço).....</u>	105
6.2.2	<u>Grupo 2- Paratizão março (rio vs poço).....</u>	106
6.2.3	<u>Grupo 3- Arapujá novembro (rio vs poço).....</u>	107
6.2.4	<u>Grupo 4- Paratizão novembro (rio vs poço).....</u>	108
6.2.5	<u>Grupo 1.1 – Março – rio (Paratizão vs Arapujá).....</u>	110
6.2.6	<u>Grupo 1.2 – Março – poço (Paratizão vs Arapujá).....</u>	110
6.2.7	<u>Grupo 1.3 – Novembro (Paratizão vs Arapujá).....</u>	111
6.3	Conjuntos das análises por parâmetros físico-químicos nas localidades de Arapujá e Paratizão para os meses de março e novembro de 2022.....	113
6.3.1.	<u>Análise do parâmetro físico-químico do Ferro.....</u>	113
6.3.2.	<u>Análise do parâmetro físico-químico do Manganês.....</u>	116
6.3.3	<u>Análise do parâmetro físico-químico de Oxigênio Dissolvido.....</u>	118
6.3.4	<u>Análises do parâmetro de Condutividade Elétrica.....</u>	120
6.3.5	<u>Análise dos limites de Cor.....</u>	122

6.3.6	<u>Análise do parâmetro de Temperatura.....</u>	124
6.3.7	<u>Análise do parâmetro de Turbidez.....</u>	126
6.3.8	<u>Análise do parâmetro físico-químico do pH.....</u>	128
6.4.	Discussão.....	130
7	CONCLUSÃO.....	135
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	137
	APÊNDICE A – Cartilha em formato de quadrinho: cuidados com a água para consumo.....	148
	APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido TCLE.....	156
	APÊNDICE C – Formulário socioeconômico-ambiental e fitossanitário.....	159
	APÊNDICE D- Acervo fotográfico localidade Arapujá período: março 2022....	162
	APÊNDICE E – Acervo fotográfico localidade Paratizão período: março 2022.....	167
	APÊNDICE F – Acervo fotográfico localidade: Arapujá período: novembro 2022.....	173
	APÊNDICE G – Acervo fotográfico localidade Paratizão Período: novembro 2022.....	177
	APÊNDICE H – Tabela de parâmetro Físico-químico nas Localidades de Arapujá Paratizão Período: março 2022.....	181
	APÊNDICE I – Tabela de parâmetro Físico-químico nas Localidades de Arapujá Paratizão Período: Novembro 2022.....	181
	ANEXO A – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética.....	182

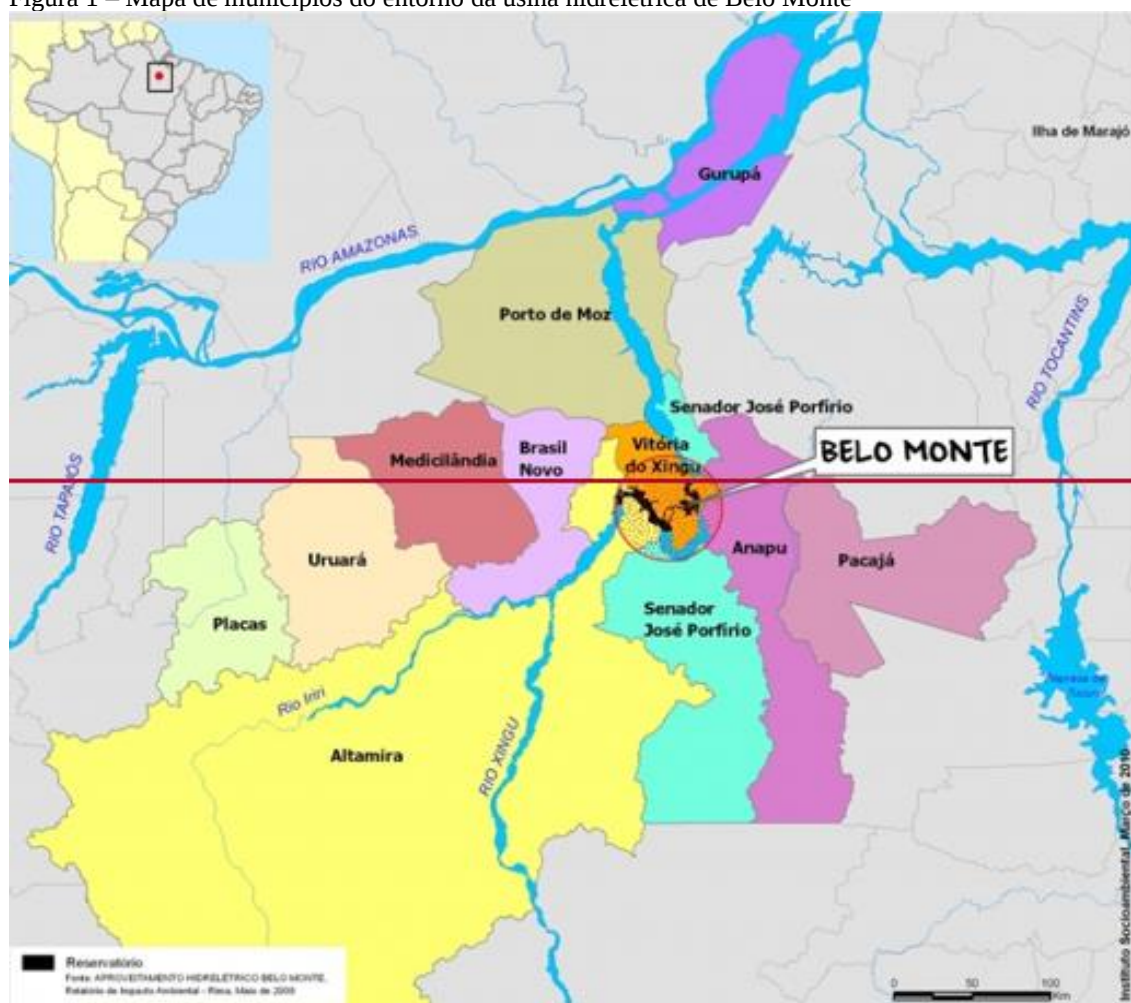
INTRODUÇÃO

Para desenvolver o presente estudo, foi realizada a seleção de material bibliográfico que garantisse as diretrizes da pesquisa. Nesse sentido, chegamos ao cenário das grandes discussões sobre a qualidade da água, área de interesse de diferentes segmentos ligados à preocupação com a sustentabilidade. Adentrando o universo da comunidade científica, o acesso às discussões voltadas à disponibilidade hídrica e à utilização adequada destes recursos, desdobram-se em diferentes áreas dos segmentos ambientais e sociais, com ênfase no viés da sustentabilidade, além do ponto de vista do planejamento e da gestão ambiental, observando-se, portanto, um significativo ponto de partida.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, o Brasil é privilegiado em relação aos outros países no que se refere à disponibilidade hídrica, possuindo cerca de 12% da água doce total do planeta. No entanto, este recurso natural é distribuído de forma irregular, tendo concentrado aproximadamente 73% da água doce na região Norte, que por sua vez, possui 8,41% da população total do Brasil (IBGE, 2019). Além disso, de acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, o problema da escassez hídrica no Brasil tem como base tanto o crescimento exagerado, quanto às demandas localizadas; considerando-se, também, a degradação dos recursos hídricos, o desmatamento e o uso de agrotóxicos utilizados em plantações de grãos de larga escala (ANA, 2007).

Em 2011, mais um grande empreendimento de infraestrutura entrou em processo de instalação na região do Médio e Baixo Xingu, trata-se da Usina Hidrelétrica de Belo Monte (UHE de Belo Monte), construída nas imediações de 11 municípios paraenses, a saber: Altamira, Anapu, Brasil Novo, Gurupá, Medicilândia, Pacajá, Placas, Porto de Moz, Senador José Porfírio, Uruará e Vitória do Xingu conforme Figura 1; construção esta que fez parte do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do governo Dilma Rousseff.

Figura 1 – Mapa de municípios do entorno da usina hidrelétrica de Belo Monte



Fonte: Laboratório de Estudos Populacionais e Urbanos, 2022.

A UHE de Belo Monte ocupa a terceira posição entre as maiores usinas hidrelétricas do mundo, com capacidade máxima (no período de cheia) de cerca de 10.000 MWh, fica atrás somente da usina chinesa Três Gargantas com 22.720 MWh e da paraguaio-brasileira Itaipu, com 14.000 MWh (Eletrobrás, 2010). Apesar do significativo incremento na produção de energia elétrica da matriz brasileira, o empreendimento gerou uma série de impactos socioambientais, como por exemplo, a necessidade de reassentamento de comunidades inteiras que existiam na área do projeto.

Como fruto desse reassentamento, foram criadas as comunidades ribeirinhas de Arapujá e Paratizão, as quais se tornaram o novo lar dessas famílias retiradas de suas moradias originais. O empreendimento trouxe também um crescimento urbano acelerado, com a chegada de diversos trabalhadores, fornecedores e pequenos comércios para atendimento dessa população. De acordo com IBGE (2022), a população de Altamira, um dos

municípios afetados, apresentou um aumento de quase 28% no censo demográfico de 2022, bem acima da média nacional, que foi de 6%, em relação ao censo de 2010.

No entanto, o investimento em infraestrutura básica não acompanhou esse crescimento populacional, afetando diretamente a qualidade de vida das pessoas. Apesar da empresa responsável pelo empreendimento realizar uma série de programas socioambientais com o objetivo de mitigar esses impactos, os estudos publicados e relatos dos moradores evidenciam outra realidade.

De acordo com Freire (2016), dentre os impactos negativos da implantação da UHE Belo Monte cabe destacar o crescimento urbano desordenado, a especulação imobiliária, aumento de acidentes de trânsito e a ineficiência da capacidade de serviços e equipamentos públicos, tais como, coleta de lixo, atendimento médico e saneamento básico. Considerando os possíveis impactos na qualidade da água consumida pelas comunidades ribeirinhas, o presente trabalho pretendeu dar uma resposta às incertezas sobre a qualidade da água consumida nessa região.

O presente estudo aborda várias questões essenciais relacionadas ao desenvolvimento sustentável, alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Aqui estão os ODS que se adequam ao estudo:

5) ODS 3 – Saúde e Bem-Estar: Este objetivo está diretamente relacionado à qualidade da água consumida, pois a contaminação da água por microbactérias como E.coli e Coliformes Fecais representa um risco significativo para a saúde humana.

b) ODS 6 – Água Limpa e Saneamento: Este é o objetivo mais direto para o estudo, pois visa garantir a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos. Ao analisar a qualidade da água consumida nas localidades mencionadas, abordando parâmetros físico-químicos e microbiológicos, e propondo diretrizes para melhorar a qualidade da água, o estudo está promovendo a conscientização sobre a importância da água limpa e segura para a saúde e o bem-estar das comunidades locais. Além disso, ao envolver a comunidade na identificação de problemas e na busca por soluções, o estudo promove a participação ativa e a capacitação das pessoas para cuidarem dos recursos hídricos.

1 JUSTIFICATIVA

A relevância da qualidade dos recursos hídricos para as comunidades do Arapujá, nas proximidades da Ilha do Arapujá, a 5 (cinco) quilômetros da cidade de Altamira no estado do Pará, além da localidade de Paratizão, a 20 (vinte) quilômetros da mesma cidade, sediada no município de Vitória do Xingu, são suficientes para o desenvolvimento deste projeto de Mestrado, uma vez que se deve atentar para a questão de vidas humanas envolvidas por meio do consumo de água bruta sem o tratamento devido, especialmente nas áreas rurais desses municípios.

A qualidade da água reflete diretamente na qualidade de vida daqueles que a consomem e, nesse contexto, ribeirinhos relataram em entrevistas ocorridas nos trabalhos de campo, nos meses de março e novembro de 2022, que em anos anteriores, onde haviam poços para captação de água subterrânea, o tratamento da água era feito com a adição de porções de cloro ou água sanitária, o que ocasionalmente provocavam problemas no estado de saúde dos moradores, que apresentavam sintomas de distúrbios gástricos. Posteriormente, segundo esses mesmos ribeirinhos, em algumas residências o cloro foi suspenso e a água passou a ser consumida *in natura*.

No entanto, apesar da suspensão do uso do cloro por alguns ribeirinhos, esse método rudimentar de tratamento ainda continuou sendo usado por alguns moradores como forma de tratamento da água para o consumo, visto que não há relatos ou evidências de controle da qualidade da água pelo poder público. Sendo assim, o consumo da água pelos ribeirinhos de Arapujá e Paratizão conduz-se de forma independente e sem o tratamento adequado, de forma rudimentar.

Conceitua-se que águas subterrâneas, são aquelas que se encontram abaixo da superfície terrestre, preenchendo os espaços porosos das rochas e solos. Estas águas acumulam-se em aquíferos, que são formações geológicas capazes de armazenar e transmitir água. A exploração das águas subterrâneas é feita através de poços tubulares, que podem ser rasos ou profundos, dependendo da profundidade do aquífero. (Rebouças et al Tundisi, 1999)

Na Amazônia Paraense, a exploração de águas subterrâneas é crucial devido à grandiosidade da região e à necessidade de abastecimento de comunidades rurais e urbanas. Um exemplo relevante são os poços tubulares profundos, que são poços perfurados até atingir aquíferos profundos, muitas vezes a centenas de metros abaixo da superfície. Esses poços são

essenciais para fornecer água de boa qualidade em áreas onde o acesso à água superficial é limitado ou impraticável. (Rebouças et al Tundisi, 1999)

Como exemplo de aquífero, temos o de Alter do Chão, que é considerado um dos maiores aquíferos do mundo, localizado na região amazônica, incluindo o Pará. A água deste aquífero é acessada através de poços tubulares profundos, que podem atingir profundidades de até 300 metros. Esses poços são fundamentais para o abastecimento de cidades como Santarém e Belterra, localizadas no Estado do Pará. (Rebouças et al Tundisi, 1999)

Assim sendo, é essencial um diagnóstico não só dos tipos e práticas de captação de água para o consumo, mas também das condições da qualidade dessa água consumida por estas comunidades ribeirinhas, oriunda de um processo de reassentamento rural em função do deslocamento de suas terras alagadas durante o enchimento do reservatório da UHE de Belo Monte.

Salienta-se, que este estudo tem a proposta de analisar a qualidade da água consumida por ribeirinhos reassentados a montante da UHE de Belo Monte, uma vez que não há registros na literatura de análises de parâmetros físico-químico e microbiológicos para as localidades de Arapujá e Paratizão. Este fato é resultado da consulta realizada no sítio na internet do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – SISAGUA, onde dos 144 (cento e quarenta e quatro) municípios do Estado do Pará, apenas 33 (trinta e três) municípios possuem registros de parâmetros físico-químico, e na região do médio Xingu, apenas o município de Vitória do Xingu, aparece com registro de 8 (oito) análises dos referidos parâmetros; no entanto, 4 (quatro) dessas análises foram consideradas com dados inconsistentes em relação ao padrão de potabilidade (SISAGUA, 2024).

Registra-se, também, que ofícios foram protocolados para a empresa Norte Energia assinados pela Coordenação do Programa de Pós-Graduação da UERJ, a pedido do autor deste estudo, para órgãos públicos municipais, incluindo a empresa: Norte Energia, onde foram solicitados os dados referentes aos históricos de análises de água e nenhuma resposta foi obtida até a elaboração desta dissertação.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Com base no cenário apresentado, este estudo tem como objetivo geral avaliar a qualidade da água consumida pelas comunidades ribeirinhas de Arapujá e Paratizão, situadas às margens do Rio Xingu, no estado do Pará, as quais foram formadas a partir de um programa de reassentamento da UHE de Belo Monte.

2.2 Objetivos específicos

Com foco no objetivo geral, foi necessário definir os seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos básicos da água consumida nas localidades do Arapujá e Paratizão, com intuito de identificar possíveis contaminações, nessas comunidades reassentadas, englobando o período seco e chuvoso da região e comparando com os limites estabelecidos pela Portaria nº 888/2021 (Ministério da Saúde);
- b) Realizar levantamento dos registros de doenças de veiculação hídrica entre os ribeirinhos reassentados, a fim de avaliar os impactos da qualidade da água na saúde dessas comunidades reassentadas;
- c) Realizar levantamento do perfil socioeconômico e ambiental da população nas duas localidades estudadas para compreender melhor o contexto em que vivem e como isso pode influenciar na qualidade da água consumida;

2.3. Objetivos secundários

- a) Divulgação dos dados do trabalho através da elaboração de uma cartilha informativa, com linguagem clara e objetiva, em formato de revista de

quadrinhos, a ser divulgada para os ribeirinhos, contendo as recomendações de cuidados básicos com a água para consumo.

3 ÁREA DE ESTUDO

3.1 Município de Altamira

Localizada no estado do Pará, na Região Norte do país (Figura 2), o município de Altamira possui uma população, relativa ao ano de 2022, de 126.279 habitantes (IBGE, 2024), sendo 84,88% localizados em área urbana e 15,12% em área rural, tendo uma densidade demográfica de 0,79 habitantes por km² em seu território e com uma área de 159.533,328 km² (IAS a, 2023). Possui, ainda, 44,3% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 22,7% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada, ou seja, com a presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio (IBGE, 2022).

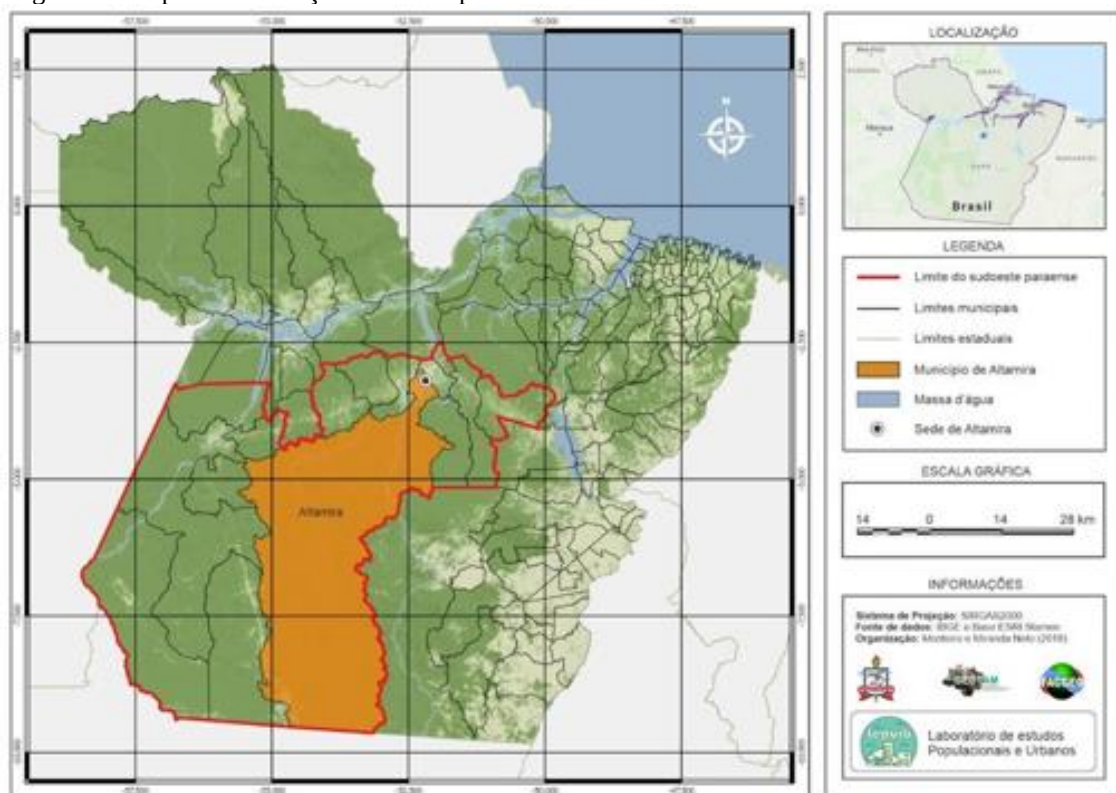
Altamira posiciona-se como o município mais extenso do Brasil (Pinto, 2023), e até 2009 foi o maior município do mundo em extensão territorial (Vieira, 2012), sendo maior que dez estados brasileiros, além do Distrito Federal e vários países europeus, tais como: Portugal, Islândia, Irlanda, Suíça, entre outros.

Altamira apresenta 42,09% da população com abastecimento de água, frente a média de 48,22% do estado e 84,2% do país, e 42,09% da população é atendida com esgotamento sanitário, frente a média de 15,96% do estado e 66,95% do país, sendo os serviços de água e esgoto executados pela administração pública direta (IAS a, 2023).

O município possui 18,23% de seu esgoto manejado de forma adequada, por meio de sistemas centralizados de coleta e tratamento ou de soluções individuais. Do restante, 2,48% são coletados mas não são tratados, e 79,29% não é tratado nem coletado (SNIS 2021).

O município é atravessado pela Rodovia Transamazônica no sentido Leste-Oeste, numa extensão de 60 km, e ligado por rodovias a diversas cidades como: Belém (800 km), Marabá (510 km), Itaituba (500 km), e Santarém (570 km) (Leonel; Albuquerque; Castro, 2023). Uma característica notória do município é a sua hidrografia, pois a sede municipal, Altamira, está localizada às margens do Rio Xingu, com sua série de afluentes e cachoeiras que se distribuem por toda a região (PMA, 2003), e ainda tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: -3.1946, Longitude: -52.2093 3° 11' 41" Sul, 52° 12' 33" Oeste (Cidade Brasil, 2021).

Figura 2 – Mapa de localização do município de Altamira – PA



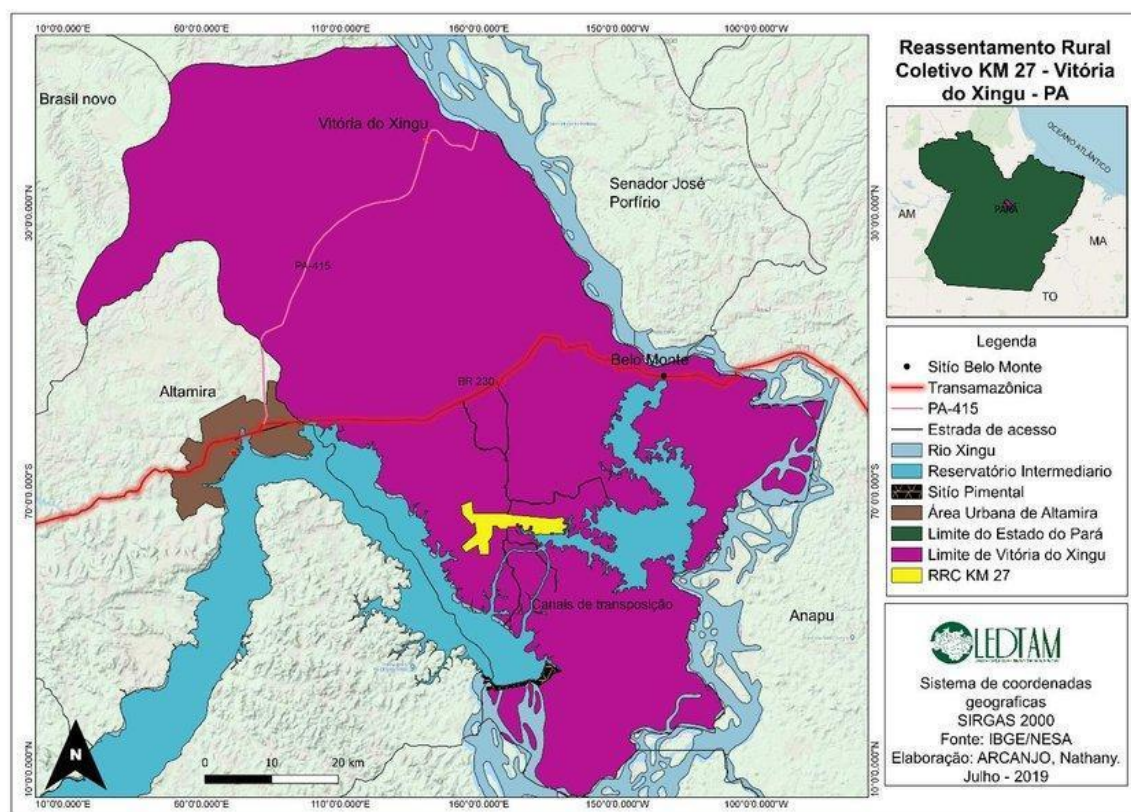
Fonte: Laboratório de Estudos Populacionais e Urbanos, 2022.

3.2 Município Vitória do Xingu

O município de Vitória do Xingu (Figura 3) estende-se por 3.135,2 km², contando com 15.607 habitantes (IBGE, 2024), 39,92% localizados em área urbana e 60,08% em área rural (IAS b, 2023), com densidade populacional de 5,05 hab./km², enquanto o estado tem, em média, 6,52 hab./km² (IBGE, 2024). Vitória do Xingu é vizinho dos municípios Senador José Porfírio e Altamira, situa-se a 41 km ao Norte-Leste de Altamira e tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 2° 53' 2'' Sul, Longitude: 52° 0' 17'' Oeste (Cidade Brasil, 2021).

Em Vitória do Xingu 40,53% da população é atendida com abastecimento de água, frente a média de 48,22% do estado e 84,2% do país, e 33,72% da população é atendida com esgotamento sanitário, frente a média de 15,96% do estado e 66,95% do país, e os serviços são prestados de forma direta pela prefeitura local (IAS b, 2023).

Figura 3 – Mapa de localização do município de Vitória do Xingu – PA



Fonte: LEDTAM, 2019.

3.3 Delimitação da área de estudo

A área de estudo (Figura 4), está delimitada nas localidades do Arapujá, às margens do Rio Xingu, a montante da cidade de Altamira; e do Paratizão, à margem esquerda do Rio Xingu, no Município de Vitória do Xingu, a jusante de Altamira. Nestas localidades residem ribeirinhos oriundos de outras regiões, que foram reassentados a partir do enchimento do reservatório da usina de Belo Monte, sendo deslocados compulsoriamente de suas terras originais, de ilhas e das margens do rio Xingu. Embora tenham uma história e modo de vida ligadas ao seu território, não foram consideradas em suas particularidades e não lhes foi oferecida, no momento de sua retirada uma alternativa que permitisse continuar a viver do mesmo modo de antes. (ISA, 2020)

Os ribeirinhos que residem na localidade do Arapujá têm como ponto de origem as ilhas situadas nas redondezas, como as Ilhas: do Mansur, Terra Firme e Boa Sorte, e na maioria, fazem uso direto da água do Rio Xingu. Já na localidade do Paratizão pertencente à Vitória do Xingu, afastada a cerca de uma hora e meia de barco de Altamira, os ribeirinhos

residem nas proximidades e são oriundos de outros locais em terra firme, como: Paratizinho, Palhal e Arroz Cru, fazendo uso da água subterrânea, por meio de poços tubulares, conhecidos localmente como poços amazonas, ou de água superficial captada diretamente do Rio Xingu, tanto no período de cheia, quanto no de seca.

Cabe destacar que “poço amazonas” é um termo utilizado para descrever poços de água perfurados na região amazônica do Brasil, onde o acesso à água potável pode ser um desafio devido à sazonalidade das chuvas e à complexidade hidrogeológica da região. Trata-se de um poço raso, com até 10 metros de profundidade e mais ou menos 3 metros de largura, escavado de forma manual, com auxílio de enxadas, pás e picaretas. Os poços amazonas são geralmente instalados nas proximidades de rios (Embrapa, 2004).

3.4 Caracterização geoambiental da área de estudo

A seguir, discorre-se sobre os principais tipos de solos encontrados na Região do Xingu:

1. Latossolos: Bastante comuns na região, são caracterizados por sua coloração avermelhada e alta fertilidade natural. São formados por intemperismo eólico (ação do vento) e possuem boa drenagem, e podem ser encontrados em diferentes estágios de desenvolvimento, desde os mais jovens até os mais antigos e profundos;

2. Argissolos: São mais argilosos, com boa capacidade de retenção de água. Geralmente, são solos férteis e possuem uma coloração mais escura, além de serem formados por processos de intemperismo e terem uma distribuição ampla na Região do Xingu;

3. Plintossolos: São solos com camadas endurecidas (plintitas) devido à presença de ferro e alumínio. Essas camadas podem dificultar a infiltração de água e o desenvolvimento das raízes das plantas. Os Plintossolos são encontrados em áreas com drenagem deficiente ou presença de lençol freático próximo à superfície;

4. Neossolos: São pouco desenvolvidos, com poucas características distintas em termos de perfil e horizontes. São solos jovens que ainda em processo de formação. São encontrados em áreas recentemente expostas, como margens de rios, encostas íngremes e áreas de deposição aluvial.

Dessa forma, ressalta-se que a Região do Xingu é vasta e possui uma diversidade de ambientes, o que pode levar a uma variação na distribuição e características dos solos em diferentes áreas. Além disso, a presença de áreas desmatadas e atividades humanas também podem influenciar os tipos de solos encontrados na região (Embrapa, 2020).

O uso e cobertura do solo é apresentado por Solos do Brasil (Pinheiro Junior *et al.*, 2020), e com base nos dados mais recentes do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – SICAR, do Ministério do Meio Ambiente (SICAR, 2022), a região do Médio Xingu possui a distribuição de uso e cobertura do solo apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Uso e cobertura do solo do Médio Xingu

Uso e cobertura do solo	Percentual (%)
Floresta Natural	54,86
Pasto	28,72
Vegetação secundária em estágio médio ou avançado	9,91
Hidrografia	6,07
Mosaico de ocupações	0,22
Agricultura anual e perene	0,16
Mineração	0,04
Área urbana	0,02
Total	100

Fonte: SICAR, 2022

Esses dados mostram que a região do Médio Xingu possui uma cobertura florestal significativa, com mais da metade da área coberta por floresta natural. Entretanto, nota-se também a presença de grandes áreas de pasto e não florestal, representando quase 40% da área total da região, havendo, ainda, uma pequena proporção de áreas de agricultura, mineração e uso urbano.

3.5 Caracterização Hidro Climatológica da Área de Estudo

A sub-bacia do rio Xingu (Figura 4), sobre a Amazônia Oriental, tem o rio Xingu como um dos principais tributários orientais da bacia Amazônica e drena o Escudo Brasileiro¹, juntamente com os rios Tocantins, Araguaia, Tapajós e parte da bacia do rio Madeira.

¹ São blocos de rochas muito antigas, as primeiras que apareceram na crosta terrestre. Constituídos de rochas cristalinas, do tipo magmático-plutônicas, formadas em eras pré-cambrianas, ou de rochas metamórficas, originadas de material sedimentar do Paleozoico, são extensões resistentes, estáveis, bastante desgastadas e geralmente associadas à ocorrência de minerais metálicos. No Brasil, correspondem a cerca de 36% da área total de seu território e são divididos em duas grandes porções: o escudo das Guianas, ao norte da planície Amazônica, e o escudo Brasileiro, na parte centro-oriental do país (Campos, s.d.).

Em certos pontos da bacia Amazônica a rede de observação, meteorológica e hidrológica, é extremamente escassa ou praticamente inexistente devido, principalmente, ao difícil acesso. No Sudoeste da Amazônia, os dados *In Situ* apresentam falhas de registros frequentes, impossibilitando a realização de estudos hidro climáticos, como no caso da estação fluviométrica situada no rio Xingu (Boa Sorte – 18460000), que apresenta um total de 36 meses sem registros entre 2003 e 2015 (Silva, M. *et al*, 2017).

Figura 4 – Bacia Amazônica e respectivas sub-bacias².



Fonte: Silva, M. et al, 2017.

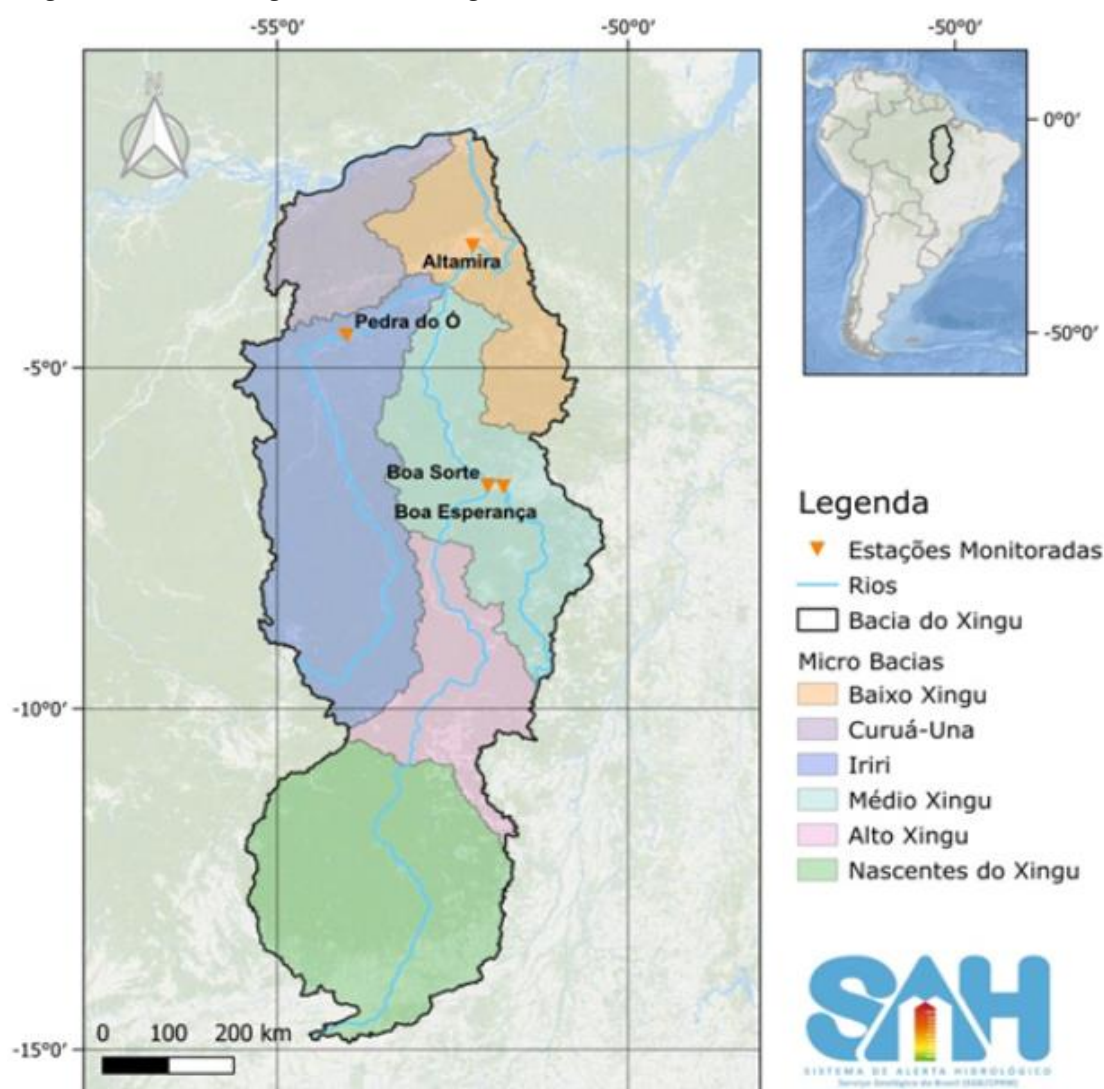
As bacias da região amazônica convivem anualmente com eventos de cheia, já conhecidos e esperados pelas populações ribeirinhas. Entretanto, a ocupação desordenada do território leva à construção de habitações em áreas susceptíveis a inundações. Diante dessa situação, qualquer evento que supere os níveis médios das cheias anuais é um potencial causador de danos; e a bacia do rio Xingu se enquadra nesta realidade, registrando seguidamente cheias que deixam desabrigados e trazem vários transtornos à economia local (CPRM, 2023).

O rio Xingu (Figura 5) nasce no encontro das Serras Formosa e do Roncador, com altitudes superiores a 600 m; dividido basicamente em três compartimentos: Alto Xingu,

² O ícone verde localiza a bacia do Xingu.

Médio Xingu e Baixo Xingu; no Alto Xingu, seus principais afluentes são: o rio Ferro, o Culuene e o Sete de Setembro. E além, ao entrar no Parque Indígena do Xingu, recebe outros importantes afluentes, como o Suiá-Miçu, Manissaua-Miçu e Arraias. No Médio Xingu, recebe entre outras, as contribuições do Rio Fresco, no município de São Félix do Xingu, e mais a jusante, do Rio Iriri, o afluente mais importante do Xingu. No Baixo Xingu, o rio recebe a contribuição de outro grande afluente: o Rio Bacajá, e após um trecho com muitas corredeiras, abre-se em um lago, até sua foz no Amazonas (CPRM, 2023).

Figura 5 – Bacia Hidrográfica do Rio Xingu, PA



Fonte: CPRM, 2023.

O Sistema de Alerta do Xingu está em funcionamento desde 2017, monitorando o nível das estações dos municípios objeto deste estudo, e constantes na Tabela 2, a seguir:

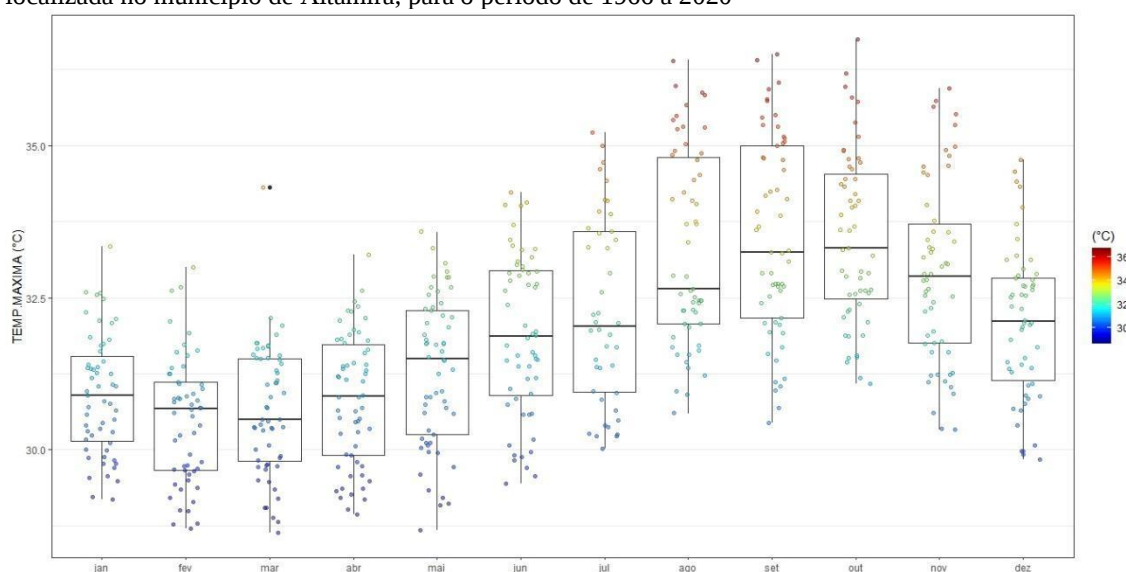
Tabela 2 – Lista das estações, rios e municípios monitorados no sistema de alerta do Xingu

NOME	CÓDIGO	RIO	MUNICÍPIO	ÁREA DA BACIA (Km2)
Altamira	18850000	Xingu	Altamira	448.000
Pedra do Ó	18700000	Iriri	Altamira	122.000
Boa Sorte	18460000	Xingu	São Félix do Xingu	210.000
Boa Esperança	18500000	Fresco	São Félix do Xingu	42.400

Fonte: CPRM, 2023.

A relação de aumento de temperatura do ar com o aumento na evaporação em áreas da Amazônia foi apontada por Nobre et al (2007), e em um contexto de mudanças climáticas e elevação da temperatura do ar, este efeito pode ocasionar uma aceleração do ciclo hidrológico na região. As maiores médias de temperatura do ar (Figura 6) ocorrem nos meses de setembro e outubro, e as menores em fevereiro e março. A sazonalidade, por vezes, é afetada pelo ENOS³, que geram valores de outliers e/ou extremos na série em diferentes épocas do ano, tanto para eventos muito acima, quanto muito abaixo da média mensal.

Figura 6 – Boxplot das médias mensais de temperatura máxima do ar (°C), observada na estação meteorológica localizada no município de Altamira, para o período de 1966 a 2020



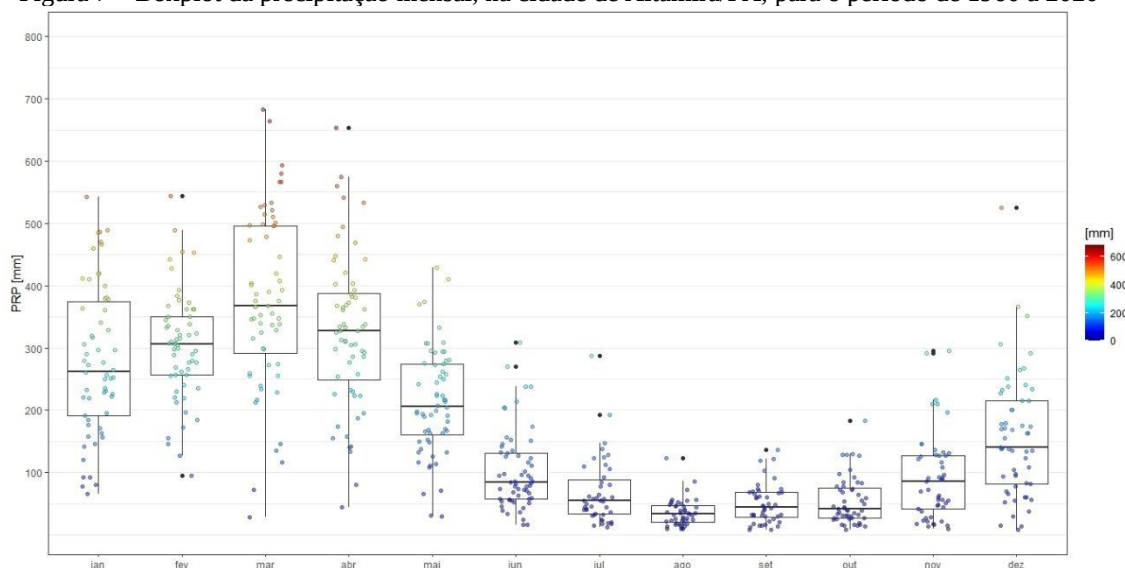
Fonte: O autor, 2022.

A variação precipitação na cidade de Altamira, PA, também é bem definida (Figura 7) e demonstra que os meses de janeiro a abril apresentam uma maior pluviosidade com

³ O ENOS é a sigla para o fenômeno atmosférico-oceânico que ocorre no oceano Pacífico Equatorial (e na atmosfera adjacente) denominado El Niño Oscilação Sul, e refere-se às situações nas quais o oceano Pacífico Equatorial está mais quente (El Niño) ou mais frio (La Niña) do que a média histórica. O El Niño e a La Niña são partes de um mesmo fenômeno e a mudança na temperatura do oceano Pacífico Equatorial acarreta efeitos globais na temperatura e precipitação. (CPTEC; INPE, 2023).

acumulados mensais acima dos 300 mm, já os meses de julho a novembro, as menores pluviosidades com médias dos acumulados mensais abaixo dos 100 mm.

Figura 7 – Boxplot da precipitação mensal, na cidade de Altamira/PA, para o período de 1960 a 2020



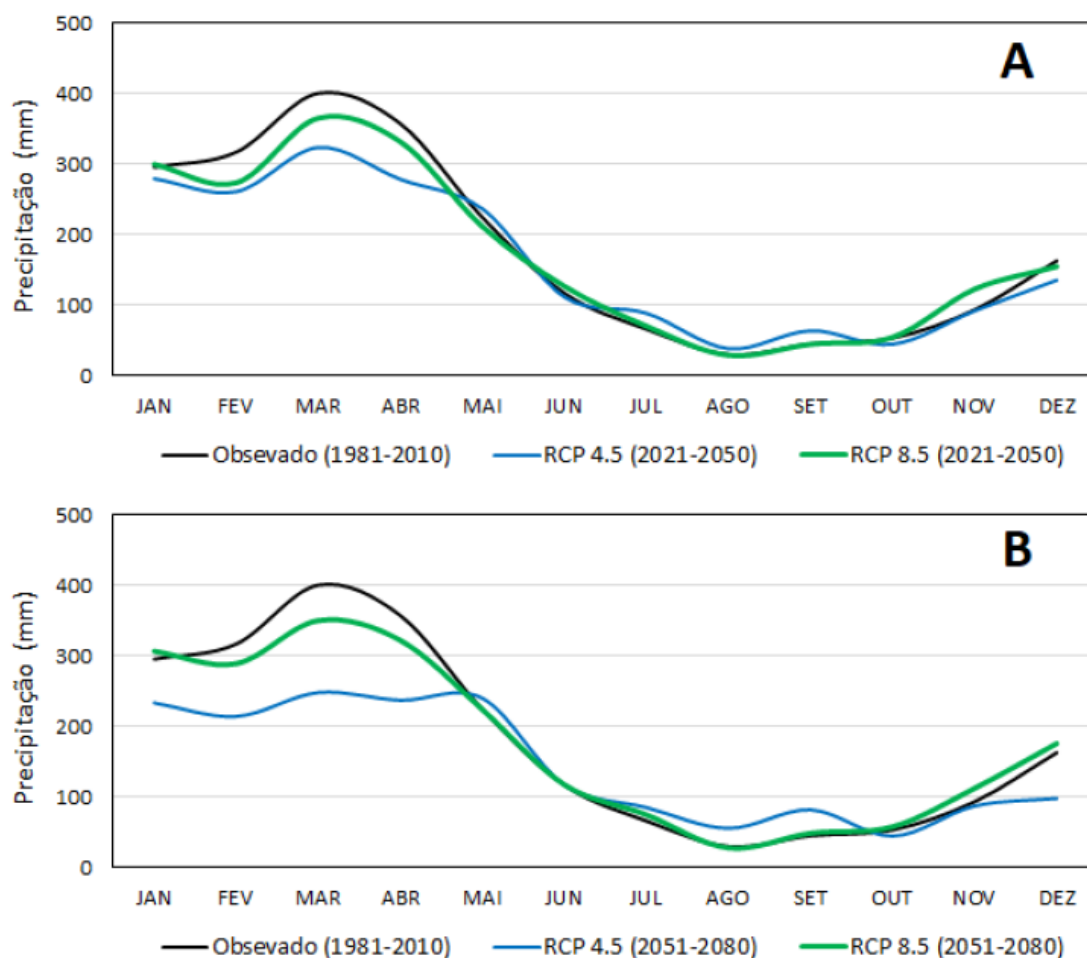
Fonte: O autor, 2022.

Os impactos das mudanças climáticas devem influenciar na intensificação de eventos extremos nas próximas décadas como enchentes e secas (LUCAS, 2022). Este autor examinou a influência das mudanças climáticas causadas pelo acúmulo de gases do efeito estufa com os cenários de forçamento radiativo projetado – RCP pelo IPCC; e ainda, optou por dois cenários de mudanças climáticas RCP.4.5 e RCP 8.5 para a geração das séries de precipitação na bacia hidrográfica do rio Xingu para o período 2021-2080. Estes cenários foram selecionados, representando o mais provável e menos provável de ocorrência (pessimista), respectivamente. Os resultados foram apresentados e avaliados em dois períodos distintos: 2021- 2050 e 2051 a 2080, compreendendo duas séries climatológicas de 30 anos.

Os resultados apresentados por Lucas (2022) em relação às projeções de precipitação pluvial para Altamira, avaliaram a média mensal projetada com os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 nos dois períodos e a climatologia observada entre 1981-2010 (Figura 8). As projeções da média mensal de precipitação pluvial para Altamira no período 2021-2050 (Figura 12^a), indicam redução das chuvas no período chuvoso, principalmente nos meses de fevereiro, março e abril e um acréscimo discreto no período seco, especialmente nos meses de julho, agosto e setembro, nos dois cenários. Para o período 2051-2080 (Figura 8), as projeções no cenário RCP 4.5 indicam redução significativa das chuvas de dezembro até abril e um

acréscimo discreto no período seco nos meses de julho, agosto e setembro. Na média, as projeções de precipitação pluvial com o cenário RCP 4.5 e RCP 8.5 no período seco foram similares, quando não foram observados grandes desvios mensais na precipitação pluvial em Altamira.

Figura 8 – Precipitação pluvial média mensal no período 2021-2050 (A) e período 2051- 2080 (B) e a climatologia da precipitação pluvial observada em Altamira de 1981 a 2010.



Fonte: Lucas, 2022.

3.6 Aspectos Geológicos e Hidrogeológicos da Região

A Bacia do Médio Xingu, localizada na região amazônica do Brasil, apresenta características geológicas e hidrogeológicas peculiares, influenciadas pela sua localização na Amazônia Oriental, uma região de grande complexidade geológica e ambiental (Rossetti et al. Valeriano, 2017). Abaixo, apresenta-se uma breve descrição desses aspectos relevantes:

3.6.1 Aspectos Geológicos

A Bacia do Médio Xingu está situada em uma área de grande diversidade geológica, composta principalmente por rochas sedimentares da Bacia Sedimentar do Amazonas. Essas rochas sedimentares são predominantemente do período Cretáceo, com a presença de arenitos, argilitos, conglomerados e calcários, formados em ambientes fluviais, lacustres e marinhos. A presença de falhas e fraturas na região pode influenciar na circulação das águas subterrâneas e na distribuição dos aquíferos.

3.6.2 Aspectos Hidrogeológicos

A hidrogeologia da Bacia do Médio Xingu é influenciada pela complexidade geológica da região e pelas características do clima tropical úmido da Amazônia. Os aquíferos da região podem ser encontrados em formações sedimentares, como os arenitos porosos, e em depósitos aluviais. A recarga dos aquíferos é principalmente proveniente da infiltração da água da chuva e da interação entre os rios e as águas subterrâneas. A exploração dos recursos hídricos na Bacia do Médio Xingu requer um entendimento detalhado da hidrogeologia local para garantir a gestão sustentável desses recursos.

4 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Neste tópico do trabalho serão apresentadas referências básicas de formação dos conceitos necessários para a avaliação dos dados obtidos nos levantamentos de campo, e para a compreensão da situação ambiental e social da área de estudo.

4.1 Aproveitamento hidrelétrico de Belo Monte

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para a Usina Hidrelétrica de Belo Monte – UHE de Belo Monte (Leme Engenharia, 2017) foi elaborado em atendimento ao Acordo de Cooperação Técnica ECE-120/2005 firmado em julho de 2005 entre a Eletrobrás – Centrais Elétricas Brasileiras S.A., e as construtoras Andrade Gutierrez, Camargo Corrêa e Norberto Odebrecht, visando à conclusão dos estudos de viabilidade técnica, econômica e socioambiental da UHE de Belo Monte, sob inclusão e revisão dos inventários de fauna e flora do trecho principal do rio Xingu.

Nesse processo, foram apresentados estudos ambientais desenvolvidos no período decorrido entre janeiro de 2006 e fevereiro de 2009, sendo um documento integrante do processo de licenciamento⁴ da UHE de Belo Monte, junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), solicitado pela Eletrobrás em janeiro de 2006. Observa-se que este EIA foi desenvolvido em atendimento às diretrizes estabelecidas pelo IBAMA no “Termo de Referência para Elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e o Respectivo Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA – Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte (PA)”, emitido pelo referido órgão em dezembro de 2007.

Este EIA objetivou caracterizar um retrato real e atualizado da região de inserção da UHE de Belo Monte, considerando as diferentes abrangências espaciais de cunho físico, biótico, socioeconômico e cultural, delimitadas às áreas de influência para os estudos ambientais, bem como, apresentou uma análise prospectiva de seu comportamento para diferentes cenários futuros, a saber: a tendência de delineamento da qualidade ambiental da região de inserção do empreendimento sem considerar a perspectiva de sua implantação e a

⁴ Processo DILIQ/IBQMQ nº 1.156/2006.

sua resposta frente a uma possível materialização da UHE de Belo Monte, através das licenças ambientais por parte do IBAMA.

Com relação ao EIA, há que se observar que ele contempla duas situações: a primeira não observando diferentes medidas de cunho preventivo (denominadas “ações antecipatórias”), mitigador, de monitoramento e compensatório, voltados para fazer frente aos impactos de natureza negativa a serem gerados pelo empreendimento; e, a segunda, que incorpora o extenso conjunto de ações resultantes do EIA sob a forma de Planos, Programas e Projetos inter-relacionados, trazendo, muitas vezes, alterações na avaliação dos impactos feita no cenário anterior, e favorecendo, ainda, diferentes medidas com o propósito, também, potencializador das consequências positivas, antevistas como decorrentes da UHE de Belo Monte.

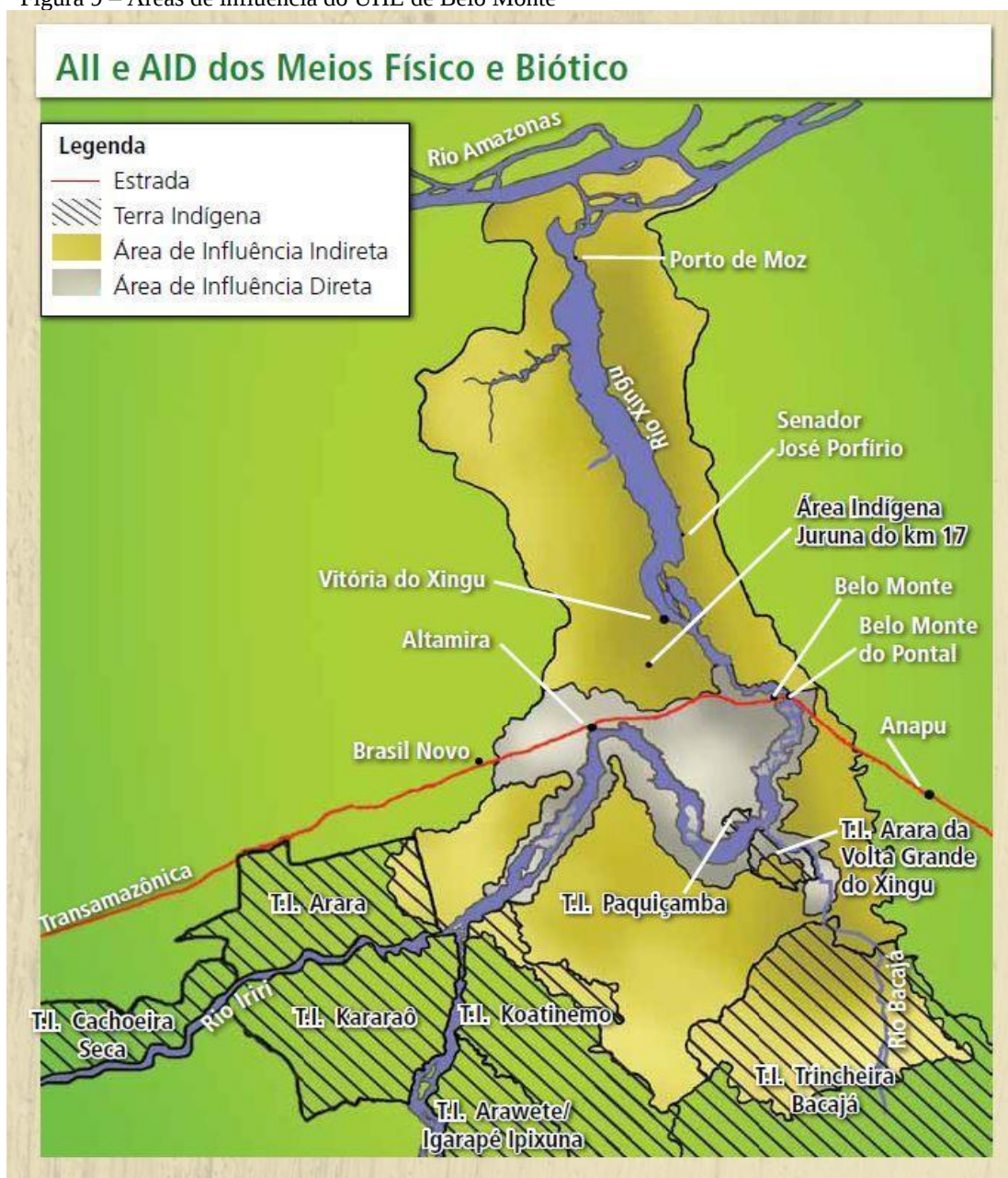
Neste sentido, ressalta-se que este EIA buscou, prioritariamente, a integração dessas ações, tanto as voltadas para impactos negativos, quanto aquelas direcionadas para os positivos, com Planos, Programas e Projetos previstos, ou mesmo em curso para a região onde se pretendia inserir o empreendimento, e desenvolvidos nas esferas federal, estadual e municipal. Objetivou-se, assim, colaborar para um potencial alavancagem das oportunidades de desenvolvimento regional do território, que seria resultado dessa sinergia de medidas e, também, preparar esse território para o eventual recebimento da UHE de Belo Monte, resultando numa amenização dos efeitos negativos dele derivados, ou mesmo buscando vitá-los (Leme Engenharia, 2017).

Em busca da consolidação desses objetivos os estudos identificaram como relevantes, três áreas diferentes (Figura 9) para avaliação dos impactos: áreas de influência indireta (AII), que estão mais distantes do UHE de Belo Monte; áreas de influência direta (AID), vizinhas ou ao reservatório, e as áreas diretamente afetadas (ADA), onde ocorreriam as obras e a construção do reservatório (UHE Belo Monte, 2019).

As áreas mais distantes, chamadas de AII – Área de Influência Indireta, são propensas a modificações indiretas, devido a alterações provenientes de áreas adjacentes ao empreendimento, o que também ocorre em locais onde existem canteiros de obra do projeto do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) de Belo Monte, este, situado na Volta Grande do rio Xingu, próximo à cidade de Altamira, no Pará.

As áreas vizinhas são aquelas que ficam em volta do AHE de Belo Monte e do reservatório, chamadas de AID – Área de Influência Direta, que incluem não só as terras ocupadas pelas obras e pelo reservatório, mas, também, as que sofrem interferências diretas, negativas ou positivas, do empreendimento.

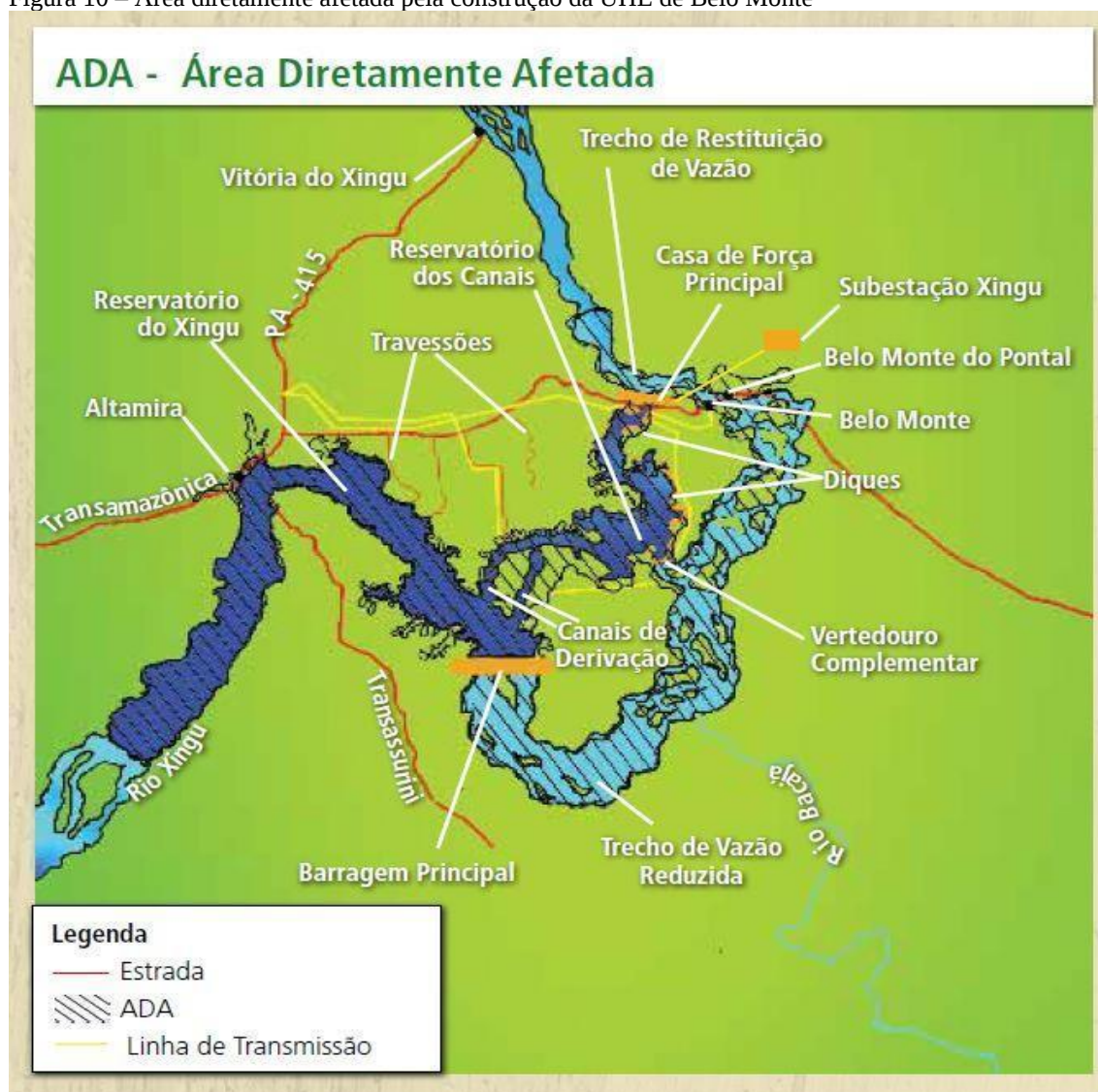
Figura 9 – Áreas de influência do UHE de Belo Monte



Fonte: Eletrobrás, 2009.

Áreas consideradas Diretamente Afetadas (ADA), conforme Figura 10, compreendem as dos reservatórios (Reservatório do Xingu e o Reservatório dos Canais); as áreas de preservação permanente – APP, e; o Trecho de Vazão Reduzida, assim como um trecho de cerca de 15 km, rio abaixo, a partir do ponto onde as águas passam pelas turbinas da Casa de Força. As áreas das obras são aquelas que ocupadas pelas estruturas principais de engenharia e por toda a parte de infraestrutura necessária para a construção do UHE de Belo Monte, como a barragem, os canteiros de obra e as estradas de acesso, são consideradas, também, as áreas a serem inundadas.

Figura 10 – Área diretamente afetada pela construção da UHE de Belo Monte



Fonte: Eletrobrás, 2009.

Neste ponto, importa observar que, durante as campanhas de coletas das amostras desse trabalho, realizadas em março e novembro de 2022, período de cheia e seca, respectivamente, foi possível identificar áreas que, segundo EIA, sofreriam inundações e, na verdade, não foram atingidas. Situação inversa também ocorreu em áreas consideradas fora dos impactos, e foram parcialmente ou totalmente atingidas.

4.2 As tendências de desenvolvimento dos municípios

O município de Altamira, no estado do Pará, é o único da região onde a população urbana é maior do que a rural, pois atrai muitos migrantes da região norte da bacia e existe uma tendência de maior urbanização não só para Altamira, mas para outros municípios da bacia do rio Xingu em razão das melhorias para a Rodovia Transamazônica, e com investimentos do PAC (Plano de Aceleração do Crescimento) do Governo Federal no ano de 2009.

Diante desse panorama, a situação tornou-se preocupante pelo fato de que os municípios não possuíam infraestrutura adequada, nem instrumentos de planejamento e gestão, para atender às necessidades que começaram a surgir com o aumento da população. Por outro lado, a tendência de urbanização veio acompanhada de melhoria nas condições de saneamento dos municípios, em função dos investimentos decorrentes de Planos, Programas e Projetos, em especial do Governo Federal, os quais concediam, ainda, algumas ações do governo que contribuíram para uma maior fixação da população na área rural.

Em relação às condições e aos serviços de saúde, deve-se atentar para o fato de que os principais focos de malária estão à margem dos projetos de assentamentos do Incra, principalmente quando se sabe que estão previstos mais assentamentos na região. A Atenção Básica à Saúde era pouco estruturada, havendo um déficit de 31% dos leitos hospitalares em relação aos critérios estabelecidos pelo Ministério da Saúde naquela época (Eletrobrás, 2009).

Para que a situação não ficasse ainda mais grave, foi preciso colocar em prática ações para a estruturação da Atenção Básica dos municípios, como proposto pelo Programa de Saúde da Família (PSF). Outra situação que afetou a qualidade de vida da população de Altamira diz respeito às inundações dos igarapés Altamira, Ambé e Panelas. Com o aumento da urbanização e ocupação desordenada nas margens desses igarapés, houve uma tendência de aumento das inundações, com prejuízos ao poder público e à área de saúde.

4.3 Alteração na qualidade das águas nos igarapés e reservatórios

A partir das informações contidas em documento da época, quando fosse formado o Reservatório do Xingu, os níveis de água nos igarapés de Altamira aumentariam, enquanto a velocidade da água nesses igarapés diminuiria (Eletrobrás, 2009).

Os estudos do EIA-RIMA mostraram que as diferenças do nível da água nos igarapés ocorreriam somente até a cota 100 m e nos períodos de cheia, por isso, toda a população que morava nessa área foi considerada no EIA, como diretamente afetada pelo UHE de Belo Monte. Ainda foi previsto que essas mudanças nos níveis e na velocidade das águas nos igarapés, junto com a quantidade de esgoto sem tratamento lançada nessas águas, poderiam causar uma piora na qualidade das águas desses mesmos igarapés, e favorecer o crescimento de plantas aquáticas, prejudicando peixes e uso da água (Eletrobrás, 2009).

Para diminuir a carga de poluentes que seria despejada, o EIA propôs a implantação de rede de saneamento básico nas áreas próximas, a mudança da população para outras localidades, que também teriam a instalação de saneamento básico, e a formação de áreas verdes nas margens dos igarapés⁵ (Eletrobrás, 2009).

A qualidade das águas do Reservatório dos Canais também poderia ser prejudicada devido à profundidade do reservatório ser grande e porque o reservatório formaria algumas áreas laterais de inundação onde a água ficaria mais parada. Além disso, a vegetação que existia na área alagada para formação do Reservatório dos Canais poderia apodrecer após ser inundada, o que favoreceria o crescimento das plantas aquáticas e prejudicaria a utilização do reservatório pela população e pelos peixes. Para melhorar a qualidade das águas nesse reservatório, o EIA propôs que toda a vegetação existente na área inundada deveria ser retirada antes da formação do reservatório, devendo, ainda, sempre ser mantida uma quantidade de água corrente no reservatório, o que significaria uma vazão da ordem de 300 metros cúbicos por segundo e facilitaria a renovação da água na parte central do reservatório. Nessa região, a vegetação às margens do Reservatório dos Canais, nas Áreas de Preservação Permanente (APPs), seria enriquecida através do plantio de espécies e do reflorestamento, fazendo com que materiais, terra e resíduos vindos das áreas agrícolas próximas não chegassem até o reservatório, evitando prejuízos à qualidade de suas águas (Eletrobrás, 2009).

Todas essas ações fazem parte do chamado PACUERA, o qual será melhor detalhado na próxima seção, sendo um documento obrigatório para todos os reservatórios, de acordo com a resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente, de Nº 302/2002, que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno (Brasil, 2002).

⁵ O acompanhamento da qualidade das águas, tanto nos igarapés quanto no Reservatório do Xingu, foi proposto através do Plano de Gestão dos Recursos Hídricos (Eletrobrás, 2009).

4.4 Perda de Imóveis e Benfeitorias e Atividades Produtivas

Segundo a Eletrobrás (2009), na parte rural da ADA, o empreendimento iria afetar 2.822 pessoas que moravam em 1.241 imóveis. A maior parte delas, no período em que o estudo foi realizado, estava na área que seria afetada pelo Reservatório dos Canais, como também nas duas margens onde seria construído o Reservatório do Xingu. Nas ilhas do rio Xingu, ainda segundo o RIMA, moravam 449 pessoas, e na Vila de Santo Antônio, moravam 151 pessoas.

A previsão do RIMA (Eletrobrás, 2009) era de que nem todos os imóveis da área rural seriam atingidos. Havia um cálculo para imóveis totalmente afetados; enquanto outros, só teriam uma parte afetada, o que poderia comprometer a produção feita no local. Nesse sentido, os que teriam somente uma parte pequena do imóvel afetada, poderiam continuar produzindo na parte não afetada, sendo que a parte afetada deveria ser indenizada, o que não ocorreu, fato esse que provocou a multiplicação do registro de denúncias contra o empreendimento na Defensoria Pública do Estado do Pará.

Com relação aos imóveis localizados nas margens do Reservatório do Xingu, a montante de Altamira, segundo o RIMA (Eletrobrás, 2009), seriam pouco afetados; já os localizados, em sua maioria, no local destinado à construção Trecho do Reservatório dos Canais e no Trecho do Reservatório do Xingu mais próximos ao local onde seria construída a barragem (Sítio Pimental) seriam os mais atingidos.

Os resultados do RIMA mostram que “No total, cerca de 40 por cento dos imóveis rurais serão atingidos em até um quarto de sua área.” (Eletrobrás, 2009), mas na prática esses resultados não conferem com os reais impactos. No entanto, constam no RIMA, que dos 1.241 imóveis rurais pesquisados, em 974 deles (78 %) existia produção rural, com destaque para a agricultura e a pecuária bovina; entre as pessoas que seriam diretamente afetadas na área rural, predominava o extrativismo vegetal como atividade comercial para 41 pessoas, e como atividade secundária (para complemento de renda e para alimentação) para 452 pessoas. O extrativismo mineral era feito por 47 pessoas e a pesca era praticada por 14 pessoas, todos dentro da Área Diretamente Afetada (ADA).

Perdendo as áreas produtivas, as pessoas também perderiam suas fontes de renda e sustento. Na parte rural da ADA existiam 1.101 áreas produtivas exploradas por 648 proprietários ou posseiros, 95 outros produtores rurais residentes (muitos deles filhos ou

parentes dos proprietários), 44 parceiros ou meeiros, quatro arrendatários, nove agregados e apenas um ocupante sem documentação da terra (Eletrobrás, 2009).

Existem proprietários ou posseiros com mais de um imóvel. Cerca de 45 por cento do total dessas áreas produtivas estavam no Trecho do Reservatório dos Canais e nos Sítios Construtivos. Nas áreas produtivas, existiam 718 pessoas trabalhando, sendo que 54% são de mão de obra familiar, e os 46% restantes eram empregados. Desse total de trabalhadores, 40 por cento trabalham nos imóveis que ficam na área do futuro Reservatório dos Canais e nos Sítios Construtivos. Era pequena a possibilidade de que os imóveis atingidos nessa área pudessem continuar com suas atividades produtivas (Eletrobrás, 2009).

Esta citação revela muito mais que números exatos, essa relação de números desenha o mapa socioeconômico-geográfico da população atingida. O próprio RIMA chama a atenção para um fato: “a perda de imóveis rurais e benfeitorias, levando à transferência obrigatória da população rural, pode também causar um aumento de pressão sobre as terras indígenas e seus recursos naturais” (Eletrobrás, 2009), apresentando a previsão de um Programa de Negociação e Aquisição de Terras e Benfeitorias, e outro de Recomposição de Atividades Produtivas Rurais, além de também prever o Plano de Atendimento à População Atingida e o Programa de Acompanhamento Social, que tinha como objetivo monitorar e acompanhar as mudanças no modo de vida das pessoas que seriam transferidas da área rural e também das comunidades que receberiam as famílias reassentadas (Eletrobrás, 2009).

4.5 Reassentamento de população ribeirinha

Ao que parece, nem todo o planejamento realizado foi efetivamente implantado, tanto que a Defensoria Pública do Estado do Pará, através do Grupo Especial de Trabalho Belo Monte, obteve duas decisões liminares que beneficiaram a população ribeirinha das margens do rio Xingu, coercitivamente retiradas de suas terras, sem qualquer indenização, pela empresa responsável pela construção da usina hidrelétrica de Belo Monte. A decisão da juíza da 4ª Vara Cível da Comarca de Altamira, Cristina Collyer Damásio, em atendimento ao pleito da Defensoria Pública, que, na ação judicial, fora representada pela defensora pública Andréia Macedo Barreto, determinou em liminar, que o Consórcio Norte Energia S/A providenciasse a inclusão do morador José Luís Nogueira da Costa no Plano de Atendimento ao Atingido pela Hidrelétrica de Belo Monte. (Defensoria Pública em Altamira, 2012)

A magistrada determinou, ainda, que a empresa fosse intimada da decisão, com “cumprimento no prazo de 15 dias”, entendendo que, diante da urgência no restabelecimento de sua relação de trabalho e moradia, vez que, aguardar até a apreciação do mérito da ação para o cumprimento da obrigação de fazer, implicaria no agravamento da situação do autor, que não possuía condições econômicas de adquirir outras terras, sobretudo diante do contexto de especulação imobiliária vivenciada em Altamira (Defensoria Pública em Altamira, 2012).

De acordo com a representante e defensora pública Andréia Barreto, essa decisão foi importante por constituir uma resposta positiva do Judiciário paraense, resguardando, então, os direitos dos atingidos pela hidrelétrica de Belo Monte e garantindo o direito aos territórios, da população tradicional agroextrativista ribeirinha, que necessitava/necessita do rio para a sua reprodução social e precisava ser observado pelo empreendedor (Defensoria Pública em Altamira, 2012).

Neste estudo, o conhecimento desse processo auxilia a compreensão dos impactos provocados pela construção da UHE de Belo Monte e justifica o interesse pela construção da memória histórica desses acontecimentos.

O caso do morador citado não foi o único, existem centenas de processos tramitando no Judiciário do Pará, denunciando situações semelhantes ao reportado acima. O Consórcio Norte Energia S/A, empresa responsável pela implantação e operação da UHE de Belo Monte, por diversas vezes é acionado pela justiça, quanto ao cumprimento de condicionantes; uma dessas é providenciar a inclusão de moradores, no Plano de Atendimento aos Atingidos pela Hidrelétrica de Belo Monte, e muitos, até o momento, lutam na justiça por uma indenização.

4.6 Plano Ambiental de Conservação e uso do entorno dos reservatórios – PACUERA

Para melhor compreensão dos objetivos da pesquisa, segue um trecho do documento que estabeleceu as normas condicionantes para o funcionamento de uma Área de Preservação Permanente – APP. Trata-se de um Projeto Básico Ambiental, em sua versão final, publicada em setembro de 2011, pela Leme Engenharia, do Plano Ambiental de Conservação e uso do entorno dos reservatórios – PACUERA. Esclarece-se que este plano estava previsto no EIA do AHE de Belo Monte.

licenciamento ambiental da UHE de Belo Monte, mediante a proposição de ações de regulamentação dos usos dos recursos naturais, bem como, compatibilizar a ocupação das terras do entorno dos reservatórios criados pelo empreendimento. Essas ações foram propostas em conformidade com as tipologias de uso e ocupação do solo eventualmente definidas nos planos diretores dos municípios afetados pela UHE, incorporando as exigências das Resoluções CONAMA nº 302/02 e nº 303/02. Os objetivos específicos do Plano elaborado de acordo com as recomendações do IBAMA compreenderam:

- Apresentar instrumentos de gestão integrada para a conservação e uso dos recursos naturais existentes no entorno dos reservatórios da UHE de Belo Monte;
- Propor a delimitação da Área de Preservação Permanente – APP dos reservatórios;
- Realizar o Zoneamento Socioambiental do Entorno dos Reservatórios a partir da análise e interpretação dos componentes ambientais locais, e;
- Propor medidas e programas de proteção, conservação e/ou recuperação das Áreas de Preservação Permanente, na área de entorno e de seu ordenamento quanto aos usos da terra, buscando compatibilização das atividades econômicas com preservação e conservação dos bens naturais, tanto para os terrenos de propriedade do empreendedor, como para áreas não pertencentes à empresa, através de convênios ou parcerias com entidades e particulares.

O PACUERA teve por diretriz conciliar o uso antrópico das áreas marginais aos reservatórios e dos mesmos, com as normas operativas do empreendimento, a conservação dos recursos naturais, a melhoria dos ecossistemas locais e da bacia de contribuição como um todo. Este planejamento previa ainda mecanismos de gestão e uso múltiplo das águas, de monitoramento e avaliação da sua qualidade e meios de implementação de projetos para a correção de desvios nos parâmetros de normalidade.

Tanto o planejamento, quanto a gestão regional deveria ser feita de forma participativa contando com a possibilidade de abrir espaços para discussões e análises integradas que norteariam as medidas de manejo a serem adotadas.

O PACUERA baseia-se tanto na análise dos principais impactos socioambientais decorrentes das obras de construção da barragem, da formação dos reservatórios, e da operação da Usina, quanto nas medidas previstas nos programas ambientais do Plano Básico Ambiental da UHE Belo Monte (Defensoria Pública do Estado do Pará, 2011).

O encaminhamento metodológico adotado visou eliminar, mitigar, ou compensar as interferências do empreendimento sobre o meio ambiente, bem como potencializar aquelas interferências que poderiam criar oportunidades de desenvolvimento sustentável, ou que poderiam servir para a melhoria da qualidade de vida da população da região (Brasil, 2002).

4.7 Padrões para enquadramento dos corpos hídricos

Considerando que o presente estudo visa avaliar a qualidade da água consumida nas áreas de estudo, é fundamental o conhecimento dos normativos legais relacionados ao tema, seja relacionado à qualidade da água bruta ou da água a ser consumida.

Quanto à avaliação dos padrões de qualidade da água superficial, a Resolução CONAMA nº 357 de 2005 e suas alterações realizadas pelas resoluções CONAMA nº 397/2008 e nº 410/2009 estabelecem uma série de critérios tanto para o enquadramento dos rios, quanto para padrões de lançamento dos efluentes, sendo essenciais para o estudo desenvolvido. Com relação à água subterrânea, a Resolução CONAMA nº 396/2008 é referência no tema e estabelece padrões para a classificação da qualidade dessa água.

4.7.1 Enquadramento dos corpos hídricos

A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA nº 357/2005 “dispõe sobre a 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” (Brasil, 2005). Segundo o Ministério do Meio Ambiente – MMA os corpos de água existentes no território brasileiro são classificados em águas doces, salobras e salinas, e segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes são divididas em 13 (treze) classes de qualidade, sendo cinco classes para água doce, quatro para água salobra e quatro para águas salinas (Brasil, 2005).

Os usos previstos a serem analisados nas classes de enquadramento são: abastecimento para consumo humano; preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; preservação dos ambientes aquáticos em Unidades de Conservação (Ucs) de proteção integral; proteção das comunidades aquáticas, inclusive em terras indígenas; recreação de contato primário ou secundário; irrigação: hortaliças, plantas frutíferas, culturas arbóreas, cerealíferas, forrageiras; aquicultura e pesca; dessedentação de animais; navegação, e harmonia paisagística (Brasil, 2005). Outros usos como mineração, industrial e a produção de hidroeletricidade não foram previstos nessa resolução.

4.7.1.1 Resolução CONAMA nº 397, de 03 de abril de 2008

Essa resolução altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução CONAMA nº 357, de 2005, e acrescenta os §6º e 7º (ANA, 2008).

4.7.1.2 Resolução CONAMA nº 410, de 04 de maio de 2009

Essa resolução prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44 da resolução nº 357, de 17 de março de 2005, e no art. 3º da resolução nº 397, de 3 de abril de 2008 (IBAMA, 2023).

4.7.1.3 Resolução CONAMA Nº 396, de 3 de abril de 2008

O CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pelo art. 8, inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno e através do Processo nº 02000.003671/2005-71, aprovou essa resolução que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento, prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas. Estabelece 6 (seis) classes para as águas subterrâneas, de acordo com o grau de alteração por atividades antrópicas e o nível de tratamento necessário para o uso preponderante, de acordo com a suas características hidro geoquímica (Brasil, 2008).

4.8 Padrões de qualidade de água para consumo humano

As normatizações dos padrões de qualidade de água para o consumo humano têm como referência a Portaria do Ministério da Saúde Nº 2914, de 2011, que foi substituída pela Portaria nº 5/2017 e, mais recentemente pela Portaria nº 888/2021.

4.8.1 Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017

A Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde, no seu Anexo XX, estabeleceu os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Além disso, dispôs que a Vigilância

Sanitária Municipal é responsável por controlar as análises feitas de acordo com o tipo de abastecimento (Brasil, 2017).

De acordo com o Art. 3º desta Portaria, “Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água” (Brasil, 2017).

Aparentemente, através da interpretação do Art. 3º, as captações individuais estariam a descoberto da Vigilância Sanitária Municipal, mas não, no Art. 4º encontramos que “toda a água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água está sujeita à vigilância da qualidade da água” (Brasil, 2017).

Já o seu Art. 5º estabelece, ainda, que a água para consumo humano não é apenas para a ingestão, mas também para a preparação e produção de alimentos e higiene pessoal, independentemente da sua origem (Brasil, 2017), ampliando assim o conceito de água consumida.

4.8.2 Portaria Ministério da Saúde GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021

A Portaria Nº888 foi publicada pelo Ministério da Saúde em 07 de maio de 2021, e definiu os padrões de potabilidade de água para consumo humano. Esta portaria alterou os valores dos padrões de Potabilidade definidos pela Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX (Brasil, 2021), e entrou em vigor na data de sua publicação, logo, as amostras coletadas após essa data devem ter como base comparativa os valores propostos, visando garantir ao consumidor final uma água segura para o consumo.

Ao analisarmos a Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, compete à Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS/MS) promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água para consumo humano em articulação com as Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e respectivos responsáveis pelo controle da qualidade da água. No âmbito estadual e do Distrito Federal, compete às Secretarias de Saúde executar as ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano de forma complementar à atuação dos Municípios, em especial a realização de inspeção sanitária em formas de abastecimento de água para consumo humano. E, compete às Secretarias de Saúde dos Municípios e do Distrito Federal realizar as ações de vigilância da qualidade da água para

consumo humano nas áreas urbanas e rurais. Assim a vigilância da qualidade da água para consumo humano é compartilhada entre a união, o estado e o município.

Ao destinar uma água para análise, a escolha do laboratório para realizar os ensaios é uma etapa fundamental do processo. O consumidor deve buscar por laboratórios que tenham uma cadeia de rastreabilidade assegurada, que utilize padrões certificados em seus processos, equipamentos calibrados e que disponha de um sistema de gestão de qualidade devidamente implementado (Brasil, 2021).

4.8.3 Definição e responsabilidades da inspeção Sanitária

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 2006) por meio da Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004, que dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação, inspeção sanitária é um conjunto de atividades de fiscalização e controle que visam garantir a qualidade e a segurança dos produtos e serviços relacionados à saúde pública. Suas responsabilidades incluem verificar o cumprimento das normas sanitárias estabelecidas, identificar e corrigir problemas que possam representar riscos à saúde da população, além de promover ações preventivas para evitar a ocorrência de doenças e agravos decorrentes de condições inadequadas de higiene e segurança.

A inspeção sanitária (Brasil, 2006) deve ser realizada por profissionais capacitados, geralmente ligados a órgãos de vigilância sanitária, que têm autoridade para inspecionar estabelecimentos, manipuladores de alimentos, sistemas de abastecimento de água, entre outros, e aplicar medidas corretivas quando necessário, como interdição de estabelecimentos, apreensão de produtos ou imposição de penalidades.

4.8.4 Descrição dos Parâmetros físico-químicos adotados

Os parâmetros físico-químicos têm sua descrição baseada no Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional de Saúde (Funasa, 2013) com seus limites estabelecidos na Portaria GM/MS nº 888/2021 (Brasil, 2021).

4.8.4.1 **pH**

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, esse fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento. Na rotina dos laboratórios das estações de tratamento ele é medido e ajustado sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação da água e o controle da desinfecção. O valor do pH varia de 0 a 14; abaixo de 7, a água é considerada ácida e acima de 7, alcalina. Água com pH 7 é neutra. A Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água para consumo humano seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição (Brasil, 2021).

4.8.4.1 Cor

A cor da água é proveniente da matéria orgânica dissolvida, como, por exemplo, substâncias húmicas e taninos, por metais, como ferro e manganês, ou ainda por resíduos industriais fortemente coloridos. A cor, em sistemas públicos de abastecimento de água, é esteticamente indesejável. A sua medida é de fundamental importância, visto que, água de cor elevada provoca a sua rejeição por parte do consumidor e o leva a procurar outras fontes de suprimento muitas vezes inseguras.

A unidade de cor normalmente utilizada é a unidade Hazen (uH), que corresponde à cor de medida em miligramas de platina/cobalto por litro (mg Pt-Co/L).

Águas com cor maior que 15 uH podem ser detectadas em um copo d'água pela maioria das pessoas; valores de cor da água bruta inferiores a 5 uH, usualmente dispensam coagulação química, e valores superiores a 25 uH, usualmente requerem a coagulação química seguida por filtração (UFJF, 2023)

A Portaria MS nº 888/2021 estabelece para cor aparente, o Valor Máximo Permitido de 15 (quinze) unidade Hazen (uH) como padrão organoléptico para consumo humano (Funasa, 2013).

4.8.4.2 Turbidez

A turbidez na água se deve à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência, podendo ser provocada também pela presença de algas, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais.

Água com turbidez elevada, e dependendo de sua natureza, forma flocos pesados que decantam mais rapidamente do que água com baixa turbidez. Também, percebe-se desvantagens, como no caso da desinfecção, podendo ser dificultada pela proteção aos micro-organismos no contato direto com os desinfetantes.

O nível de turbidez da água é mensurado por aparelhos chamados de turbidímetros ou nefelômetros. Esses dispositivos utilizam a unidade de turbidez NTU (Nephelometric Turbidity Unit) para medir o nível de turvação de uma amostra. Mas de maneira genérica, a unidade que expressa a turbidez também é citada como UT. Águas com turbidez ao redor de 10 UT apresentam ligeira “nebulosidade”, podendo ser notada em um copo d’água pela maioria das pessoas. As águas com turbidez de 500 UT são praticamente opacas. Valores de turbidez de água bruta inferiores a 20 UT usualmente dispensam coagulação química, e valores superiores a 50 UT requerem a coagulação química seguida por filtração (UFJF, 2023).

É um indicador sanitário e padrão organoléptico da água de consumo humano. No Brasil, a revisada norma de potabilidade da água, Portaria MS nº 888/2021, incorpora as preocupações internacionais relacionadas à transmissão de protozoários via abastecimento de água. O padrão de turbidez da água resultante de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta) foi reduzido para 0,5 UT e para água resultante de filtração lenta reduzido para 1,0 UT. A Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde estabelece ainda o Valor Máximo Permitido de 1,0 UT para água subterrânea pós-filtração ou pré-desinfecção, e em qualquer ponto da rede de distribuição 5,0 UT como padrão organoléptico de potabilidade (Funasa, 2013).

4.8.4.3 Temperatura

A temperatura expressa a energia cinética das moléculas de um corpo, sendo seu gradiente o fenômeno responsável pela transferência de calor em um meio. A alteração da temperatura da água pode ser causada por fontes naturais (principalmente energia solar) ou

antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas). A temperatura exerce influência marcante na velocidade das reações químicas, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias. Os ambientes aquáticos brasileiros apresentam, em geral, temperaturas na faixa de 20°C a 30°C (Brasil, 2021).

4.8.4.4 Condutividade elétrica

Condutividade elétrica é a capacidade da solução em conduzir corrente elétrica. Quanto maior a concentração de íons em solução, maior a condutividade elétrica (Brasil, 2010). Assim, a sua medida é realizada por um equipamento denominado de condutímetro e a unidade de medida é o Siemens (S), que equivale ao inverso do ohm (Ω). Portanto, a unidade de condutividade elétrica pode também ser expressa como S.m-1. Para amostras de água, a unidade de medida comumente usada é um milionésimo de um Siemens por centímetro (micro Siemens por centímetro ou $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Não existe padrão na Portaria nº 888 para condutividade, no entanto, existe limitação para Sólidos Totais Dissolvidos – STD que se relaciona diretamente com a condutividade, assim a condutividade é relacionada de forma indireta em termos de restrições impostas pela Portaria Nº 888/2021 e de acordo com Von Sperling (2007), as águas naturais apresentam teores de condutividade elétrica na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$, e em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1000 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

4.8.4.5 Oxigênio Dissolvido

Segundo o que preconiza o Portal de Qualidade da Água da ANA (ANA, 2022), o oxigênio dissolvido é vital para a preservação da vida aquática, já que vários organismos aquáticos precisam de oxigênio para sobreviver. As águas poluídas por esgotos apresentam baixas concentrações de oxigênio dissolvido, pois é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica. Por outro lado, as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido mais elevadas, geralmente superiores a 5mg/L, exceto se houver condições naturais que causem baixos valores deste parâmetro (ANA, 2022).

A concentração encontrada nas águas é dependente da temperatura e da quantidade de sais dissolvidos (salinidade) na amostra, valor este que pode ser calculado e é referenciado como concentração de saturação do oxigênio no ambiente. A relação entre a concentração de oxigênio dissolvido e a concentração de saturação fornece o percentual de saturação de oxigênio na amostra, que é um valor adimensional e independente da temperatura e da salinidade, permitindo mais facilmente a comparação entre amostras diferentes.

4.8.4.6 Ferro Total e Manganês

Os elementos ferro e manganês, por apresentarem comportamento químico semelhante, podem ter seus efeitos na qualidade da água abordados conjuntamente. Muito embora estes elementos não apresentem inconvenientes à saúde nas concentrações normalmente encontradas nas águas naturais, eles podem provocar problemas de ordem estética (manchas em roupas, vasos sanitários) ou prejudicar determinados usos industriais da água. Desta forma, o padrão de potabilidade das águas determina valores máximos de 0,3 mg/L para o ferro e 0,1 mg/L para o manganês (Brasil, 2017).

Deve ser destacado que as águas de muitas regiões brasileiras, como é o caso de Minas Gerais, por exemplo, em função das características geoquímicas das bacias de drenagem, podem apresentar concentrações elevadas desses metais, o que tem sido associado a problemas de saúde pública, como doenças crônicas do sistema nervoso central e distúrbios do metabolismo do ferro (Brasil, 2017; Miranda et al., 2015).

4.8.5 Descrição dos Parâmetros Microbiológicos adotados

A detecção e quantificação de todos os micro-organismos patogênicos potencialmente presentes na água é trabalhosa, demanda tempo, os custos são elevados e nem sempre se obtêm resultados positivos ou que confirmem a presença dos micro-organismos. O objetivo do exame microbiológico da água é fornecer subsídio a respeito da sua potabilidade, isto é, ausência de risco de ingestão de micro-organismos causadores de doenças, geralmente provenientes da contaminação pelas fezes humanas e outros animais de sangue quente. Vale

ressaltar que os micro-organismos presentes nas águas naturais são, em sua maioria, inofensivos à saúde humana, porém, na contaminação por esgoto sanitário estão presentes micro-organismos que poderão ser prejudiciais à saúde humana e incluem vírus, bactérias, protozoários e helmintos (Funasa, 2013).

A água potável não deve conter micro-organismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. Como indicadores de contaminação fecal, são eleitas como bactérias de referência as do grupo coliforme. O principal representante desse grupo de bactérias é a *Escherichia coli*. A razão da escolha desse grupo de bactérias como indicador de contaminação da água deve-se aos seguintes fatores:

- a) São encontradas nas fezes de animais de sangue quente, inclusive dos seres humanos;
- b) São facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis, em qualquer tipo de água;
- c) Sua concentração na água contaminada possui uma relação direta com o grau de contaminação fecal desta;
- d) Tem maior tempo de sobrevivência na água que as bactérias patogênicas intestinais, por serem menos exigentes em termos nutricionais, além de serem incapazes de se multiplicarem no ambiente aquático ou se multiplicarem menos que as bactérias entéricas, e;
- e) São mais resistentes aos agentes tenso ativos e agentes desinfetantes do que bactérias patogênicas.

A Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde (Portaria de Potabilidade de Água para Consumo) estabelece que seja verificada, na água para consumo humano, para garantir sua potabilidade, a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas (Brasil, 2021).

4.8.5.1 Bactérias do grupo coliformes

Os conceitos aqui apresentados seguiram o descrito no Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional de Saúde (Funasa, 2013).

4.8.5.1.1 Coliformes totais

Coliformes totais correspondem a bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos e que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5$ °C em 24 – 48 horas, podendo apresentar atividade da enzima β – galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo (Funasa, 2013).

4.8.5.1.2 Coliformes termotolerantes

Em se tratando de coliformes termotolerantes, apresentam-se no subgrupo das bactérias do coliforme, que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2$ °C em 24 horas e tem como principal, a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal.

4.8.5.2 *Escherichia coli*

Essa bactéria do grupo coliforme, fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2$ °C em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidrolisa a ureia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucoronidase, sendo considerada a mais específica indicação de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos.

A origem fecal da *E. coli* é inquestionável e sua natureza ubíqua pouco provável, o que valida seu papel mais preciso de organismo indicador de contaminação tanto em águas naturais quanto tratadas. Embora a maioria dessas bactérias não seja patogênica, pode indicar a presença de outros agentes patogênicos e representar riscos à saúde, como também deteriorar a qualidade da água, provocando odores e sabores desagradáveis (Funasa, 2013).

4.8.5.2.1 Análise qualitativa de *E.coli* e coliformes totais

Os métodos de Tubos Múltiplos TM e Membrana Filtrante (MF) ainda são largamente utilizados, entretanto, a opção pelo método de Substrato Cromogênico-Fluorogênico Definido

é comumente adotada pela facilidade de manuseio, bem como por ter relativo custo/benefício já comprovado. O método é baseado nas atividades enzimáticas específicas dos coliformes (β galactosidase) e E.coli (β glucoronidase). Os meios de cultura contêm nutrientes indicadores (substrato cromogênico) que, hidrolisados pelas enzimas específicas dos coliformes e/ou E.coli, provocam uma mudança de cor no meio. Após o período de incubação, se a cor amarela é observada, coliformes totais estão presentes. Se a fluorescência azul é observada sob luz ultravioleta (365 nm) E. coli está presente. Além da maior precisão, esse método tem como vantagem o tempo de resposta, já que a determinação simultânea de coliformes (totais) e e. coli é efetuada após incubação das amostras a 35 °C por 24 horas, não havendo necessidade de ensaios confirmativos (Funasa, 2013). Mas esse método é somente indicativo da presença ou não dos organismos na amostra, não sendo possível a sua quantificação.

4.8.5.2.2 Análise quantitativa de E.coli e coliformes totais com kit de campo

O Colipaper® é um kit microbiológico (Figura 11) versátil e utilizado para determinação simultânea de Escherichia Coli (E.coli) e coliformes totais em amostras de água, em meio de cultura em DIPSLIDE de papel, se apresenta na forma de uma cartela com meio de cultura em forma de gel desidratado e cada lado possui uma grade para contagem do número de colônias desenvolvidas (Alfakit, 2022).

Figura 11 – Kit de Escherichia Coli (E.Coli) e coliformes totais Colipaper®



Fonte: Alfakit, 2022.

Cada cartela é armazenada em uma embalagem plástica com fechamento de lacre, facilitando o seu manuseio e preservação até o laboratório de análises. Indicado para análises em água, efluentes domésticos e industriais, rios, exames de balneabilidade, lagoas, piscinas, superfícies, verduras e leite (Alfakit, 2022).

4.8.5.3 Procedimentos de uso do Colipaper®

As etapas de utilização recomendadas pelo fabricante são descritas a seguir: 1) Retirar a cartela microbiológica da embalagem, tocando apenas acima da parte com picote; 2) Imergir a cartela na amostra a ser analisada até o picote e aguardar umedecer a cartela; 3) Retirar a cartela da amostra e remover o excesso de água com movimentos bruscos; 4) Recolocar a cartela na embalagem plástica e retirar a parte do picote sem tocar no restante e fechar a embalagem. Para coleta em campo, manter a cartela dentro de um saco plástico numa embalagem de isopor com pouco gelo para evitar o congelamento; 5) Levar a cartela à estufa por 15 horas a temperatura de 36 a 37 °C, e; 6) Após 15 horas de incubação na estufa, proceder à contagem das colônias, considerando os dois lados da cartela. Não se deve

ultrapassar o tempo de 15 horas para evitar o aparecimento de manchas na cartela, o que compromete a leitura dos resultados.

A quantidade de pontos de cor violeta a azuis identifica o número de colônias de *E. Coli* que, somados aos pontos de cor róseo a vermelhos, identificam os Coliformes Totais. Devem ser contados os pontos em ambos os lados da cartela. O número de colônias contabilizadas deve ser multiplicado por um fator de correção 80, gerando o resultado final em unidades formadoras de colônias (UFC) por 100 mililitros de amostra (UFC/100 mL).

Se houver um número muito grande de colônias, usam-se os quadrados existentes na cartela para efetuar a contagem da seguinte forma: 1) Selecionar dois ou três quadrados de cada lado da cartela; 2) Contar as colônias dentro deles; 3) Calcular a média, e; 4) Multiplicar a média por 6400 para o resultado em UFC/100 mL.

Pode-se, também, diluir a amostra na própria embalagem, usando água destilada e seringa descartável, assim, multiplica-se o resultado pela diluição. Para diluições de amostras, pode ser utilizada água desionizada ou destilada estéril, pois o meio de cultura contém peptona e cloreto de sódio. O descarte do material após a contagem deve obedecer às normas do laboratório ou em lixeira sanitária.

4.9 Doenças de Veiculação Hídrica

As doenças de veiculação hídrica, como o próprio nome já diz, são doenças em que a água é o principal veículo de transmissão. As principais são: amebíase, giardíase, gastroenterite, febre tifoide e paratifoide, hepatite infecciosa (Hepatite A e) e cólera. (Telessaude Acre, s.d.)

Essas doenças são consideradas um problema de saúde pública e estão relacionadas ao meio ambiente, sendo que fatores como a deficiência do sistema de abastecimento de água tratada, a insuficiência de saneamento básico, o destino inadequado dos dejetos, a alta densidade populacional, as carências habitacionais (invasões) e a higiene inadequada, favorecem a instalação e rápida disseminação dessas doenças (Telessaude Acre, s.d.).

Salienta-se, que os micro-organismos presentes nas águas naturais são, na maioria, inofensivos à saúde humana, porém, na contaminação por esgoto sanitário estão presentes micro-organismos que poderão ser prejudiciais. Em se tratando dos micro-organismos patogênicos, incluem-se: vírus, bactérias, protozoários e helmintos (Funasa, 2013).

No Quadro 1 estão relacionadas algumas doenças de veiculação hídrica e seus agentes.

Quadro 1 – Lista de doenças de veiculação hídrica e seus agentes.

Doenças	Agentes patogênicos
Origem bacteriana	
Febre tifoide e paratifoide Disenteria bacilar Cólera Gastroenterites agudas e Diarreias	Salmonella typhi Salmonella paratyphi A e B Shigella sp Vibrio cholerae Escherichia coli enterotóxica Campylobacter Yersinia enterocolítica Salmonella sp Shigella sp
Origem viral	
Hepatite A e Poliomielite Gastroenterites agudas e crônicas	Vírus da hepatite A e Vírus da poliomielite Vírus Norwalk Rotavírus Enterovírus Adenovírus
Origem parasitária	
Disenteria amebiana Gastroenterites	Entamoeba histolytica Giardia lamblia Cryptosporidium

Fonte: OPAS, 1999 apud Funasa, 2013.

4.9.1 Doenças de transmissão hídrica e alimentar – DTHA

Como definido no Manual Integrado de Vigilância, Prevenção e Controle de Doenças Transmitidas por Alimentos (2021) as Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA) são uma síndrome geralmente constituída de anorexia, náuseas, vômitos e/ou diarreia, acompanhada ou não de febre, relacionada à ingestão de alimentos ou água contaminados. Sendo que, sintomas digestivos não são as únicas manifestações, podendo ocorrer infecções extra intestinais em diferentes órgãos, como rins, fígado, sistema nervoso central, dentre outros (Brasil, 2021).

4.9.1.1 Causas e sintomas de DTHA

As DTHA são causadas pela ingestão de água e/ou alimentos contaminados, existindo mais de 250 tipos no mundo, e a maioria delas são infecções causadas por bactérias com suas toxinas, vírus e parasitos intestinais oportunistas, além das intoxicações exógenas causadas pelo consumo de substâncias químicas presentes nos alimentos (Brasil, 2021).

Segundo o mesmo documento (Brasil, 2021), o quadro clínico depende do agente etiológico envolvido e varia desde leve desconforto intestinal até quadros extremamente sérios, podendo levar à desidratação grave, diarreia sanguinolenta e insuficiência renal aguda. Surtos de DTHA constituem Eventos de Saúde Pública (ESP), que podem representar ameaça à saúde pública, quando duas ou mais pessoas apresentam sinais e sintomas semelhantes após ingerirem alimentos e/ou água da mesma origem, exceto para botulismo e cólera, quando a identificação de apenas um caso já configura um surto (Brasil, 2021).

As DTHA são uma síndrome geralmente constituída por sinais e sintomas gastrointestinais, todavia, afecções extra intestinais também podem ocorrer em diferentes órgãos, tais como rins, fígado, sistema nervoso central, entre outros. Muitas vezes a etiologia da doença é difícil de ser estabelecida, pois os surtos comumente são produzidos por vários agentes etiológicos e se expressam por variadas manifestações clínicas, e por esse motivo, não há definições de caso preestabelecidas, com exceção das doenças que constam na Lista de Notificação Compulsória, cujos casos devem ser notificados individualmente.

A Tabela 3 e a Figura 12 destacam a série histórica de surtos de DTHA no Brasil no período de 2012 a 2021, com notificações de totais de notificados e doentes registrados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN, do Ministério da Saúde (Brasil, 2022), neste mesmo período, sendo que para os anos de 2020 e 2021, teve uma grande suspeição de notificações em relação aos anos anteriores, período este que estava sob vigilância mundial em relação a Pandemia da COVID-19.

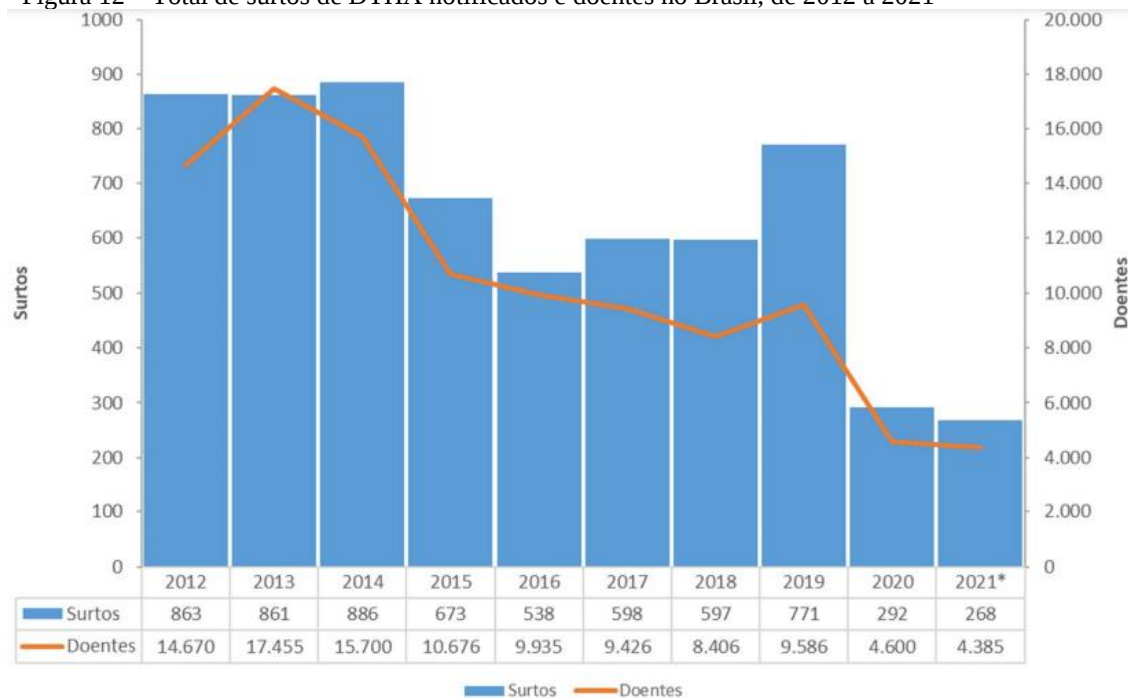
Cabe destacar que a ocorrência de surtos é de notificação compulsória e normatizada por portarias específicas, sendo dever de todo cidadão comunicar à autoridade sanitária a ocorrência de surto de DTHA. A notificação é obrigatória para médicos e outros profissionais de saúde no exercício da profissão, bem como aos responsáveis por organizações e estabelecimentos públicos e particulares de saúde (Brasil, 2010).

Tabela 3 – Série histórica de surtos de DTHA – Brasil, de 2012 a 2021

Ano	Surto	Expostos	Doentes	Hospitalizados	Óbitos	Letalidade
2012	863	42.137	14.670	1.623	10	0,07 %
2013	861	64.362	17.455	1.893	8	0,05 %
2014	886	124.359	15.700	2.524	9	0,06 %
2015	673	37.165	10.676	1.453	17	0,16 %
2016	538	200.896	9.935	1.406	7	0,07 %
2017	598	47.409	9.426	1.439	12	0,13 %
2018	597	57.297	8.406	916	9	0,11 %
2019	771	17.388	9.586	1.301	10	0,10 %
2020	292	10.548	4.600	595	6	0,13 %
2021	546	17.076	8.278	639	10	0,12 %

Fonte: Brasil, 2022.

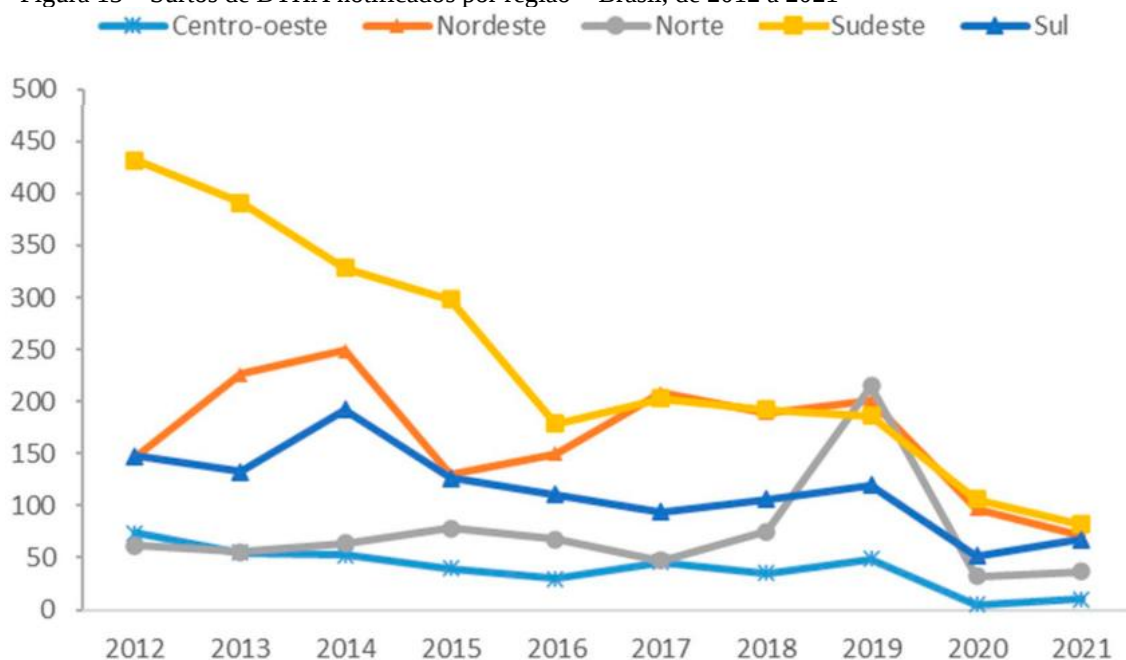
Figura 12 – Total de surtos de DTHA notificados e doentes no Brasil, de 2012 a 2021



Fonte: Brasil, 2022.

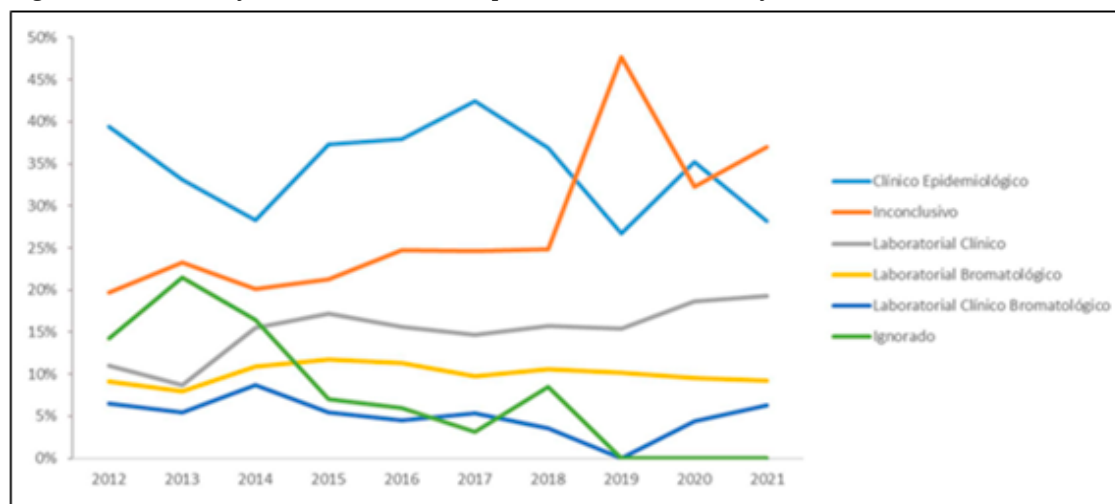
Na Figura 13 e na Figura 14, destacam-se os surtos de DTHA notificados por regiões do Brasil no período de 2012 a 2021, que condizem com cada realidade, porém, questiona-se em relação às subnotificações da Região Norte, em seus municípios, levando à suspeição dos resultados.

Figura 13 – Surto de DTHA notificados por região – Brasil, de 2012 a 2021



Fonte: Brasil, 2022.

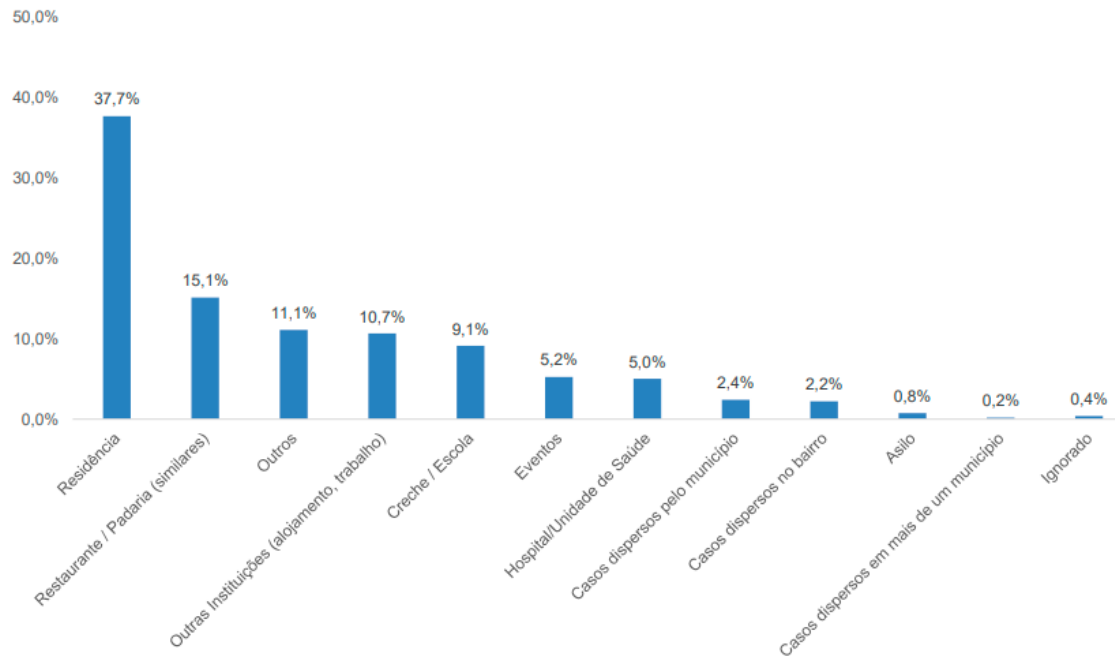
Figura 14 – Distribuição de surtos de DTHA por critérios de confirmação – Brasil, de 2012 a 2021



Fonte: Brasil, 2022.

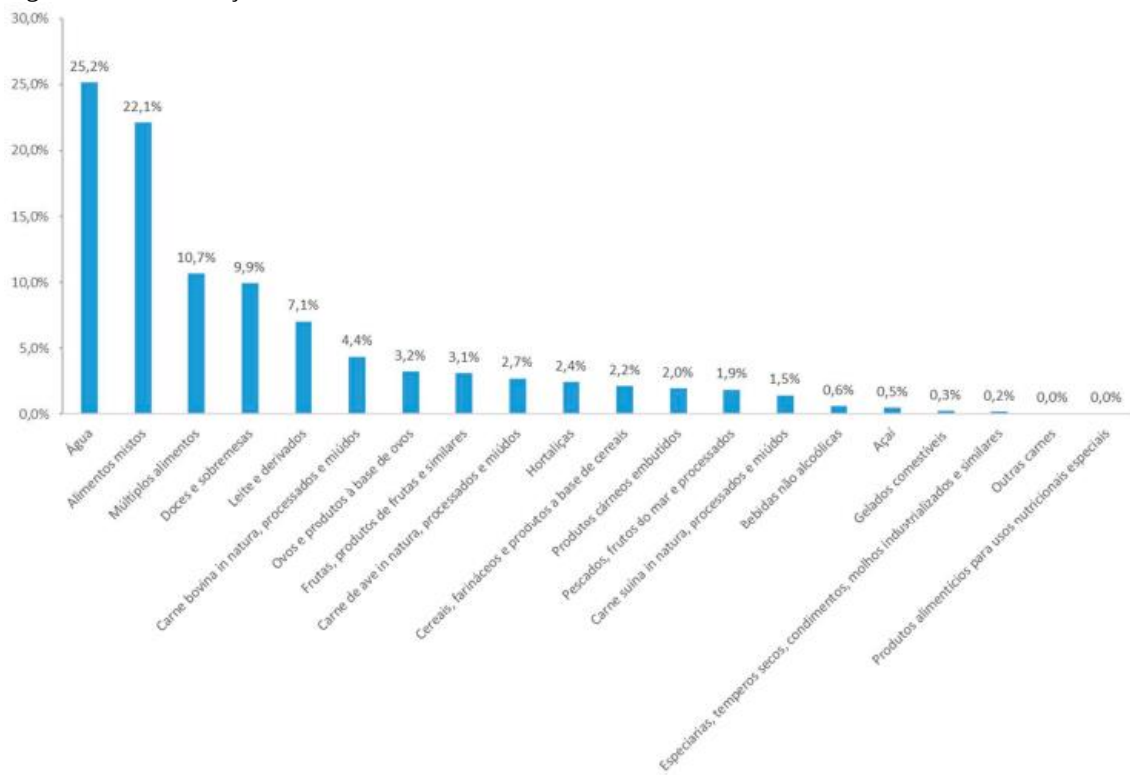
Na Figura 15, Figura 16 e Figura 17 são apresentadas, no período de 2012 a 2021, respectivamente, as distribuições dos surtos de DTHA por localidade das ocorrências, por agentes etiológicos mais identificados e por distribuição de alimentos incriminados, que condizem com cada realidade, contudo, questiona-se em relação às subnotificações da Região Norte, em seus municípios, levando à suspeição dos resultados.

Figura 15 – Distribuição do Número de Surtos de DTHA por local de ocorrência – Brasil, de 2012 a 2021



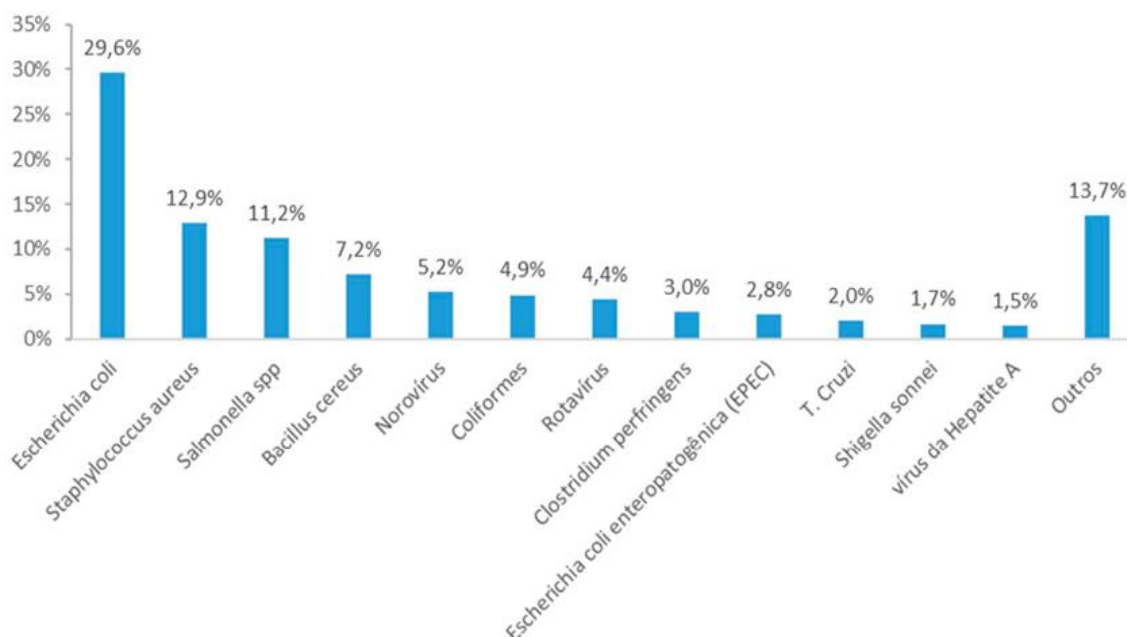
Fonte: Brasil, 2022.

Figura 16 – Distribuição dos alimentos incriminados em surtos de DTHA – Brasil, de 2012 a 2021



Fonte: Brasil, 2022.

Figura 17 – Distribuição dos agentes etiológicos mais identificados nos surtos de DTHA



Fonte: Brasil, 2022.

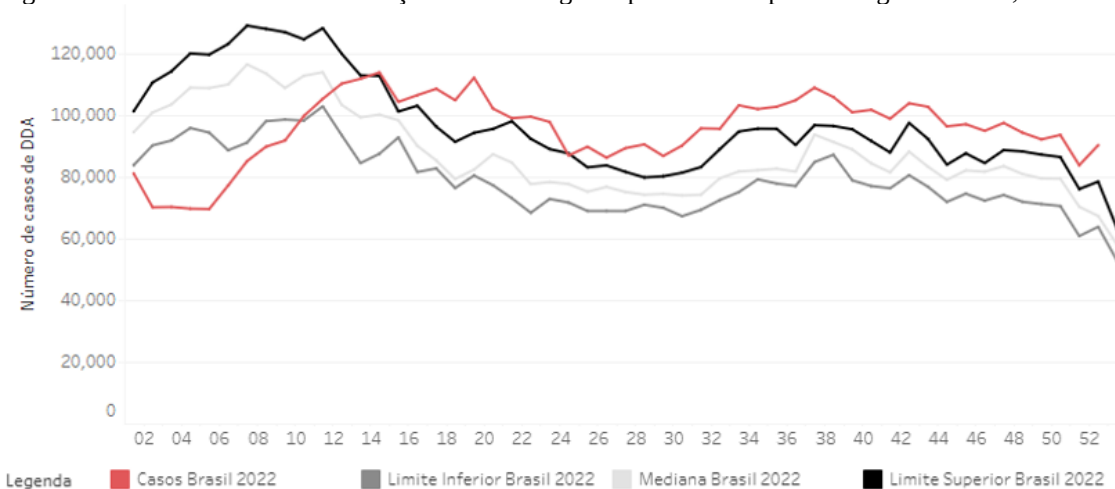
4.9.2 Doenças diarreicas agudas – DDA

Segundo o Manual Integrado de Vigilância (Brasil, 2010) doenças diarreicas agudas (DDA) correspondem à síndrome causada por diferentes agentes etiológicos (bactérias, vírus e parasitos intestinais oportunistas), cuja manifestação predominante é o aumento do número de evacuações, com diminuição da consistência das fezes. Em alguns casos, pode-se observar a presença de muco e sangue nas evacuações, além de sintomas como náusea, vômito, febre e dor abdominal. Vale ressaltar que, de modo geral, as DDA são autolimitadas, com uma duração que não ultrapassa 14 dias.

As formas variam desde leve até grave, com desidratação e distúrbios eletrolíticos, principalmente quando associadas à desnutrição. O período de incubação das DDA varia conforme o agente etiológico causador, mas usualmente é curto, variando de um a sete dias. Os agentes mais frequentes são os de origem bacteriana e viral, como, por exemplo, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, rotavírus, norovírus e adenovírus (Brasil, 2010).

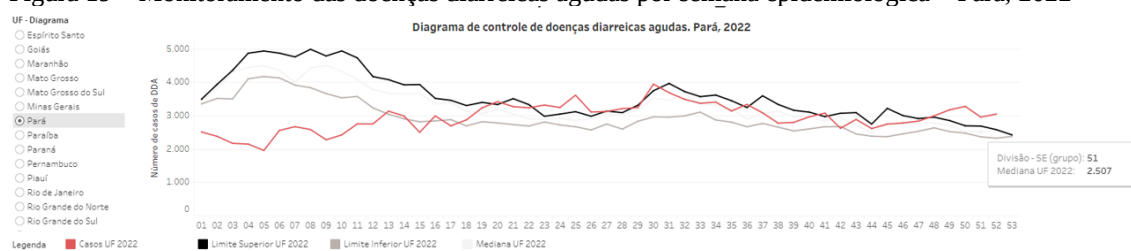
Os dados do monitoramento das DDA no Brasil para o ano de 2022, em cada semana epidemiológica, são apresentados na Figura 18, e o mesmo monitoramento para o estado no Pará na Figura 19.

Figura 18 – Monitoramento das doenças diarreicas agudas por semana epidemiológica – Brasil, 2022



Fonte: Tableau Public, 2022.

Figura 19 – Monitoramento das doenças diarreicas agudas por semana epidemiológica – Pará, 2022



Fonte: Tableau Public, 2022.

A interpretação desses resultados, apesar de aparente aumento no número de casos de DDA nas Semanas Epidemiológicas 20 e 38 (Figura 18), estão dentro do número de casos esperados para o período, ou seja, ultrapassaram o limite superior, acompanhando os aumentos previstos na ferramenta. Por sua vez, no estado do Pará, o pico de casos observados entre as Semanas Epidemiológicas 25 e 30 (Figura 19), demonstra notificação de casos acima do esperado, sinalizando uma alteração no padrão das DDA e a possibilidade de ocorrência de surto de DTHA. É possível que aumentos no número de casos de DDA estejam vinculados a períodos festivos, chuvosos ou de estiagem (Brasil, s.d.).

4.9.2.1 Notificação e investigação de DDA

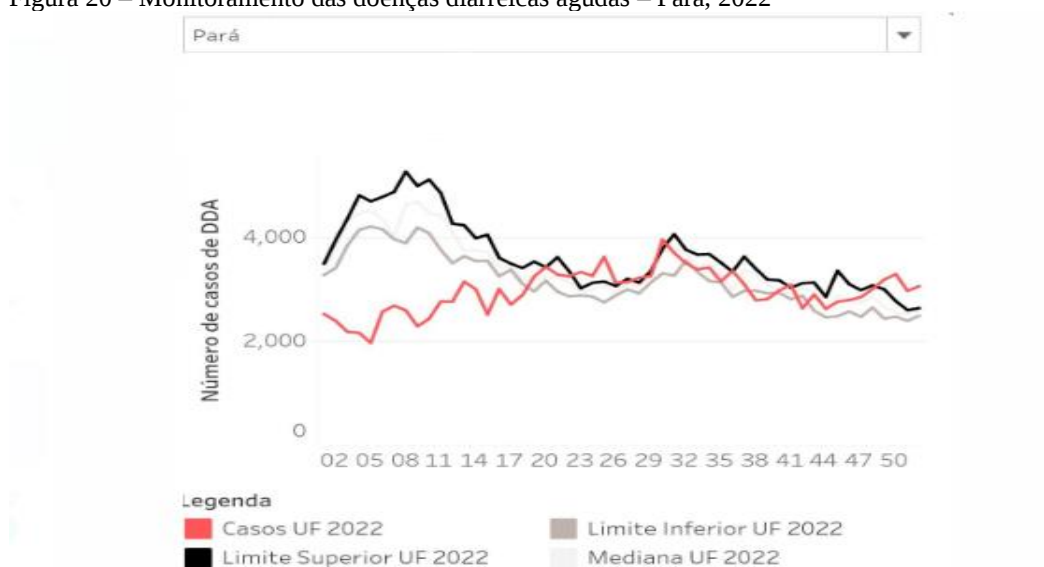
De acordo com o Ministério da Saúde, os casos individuais de DDA são de notificação compulsória em unidades sentinelas para monitorização das DDA. A vigilância epidemiológica das doenças diarreicas agudas é composta pela Monitorização das Doenças Diarreicas Agudas (MDDA), que compreende a identificação dos casos de DDA atendidos em unidades sentinelas, o registro em formulários e a inserção semanal no Sistema Informatizado de Vigilância Epidemiológica das Doenças Diarreicas Agudas (Sivep-DDA) correspondente à data do início dos sinais e sintomas.

O objetivo principal da MDDA é permitir a detecção precoce de surtos ou de quaisquer alterações no padrão epidemiológico das DDA. Para fins de notificação na MDDA, considera-se caso novo quando, após a normalização da função intestinal por um período de 48 horas, o paciente apresenta novo quadro de DDA. No entanto, há infecções por alguns agentes etiológicos, que produzem um quadro diarreico intermitente e até mesmo mais duradouro que 14 dias. Assim, é preciso estar atento para que não ocorram duplicidades no registro de casos.

Os surtos de DDA, em virtude das muitas possíveis etiologias e fontes de transmissão, são comumente chamados de surtos de DTHA, e aqueles identificados na MDDA devem ser registrados no Sivep-DDA, além da notificação no SINAN, por meio da Ficha de Investigação de Surto – DTA (Brasil, 2021).

Na Figura 20, Figura 21, Figura 22, destacam-se os resultados do monitoramento das doenças diarreicas agudas, respectivamente no Estado do Pará e nos municípios de Altamira, PA, e Vitória do Xingu, PA, para o ano de 2022, que condiz com cada realidade. É possível que aumentos no número de casos de DDA estejam vinculados a períodos festivos, chuvosos ou de estiagem (Brasil, s.d.).

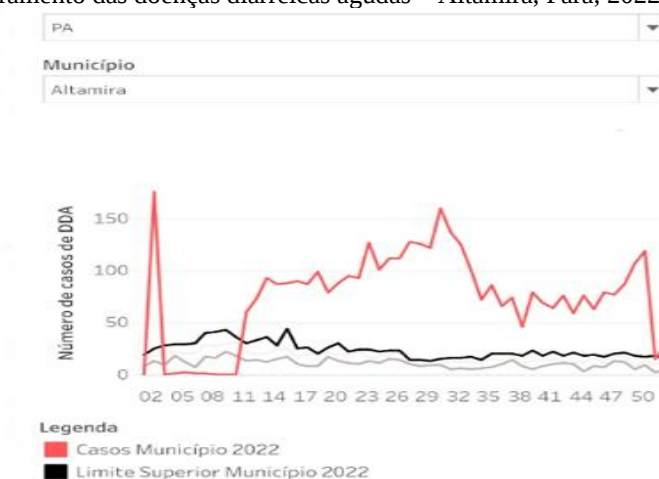
Figura 20 – Monitoramento das doenças diarreicas agudas – Pará, 2022



Fonte: Tableau Public, 2022.

Porém, o pico de casos observado entre as Semanas Epidemiológicas, demonstra notificação de casos acima do esperado, sinalizando uma alteração no padrão das DDA e a possibilidade de ocorrência de surto de DTHA.

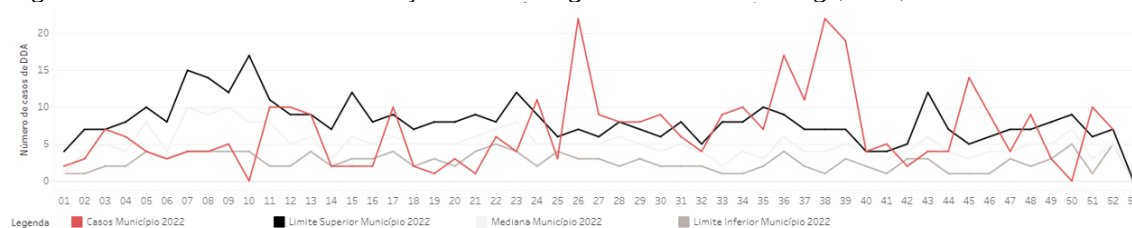
Figura 21 – Monitoramento das doenças diarreicas agudas – Altamira, Pará, 2022



Fonte: Tableau Public, 2022.

É possível que aumentos no número de casos de DDA estejam vinculados a períodos festivos, chuvosos ou de estiagem (Brasil, s.d.).

Figura 22 – Monitoramento das doenças diarreicas agudas – Vitória do Xingu, Pará, 2022



Fonte: Tableau Public, 2022.

4.9.3 Febre tifoide

Segundo o Manual Integrado de Vigilância, a febre tifoide é uma doença bacteriana aguda, causada pela *Salmonella Typhi*, e sua ocorrência está relacionada às condições de saneamento básico inadequadas e aos hábitos de higiene precários (Brasil, 2021).

O quadro clínico geralmente se apresenta por febre alta, cefaleia, mal-estar geral, anorexia, bradicardia relativa (dissociação pulso-temperatura conhecida como sinal de Faget), esplenomegalia, manchas rosadas no tronco (roséola tífica), tosse seca e obstipação intestinal ou diarreia. Apesar do quadro clínico inespecífico, frequentemente a febre é a manifestação mais expressiva, acompanhada por alguns dos demais sinais e sintomas citados.

A febre tifoide pode ser transmitida diretamente, pelo contato com as mãos do doente ou do portador; ou indiretamente, por meio da água e de alimentos contaminados. A contaminação dos alimentos pode ocorrer por pacientes oligossintomáticos (manifestações clínicas discretas), razão pela qual a doença também é conhecida como “doença das mãos sujas”. No Brasil, a maior concentração de notificações de casos está nas Regiões Norte e Nordeste, refletindo as condições de vida dessas populações (Brasil, 2021, p. 29-30).

4.9.3.1 Notificação e investigação

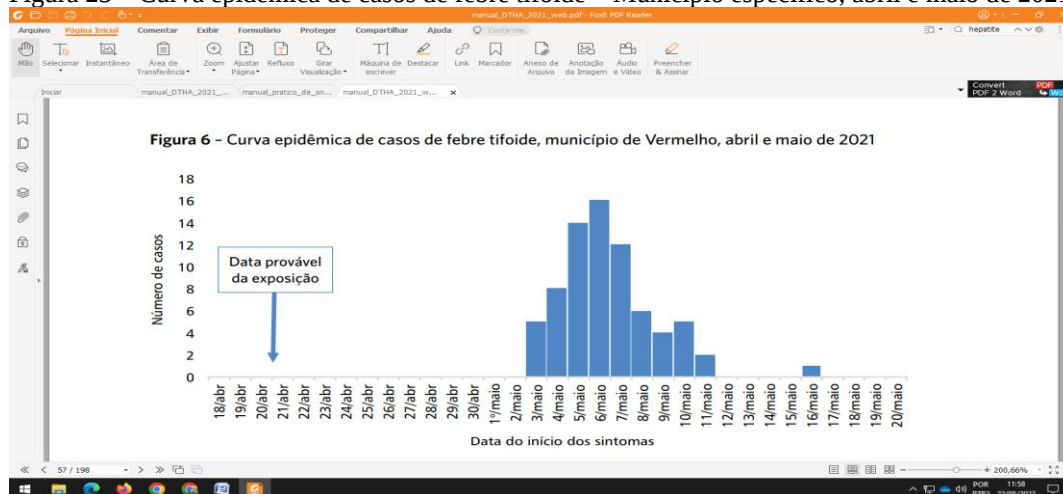
A febre tifoide é uma doença de notificação compulsória imediata para as Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde, e de notificação semanal para o Ministério da Saúde. Na suspeita de surto, deve ser notificado na Ficha de Investigação de Surto – DTA. Após a investigação, os casos e surtos devem ser encerrados oportunamente no sistema, em até 60 dias da notificação. Logo, a investigação deverá se basear nas definições de caso, na avaliação

do histórico clínico do paciente, além da análise quanto ao uso prévio da antibioticoterapia, que pode mascarar o quadro clínico, retardando o diagnóstico.

É importante realizar busca ativa (devido à probabilidade de haver portadora ou doente não diagnosticada) e o diagnóstico diferencial com outras enterites ou doenças que apresentam febre persistente. Quanto aos portadores, é importante lembrar que podem apresentar potencial de transmissão para a comunidade (exemplo: manipuladores de alimentos), pois, assim como os doentes, continuam eliminando *Salmonella Typhi*. Cerca de 10% dos pacientes continuam eliminando bacilos por até três meses após o início da doença e, entre 2% e 5%, transformam-se em portadores crônicos (geralmente mulheres adultas) após a cura (Brasil, 2021).

A interpretação do gráfico da Figura 23, segundo a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde – SVS/MS, demonstra uma curva com auge rápido e declive gradual, indicando uma exposição a uma fonte comum de infecção ou “fonte pontual” (Brasil, 2022).

Figura 23 – Curva epidêmica de casos de febre tifoide – Município específico, abril e maio de 2021



Fonte: Brasil, 2021.

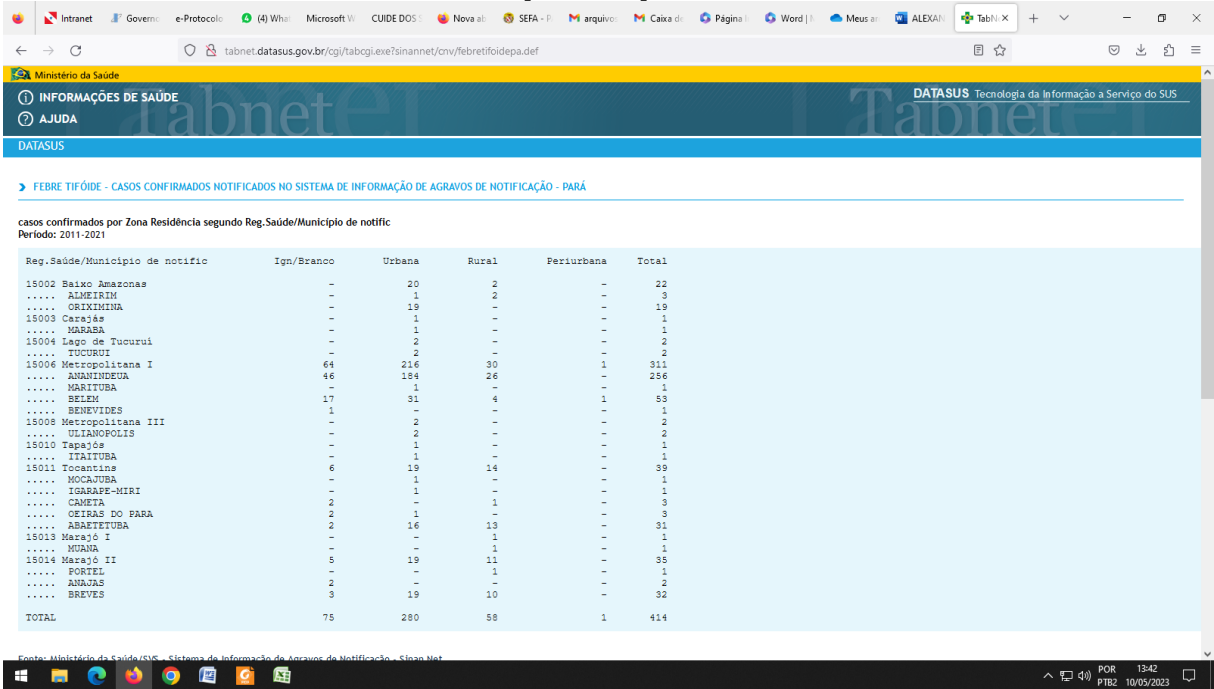
Os casos ocorrem repentinamente depois do período de incubação mínima e continuam por um breve período relacionado com a variabilidade do tempo de incubação, que é, normalmente, de uma a três semanas, a depender da dose infectante (Brasil, 2021).

Na Tabela 4, pode-se observar os casos confirmados por zona de residências (Rural e Urbanas), segundo macrorregião de saúde com mecanismo de infecção Alimentar e Água, por Regiões dos municípios do Pará para os anos de 2010 a 2021 (Brasil, 2022).

Já na Tabela 5 apresentam-se os registros de contaminação por Hepatite Viral por mecanismo de infecção: Alimento e Água, para os municípios de Altamira e Vitória do Xingu,

localizados na Macrorregião III do Estado do Pará, para os anos de 2010 a 2021 (Brasil, 2022).

Tabela 4 – Casos confirmados de Febre Tifoide, por município de residência, de 2011 a 2021



Ministério da Saúde
INFORMAÇÕES DE SAÚDE
AJUDA
DATASUS

FEBRE TIFÓIDE - CASOS CONFIRMADOS NOTIFICADOS NO SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO - PARÁ

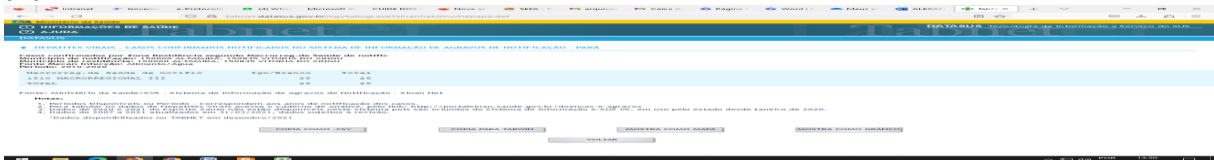
casos confirmados por Zona Residência segundo Reg.Saúde/Município de notificação
Período: 2011-2021

Reg.Saúde/Município de notificação	Ign/Branco	Urbana	Rural	Periurbana	Total
15002 Belém Amaranas	-	20	2	-	22
..... ALMEIRIM	-	1	2	-	3
..... CRIXIMINA	-	19	-	-	19
15003 Carajás	-	1	-	-	1
..... MARABÁ	-	1	-	-	1
15004 Lago de Tucuruí	-	2	-	-	2
..... TUCURUI	-	2	-	-	2
15006 Metropolitana I	64	216	30	1	311
..... ANANINDEUA	46	184	26	-	256
..... MARITUBA	-	1	-	-	1
..... BELÉM	17	31	4	1	53
..... BENEVIDES	1	-	-	-	1
15008 Metropolitana III	-	2	-	-	2
..... ULIANOPOLIS	-	2	-	-	2
15010 Tapajós	-	1	-	-	1
..... ITAITUBA	-	1	-	-	1
15011 Tocantins	6	19	14	-	39
..... MOCAJUBA	-	1	-	-	1
..... IGARAPÉ-MIRI	-	1	-	-	1
..... CAMETA	2	-	1	-	3
..... CEIRAS DO PARÁ	2	1	-	-	3
..... ABAETETUBA	2	16	13	-	31
15013 Marajó I	-	-	1	-	1
..... MUANA	-	-	1	-	1
15014 Marajó II	5	19	11	-	35
..... PORTIL	-	-	1	-	1
..... ANAJÁS	2	-	-	-	2
..... BREVES	3	19	10	-	32
TOTAL	75	280	58	1	414

Fonte: Ministério da Saúde/CNS. Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Sisanet

Fonte: Brasil, 2022.

Tabela 5 – Casos de hepatite viral por mecanismo de infecção: alimento e água, Macrorregião III, Pará, de 2010 a 2020



Ministério da Saúde
INFORMAÇÕES DE SAÚDE
AJUDA
DATASUS

HEPATITE VIRAL - CASOS CONFIRMADOS NOTIFICADOS NO SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO - PARÁ

casos confirmados por Mecanismo de Infecção segundo Reg.Saúde/Município de notificação
Período: 2010-2020

Reg.Saúde/Município de notificação	Alimento e Água	Outros	Total
15002 Belém Amaranas	-	-	-
..... ALMEIRIM	-	-	-
..... CRIXIMINA	-	-	-
15003 Carajás	-	-	-
..... MARABÁ	-	-	-
15004 Lago de Tucuruí	-	-	-
..... TUCURUI	-	-	-
15006 Metropolitana I	1	1	2
..... ANANINDEUA	1	1	2
..... MARITUBA	-	-	-
..... BELÉM	1	1	2
..... BENEVIDES	-	-	-
15008 Metropolitana III	-	-	-
..... ULIANOPOLIS	-	-	-
15010 Tapajós	-	-	-
..... ITAITUBA	-	-	-
15011 Tocantins	1	1	2
..... MOCAJUBA	-	-	-
..... IGARAPÉ-MIRI	-	-	-
..... CAMETA	1	1	2
..... CEIRAS DO PARÁ	1	1	2
..... ABAETETUBA	1	1	2
15013 Marajó I	-	-	-
..... MUANA	-	-	-
15014 Marajó II	1	1	2
..... PORTIL	-	-	-
..... ANAJÁS	1	1	2
..... BREVES	1	1	2
TOTAL	10	10	20

Fonte: Ministério da Saúde/CNS. Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Sisanet

Fonte: Brasil, 2022.

5 METODOLOGIA

Para este estudo, a metodologia foi norteada sob abordagem qualitativa, de natureza aplicada, de objetivos exploratórios e de método *survey*. Os procedimentos adotados para a realização das amostragens e os critérios de seleção dessas amostras foram baseados em recortes amostrais. Os instrumentos para a coleta de dados foram por meio de visita de trabalho de campo, ocorridas nos meses de março e novembro de 2022, quando foi possível realizar entrevistas com os moradores e coleta de amostras de água captada para consumo pelos ribeirinhos. A partir dos dados exploratórios foram realizadas coletas em diversos pontos, em dois períodos típicos do regime hidrológico (cheia e seca), cujos resultados foram utilizados em tabulações de dados, quadros e análises de gráficos estatísticos e confecção de mapas georreferenciados.

Inicialmente, foram realizadas duas visitas de campo preliminares, para reconhecimento das áreas de interesse, acessos, logísticas necessárias e visitas às residências. No mês de maio de 2021 foi visitada a comunidade da localidade do Arapujá, no município de Altamira, e no mês de novembro de 2021 as comunidades de Arapujá e de Paratizão, essa última no município Vitória do Xingu, ambos no estado do Pará e na área de influência direta da UHE de Belo Monte. A partir deste reconhecimento foram programadas visitas de trabalho de campo para o ano de 2022, obedecendo o regime de chuvas da região.

As etapas de execução do estudo podem ser resumidas em um diagrama de atividades (Figura 24) e a descrição das etapas, de forma mais detalhada, é apresentada em tópicos mais adiante, com as principais características e atividades desenvolvidas.

Figura 24 – Diagrama das atividades desenvolvidas no trabalho



Fonte: O autor, 2023.

5.1 Visitas Preliminares

Inicialmente foram realizadas visitas de campo preliminares nas comunidades inseridas dentro das localidades do Arapujá no município de Altamira e Paratizão no município de Vitória do Xingu, ambos no estado do Pará, onde foram realizados os contatos com moradores e coletadas informações necessárias para o planejamento dos trabalhos de campo.

5.1.1 Visita preliminar 1 – maio de 2021

Nesta etapa preliminar foram realizadas visitas de campo para se definir os pontos de coleta na comunidade da localidade do Arapujá, em Altamira – PA, situadas às margens do rio Xingu e a montante da cidade de Altamira. Esta etapa foi realizada nos dias 17 e 18 de maio de 2021, durante o período de cheia do rio Xingu, quando foram: mapeadas as residências, avaliados e definidos os pontos de coleta, estudada a logística de deslocamento para a coleta das amostras e tempo de deslocamento entre os pontos de coleta, avaliados os procedimentos de coleta e preservação das amostras, pesquisado o suporte disponível para as análises físico-químicas e microbiológicas, além da aproximação com os moradores, informando os objetivos do trabalho e proposta de cronograma de coletas a serem realizadas pelas visitas de trabalho de campo, programadas para o ano de 2022.

5.1.2 Visita preliminar 2 – novembro de 2021

Esta segunda visita de campo preliminar foi realizada com o objetivo de definição dos pontos de coletas na comunidade da localidade do Paratizão no município de Vitória do Xingu – PA, situadas à margem esquerda do rio Xingu e a jusante da cidade de Altamira. Esta etapa foi realizada entre os dias 1º a 05 do mês de novembro de 2021, durante o período de seca do rio Xingu, e onde foram mapeadas as residências, avaliados e definidos os pontos de coleta, estudada a logística de deslocamento para a coleta das amostras e tempo de deslocamento entre os pontos de coleta, além da aproximação com os moradores, que eram

informados sobre os objetivos do trabalho e a proposta de cronograma de coletas a serem realizadas pelas visitas de trabalho de campo, programadas para o ano de 2022.

Também foram revisitados os moradores da localidade do Arapujá, com o objetivo de ampliar o número de residências e os pontos de coleta, tendo em vista que muitos moradores estavam ausentes durante a primeira visita preliminar ocorrida em maio do mesmo ano. Ainda foi reavaliada a logística de coleta e deslocamento em período de seca.

5.2 Definição da Metodologia de Trabalho de Campo

Para a definição de metodologia de trabalho de campo foram observados vários aspectos que permitissem a realização das coletas de campo através da definição das residências a serem visitadas, procedimentos de identificação e coleta das amostras, além das técnicas de preservação e análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos escolhidos para alcançar os objetivos propostos.

5.2.1 Definição dos pontos amostrais

Ao longo do percurso até as localidades do Arapujá e Paratizão, durante o trabalho de campo de novembro de 2022 foram coletadas amostras de água diretamente no rio Xingu. A primeira amostra foi tomada no ponto de lançamento do efluente da estação de tratamento dos esgotos de Altamira, localizado no cais da cidade. A partir da primeira amostra foram realizadas novas coletas a cada 30 minutos do percurso de barco ao longo do deslocamento para as localidades de interesse do estudo, de acordo com a Tabela 6 e apontados através dos pontos em vermelho na Figura 25. Essas coletas tiveram como objetivos em avaliar a qualidade da água em áreas afastadas das margens, minimizando a influência das atividades dos moradores locais. As amostras foram obtidas em pontos a montante e jusante da cidade de Altamira, permitindo também a investigação do impacto da cidade nas águas do rio.

Tabela 6 – Coordenadas dos pontos de coleta de amostras de água no rio Xingu

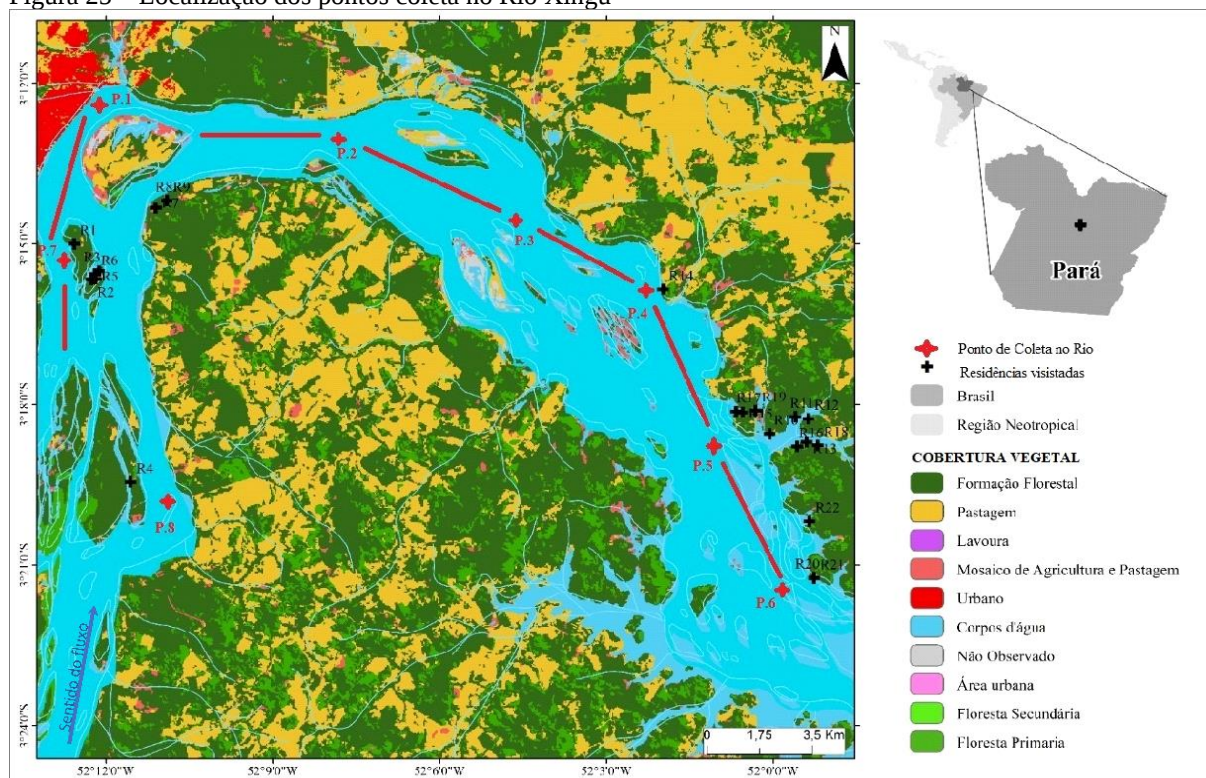
Denominação	Latitude	Longitude	Observação
Ponto 1	-3.208419	-52.205382	Ponto de lançamento do efluente da ETE
Ponto 2	-3.216916	-52.155750	Ponto Rio Xingu, após 30 min.
Ponto 3	-3.211904	-52.098085	Ponto Rio Xingu, após 60 min.
Ponto 4	-3.245982	-52.069809	Ponto Rio Xingu, após 120 min.
Ponto 5	-3.263310	-52.033145	Ponto Rio Xingu, após 180 min.
Ponto 6	-3.250801	-52.209270	Ponto Rio Xingu, após 30 min.
Ponto 7	-3.322163	-52.192637	Ponto Rio Xingu, após 60 min.
Ponto 8	-3.240344	-52.187296	Ponto Rio Xingu, após 120 min.

Fonte: O Autor, 2022.

A seleção dos pontos de amostragem contemplou aspectos associados ao tipo de captação de água bruta para consumo pelos ribeirinhos reassentados nas localidades do Arapujá e Paratizão, situados a montante do reservatório da UHE de Belo Monte, conforme Figura 25, onde cada ponto representa uma residência visitada e onde foram estabelecidos os pontos de coleta das amostras de águas utilizadas para consumo e nas atividades do dia a dia.

A primeira amostra (XX_02_01RI) foi retirada próxima ao ponto de lançamento do efluente da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) de Altamira, localizada no cais da cidade. A partir desse ponto, amostras adicionais foram coletadas em intervalos regulares durante o deslocamento para as localidades de interesse do estudo. No segundo dia, em direção à Arapuja, a amostra XX_02_07RI foi coletada na região onde se encontra a captação do sistema de abastecimento da cidade de Altamira. Os pontos de coleta estão identificados pelos marcadores em vermelho na Figura 25 e suas coordenadas foram dadas na Tabela 6.

Figura 25 – Localização dos pontos coleta no Rio Xingu



Fonte: O autor, 2022.

As coletas dessas águas ocorreram de diversas formas: com o uso de motor bomba, bombas elétricas ou mesmo manuais através do uso de baldes. Tais coletas foram realizadas tanto na água subterrânea, através de poços tubulares utilizados pelos ribeirinhos, quanto na água superficial, por meio de coleta direta do Rio Xingu e em outros locais como grotas⁶ e cacimbas⁷.

Diversas formas de armazenamento são utilizadas pelos ribeirinhos. Quando o armazenamento da água em residências era feito em caixas d'água, além da amostra do ponto de captação, foram coletadas amostras de água diretamente na própria caixa e na torneira da residência. Caso o armazenamento encontrado fosse de outra forma, por exemplo, em galões plásticos, uma amostra também foi coletada.

5.2.2 Codificação das amostras

⁶ cavidade, na encosta de serra ou de morro, provocada por águas das chuvas, ou, em ribanceira de rio, por águas de enchentes.

⁷ cova aberta em terreno úmido ou pantanoso, para recolher a água presente no solo que nela se acumula por ressumação.

A codificação para identificação das amostras foi definida através do seguinte modo: LL_NN>NNLL_N e pela ordem teremos:

- f) L (posição 1) = Localidade (P, A, X) – Paratizão, Arapujá e Xingu (amostras do rio no trajeto para as localidades);
- g) L (posição 2) = Tipo de ponto: R – Residência, I – Infraestrutura (ETE, ETA, Escola, Captação);
- h) NN (posição 3 e 4) = Número da campanha (01 ou 02);
- i) NN (posição 5 e 6) = Número sequencial do ponto de coleta (01, 02, ...);
- j) LL (posição 7 e 8) = Tipo de captação: PÇ – poço; RI – rio; CA – cacimba; GR – gruta; CX – caixa d’água; e;
- k) N (posição 9) = Número sequencial identificador de réplica (1, 2, ...) – só anotado no caso da existência de mais de uma amostra para a mesma residência e mesma fonte.

5.2.3 Definição dos parâmetros de análise

Água destinada ao consumo humano e animal deve ser isenta de contaminantes químicos e biológicos. Quanto aos contaminantes biológicos, em particular, são citados organismos patogênicos, tais como: vírus, bactérias, protozoários e vermes que uma vez veiculados pela água podem, através de sua ingestão afetar o organismo humano ou animal (Brasil, 2006)

A seleção dos parâmetros foi feita com base nas legislações federais vigentes, que estabelecem condições e padrões para a qualidade das águas superficiais, em uma quantidade mínima para caracterização das amostras coletadas, e de acordo com a viabilidade técnica de sua análise na cidade de Altamira.

Foram definidos os seguintes parâmetros para a avaliação da qualidade das águas: 1) Parâmetros de medição *In Situ*: pH, Oxigênio Dissolvido, Condutividade elétrica e Temperatura; 2) Parâmetros Físico-Químicos de análise laboratorial: Turbidez, Cor, concentrações totais de Ferro e Manganês, e parâmetros Microbiológicos (Coliforme Totais e Coliformes Fecais – E. coli).

A definição dos parâmetros de medição *In Situ* foi baseada na disponibilidade de uma sonda multiparamétrica, da marca Hanna, modelo HI9829-00041, número de série G0062580, de propriedade do Laboratório de Aquicultura de Peixes Ornamentais do Xingu – LAQUAX, da Universidade Federal do Pará – UFPA, Campus de Altamira, tendo essa sonda, passado por revisão técnica e calibração no laboratório do fabricante, antes do seu uso nesse trabalho, e checagem de calibração nas visitas de trabalho de campo.

A escolha dos parâmetros físico-químicos analisados em laboratório foi feita ao se considerar a necessidade de caracterização mínima da amostra de água, e a disponibilidade de infraestrutura para a realização de análises existentes em Altamira, contratando-se serviços de análises do Laboratório Central de Altamira (LCA), que possuía metodologia de rotina para as análises definidas em amostras de água.

Para a escolha dos parâmetros microbiológicos analisados em laboratório, observou-se que as principais bactérias usadas como indicadores de poluição fecal nas águas são os coliformes totais e fecais (termotolerantes). Na água, o organismo indicador de contaminação fecal mais utilizado é a *E. coli*, pois a presença dele demonstra que a água pode ter recebido uma carga fecal, o que ocasiona a deterioração da sua qualidade microbiológica e, portanto, podendo trazer riscos à saúde de quem consome tal água. (Brasil, 2006)

Outros parâmetros só seriam possíveis de serem analisados se realizados na capital Belém, ou outro grande centro urbano – opção inviável devido à grande distância e o tempo para transporte, não preservando, assim, a amostra, pois o deslocamento deveria ser feito por via terrestre em função das restrições da companhia aérea para o transporte de amostras líquidas, congeladas ou de animais. Outro fator de restrição foi a indisponibilidade de apoio laboratorial de instituições públicas para essas análises na cidade de Altamira.

As análises microbiológicas realizadas pelo LCA (2022) só permitiram o conhecimento qualitativo de presença ou ausência dos organismos investigados, o que numa primeira análise seria suficiente, uma vez que não era esperada a contaminação dessas águas. Porém com os resultados apresentados na primeira coleta foi necessária, para a coleta programada para novembro, a adoção de uma metodologia de análise quantitativa de colimetria total e *e. coli*, em amostras de água, e devido a precariedade de apoio laboratorial optou-se pelo uso de kit de campo Colipaper®.

5.2.4 Frequência amostral

A variação precipitação na cidade de Altamira/PA é bem definida como demonstrado no Figura 11, e a partir das incidências de chuvas na região foram estabelecidas duas coletas no ano de acordo com o ciclo hidrológico. Uma no período úmido (março) e outra no período de seca (novembro).

5.2.5 Procedimentos de coleta

A coleta de amostras seguiu como base a metodologia descrita na publicação Indicadores Ambientais em Ecossistemas Aquáticos, da Escola Técnica Aberta do Brasil, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, do Rio Grande do Sul (Brasil, 2010).

5.2.5.1 Técnicas de coleta e armazenamento de amostras de água

Coletas para a análise das variáveis da água podem ser realizadas no meio do canal de um rio, ou nas margens, dependendo do objetivo do trabalho. Para as coletas no rio foi adotado a coleta no meio do canal, já para as amostras das águas captadas pelos ribeirinhos optou-se a coleta nas margens ou através do próprio sistema de captação do residente.

Alguns parâmetros tais como a temperatura da água, condutividade elétrica, pH e oxigênio dissolvido, podem ser medidos no campo, no momento da coleta, com o auxílio de equipamentos portáteis. Para outros parâmetros, deve-se efetuar a coleta de água e posterior análise em laboratório.

Quando a amostra de água coletada for destinada a análises químicas e microbiológicas, deve-se proceder de forma a evitar a contaminação da amostra por manuseio inadequado (BRASIL, 2010, p. 67), ademais, precisa-se identificar a amostra e a sua armazenagem em frascos de polietileno ou de vidro depende do tipo de análise a ser realizada.

Assim, neste trabalho, as análises de parâmetros físico-químicos *In Situ*, foram realizadas com a submersão da sonda multiparamétrica diretamente no corpo d'água, ou através de sua coleta em baldes para posterior inserção da sonda. As amostras para análises

laboratoriais, de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, foram coletadas e armazenadas em frascos de polietileno descontaminados e fornecidos pelo LCA.

5.2.5.2 Procedimentos pós-coleta

A análise de uma amostra, independentemente do tipo, exige sempre a máxima cautela a fim de se evitar alterações resultantes dos processos de amostragem, preservação e determinação. Uma vez obtidas as amostras, torna-se crucial armazená-las em frascos adequados para cada tipo de determinação posterior, pois o material do qual o recipiente é feito pode acarretar contaminações. Quando as amostras não podem ser analisadas imediatamente após a coleta, alguma forma de preservação deve ser adotada para que não ocorram alterações em sua composição original (Brasil, 2010).

No presente estudo as amostras foram armazenadas em frascos de polietileno descontaminados, e fornecidos pelo LCA, e preservadas em baixa temperatura em isopor com gelo, até sua entrega no laboratório contratado para as análises.

5.2.6 Definição dos métodos de análise dos parâmetros físico-químicos

Os dados de Parâmetros de medição *In Situ* (pH, Oxigênio Dissolvido, Condutividade elétrica e Temperatura) tiveram suas medidas tomadas por leitura direta da sonda multiparamétrica (Figura 26) da marca Hanna, modelo HI9829-00041, número de série G0062580, de propriedade do LAQUAX, da Universidade Federal do Pará, Campus de Altamira, e o registro dos valores em campo por fotografia do display de controle da sonda (Figura 27).

Figura 26 - Medição de parâmetros físico-químicos *In situ* com sonda multiparamétrica



Fonte: O autor, 2022.

Figura 27 - Registro fotográfico dos resultados dos parâmetros físico-químicos medidos *In Situ*



Fonte: O autor, 2022.

Já os parâmetros de análise laboratorial (Cor, Turbidez, concentração total de Ferro, e Manganês) tiveram suas amostras encaminhadas para o LCA, que após análise emitiu laudo individual para cada amostra (Figura 28) com o resultado do ensaio, descritos por meio do parâmetro solicitado, o resultado da determinação e as unidades correspondentes ao parâmetro, bem como o Valor Máximo Permitido – VMP pela legislação vigente para cada parâmetro analisado. Os métodos de análise adotados pelo LCA, de uma forma geral, utilizam como base as metodologias descritas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

Figura 28 - Laudo de análise de amostra para parâmetros físico-químicos



LCA
Laboratório Central de Altamira

Controle de Qualidade



Acreditação





Cliente: QUALIDADE DA AGUA CONSUMIDA EM AREAS DE ASSENTAMENTO RIBEIRINHOS **CPF/CNPJ:** 50507559487
Endereço: COMUNIDADE DO ARAPUJA **Numero:** SN
Bairro: ZONA RURAL **CEP:** SN **Cidade:** ALTAMIRA **U.F.:** PA
Solicitante: NI - NÃO INFORMADO **Email:**
Requisição: 2200747952 **Unidade:** 001-ALTAMIRA

DADOS DA AMOSTRA
Tipo de Amostra: ÁGUA
Data da Coleta: 21/03/2022
Responsável pela Coleta: ALEX DINIZ

Local da Coleta: ÁGUA DO RIO (RESIDÊNCIA 1)
Data de Recebimento: 22/03/2022
Responsável pelo Transporte: ALEX DINIZ

Resultados do Relatório de Ensaio

Parâmetros	Resultado	Unidade	Cas	Valor Máximo Permitido - VMP
Cor Aparente	107	mg Pt-Co/L		15 uH
Ferro Total	1,2	mg/L	7439-89-6	0,3 mg/L
Turbidez	8,05	UT		5UT
Manganês	0,0	mg/L	7439-96-5	0,1 mg/L

Método:
Standard Methods for the Examination of water and wastewater
P/A - Meio cromogênio e fluorogênio, Bactérias Heterotróficas -PCA- Petrifilm.

Observação:
UT= Unidade de Turbidez VMP= Valor máximo permitido
uH= Unidade de Hazen (mg Pt-Co/L) UFC= Unidade formadora de colônias
CAS= é o número de referência de compostos e substâncias químicas adotado pelo Chemical Abstract Service.

Comentários:
Os Resultados desta análise referem-se somente a (s) amostra (s) analisada (s).
A definição do ponto de coleta e ou plano de amostragem é de exclusiva responsabilidade do cliente.

Os parâmetros analisados nessa amostra não estão de acordo com a Portaria GM/MS nº 888, 4 de maio de 2021.

Ensaio realizado conforme Portaria GM/MS nº 888, 4 de maio de 2021.

Coleta de amostra não realizada pelo Laboratório Central de Altamira.

Amostra Coletada em: 22/03/2022
Assinado em: 28/03/2022 16:38:43



Liberado por:
DRA. SAMYRA LAYS DA SILVA BOTELHO - CRBM/PA: 3215
Responsável Técnico:
DR. CARLOS NAUBER DA SILVA NUNES - CRF 2109 PA

Fonte: LCA, 2022.

Para as análises de Cor utilizou-se metodologia adaptada a partir do método 2120 (*Spectrophotometric – single wavelength method*) proposto no do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, com a faixa de medição entre 1 a 500 mg/L.

O parâmetro Turbidez foi determinado através do método nefelométrico com faixa de medição entre 0 e 1000 NTU, e as determinações de ferro total foram realizadas através do método colorimétrico baseado na reação com tiocianato, com faixa de medição de 0,10 a 5,0 mg/L, e para a determinação do teor de manganês utilizou-se a reação da formaldoxima, com faixa de medição de 0,1 a 8,0 mg/L.

5.2.7 Análise qualitativa de E.coli e coliformes totais

Os métodos de Tubos Múltiplos (TM) e Membrana Filtrante (MF) ainda são largamente utilizados, entretanto, a opção pelo método de Substrato Cromogênico-Fluorogênico Definido é comumente adotada pela facilidade de manuseio, bem como por ter relativo custo/benefício já comprovado. O método é baseado nas atividades enzimáticas específicas dos coliformes (β galactosidase) e E.coli (β glucoronidase). Os meios de cultura contêm nutrientes indicadores (substrato cromogênico) que, hidrolisados pelas enzimas específicas dos coliformes e/ou E.coli, provocam uma mudança de cor no meio. Após o período de incubação, se a cor amarela é observada, coliformes totais estão presentes. Se a fluorescência azul é observada sob luz ultravioleta (365 nm) E. coli está presente. Além da maior precisão, esse método tem como vantagem o tempo de resposta, já que a determinação simultânea de coliformes (totais) e e. coli é efetuada após incubação das amostras a 35°C por 24 horas, não havendo necessidade de ensaios confirmativos (Funasa, 2013). Mas esse método é somente indicativo da presença ou não dos organismos na amostra, não sendo possível a sua quantificação.

5.2.8 Análise quantitativa de E.coli e coliformes totais com kit de campo

O Colipaper® é um kit microbiológico (Figura 29) versátil e utilizado para determinação simultânea de Escherichia Coli (E.coli) e coliformes totais em amostras de água, em meio de cultura em DIPSLIDE de papel, se apresenta na forma de uma cartela com meio de cultura em forma de gel desidratado e cada lado possui uma grade para contagem do número de colônias desenvolvidas (Alfakit, 2022).

Figura 29 - Kit de Escherichia Coli (E.Coli) e coliformes totais Colipaper®



Fonte: Alfakit, 2022.

Cada cartela é armazenada em uma embalagem plástica com fechamento de lacre, facilitando o seu manuseio e preservação até o laboratório de análises. Indicado para análises em água, efluentes domésticos e industriais, rios, exames de balneabilidade, lagoas, piscinas, superfícies, verduras e leite (Alfakit, 2022).

5.2.8.1 Procedimentos de uso do Colipaper®

As etapas de utilização recomendadas pelo fabricante são descritas a seguir: 1) Retirar a cartela microbiológica da embalagem, tocando apenas acima da parte com picote; 2) Imergir a cartela na amostra a ser analisada até o picote e aguardar umedecer a cartela; 3) Retirar a cartela da amostra e remover o excesso de água com movimentos bruscos; 4) Recolocar a cartela na embalagem plástica e retirar a parte do picote sem tocar no restante e fechar a embalagem. Para coleta em campo, manter a cartela dentro de um saco plástico numa embalagem de isopor com pouco gelo para evitar o congelamento; 5) Levar a cartela à estufa por 15 horas a temperatura de 36 a 37 °C, e; 6) Após 15 horas de incubação na estufa, proceder à contagem das colônias, considerando os dois lados da cartela. Não se deve

ultrapassar o tempo de 15 horas para evitar o aparecimento de manchas na cartela, o que compromete a leitura dos resultados.

A quantidade de pontos de cor violeta a azuis identifica o número de colônias de *E. Coli* que, somados aos pontos de cor róseo a vermelhos, identificam os Coliformes Totais. Devem ser contados os pontos em ambos os lados da cartela. O número de colônias contabilizadas deve ser multiplicado por um fator de correção 80, gerando o resultado final em unidades formadoras de colônias (UFC) por 100 mililitros de amostra (UFC/100 mL).

Se houver um número muito grande de colônias, usam-se os quadrados existentes na cartela para efetuar a contagem da seguinte forma: 1) Selecionar dois ou três quadrados de cada lado da cartela; 2) Contar as colônias dentro deles; 3) Calcular a média, e; 4) Multiplicar a média por 6400 para o resultado em UFC/100 mL.

Pode-se, também, diluir a amostra na própria embalagem, usando água destilada e seringa descartável, assim, multiplica-se o resultado pela diluição. Para diluições de amostras, pode ser utilizada água desionizada ou destilada estéril, pois o meio de cultura contém peptona e cloreto de sódio. O descarte do material após a contagem deve obedecer às normas do laboratório ou em lixeira sanitária.

5.2.9 Definição dos métodos de análise dos parâmetros microbiológicos

Essas análises para a primeira campanha (março de 2022) foram realizadas através dos serviços contratados do LCA, em Altamira, que executa a análise por cultivo em meio cromogênio/fluorogênio em *petrifilm*, e usado para detectar presença ou ausência de *Escherichia coli* e coliformes totais nas amostras de água, e segundo o próprio laboratório, a metodologia segue os procedimentos descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

O LCA, para as análises realizadas de parâmetros microbiológicos, emitiu parecer individual para cada amostra com o resultado do ensaio, descritos por meio do parâmetro solicitado, o resultado da determinação e as unidades correspondentes ao parâmetro, bem como o Valor Máximo Permitido – VMP. No presente parâmetro, os resultados foram de expressos em presença/ausência em 100 ml, para coliformes totais e fecais, conforme Figura 30.

Figura 30 - Laudo de análise de amostra para parâmetros microbiológicos



LCA
Laboratório Central de Altamira

Controle de Qualidade



FNCQ

Acreditação



DICQ



Cliente: QUALIDADE DA AGUA CONSUMIDA EM AREAS DE ASSENTAMENTO RIBEIRINHOS **CPF/CNPJ:** 50507559487
Endereço: COMUNIDADE DO ARAPUJA **Numero:** SN
Bairro: ZONA RURAL **CEP:** SN **Cidade:** ALTAMIRA **U.F.:** PA
Solicitante: NI - NÃO INFORMADO **Email:**
Requisição: 2200747974 **Unidade:** 001-ALTAMIRA

DADOS DA AMOSTRA
Tipo de Amostra: ÁGUA **Local da Coleta:** ÁGUA DO RIO (RESIDÊNCIA 1)
Data da Coleta: 21/03/2022 **Data de Recebimento:** 22/03/2022
Responsável pela Coleta: ALEX DINIZ **Responsável pelo Transporte:** ALEX DINIZ

Resultados do Relatório de Ensaio

Parâmetros	Resultado	Unidade	Cas	Valor Máximo Permitido - VMP
Escherichia coli	PRESENTES	P/A em 100 ml		Ausência em 100 mL
Coliformes Totais	PRESENTES	P/A em 100 ml		Ausência em 100 mL

Método:
Standard Methods for the Examination of water and wastewater
P/A - Meio cromogênio e fluorogênio, Bactérias Heterotróficas -PCA- Petrifilm.

Observação:
UT= Unidade de Turbidez VMP= Valor máximo permitido
uH= Unidade de Hazen (mg Pt-Co/L) UFC= Unidade formadora de colônias
CAS= é o número de referência de compostos e substâncias químicas adotado pelo Chemical Abstract Service.

Comentários:
Os Resultados desta análise referem-se somente a (s) amostra (s) analisada (s).
A definição do ponto de coleta e ou plano de amostragem é de exclusiva responsabilidade do cliente.

Os parâmetros analisados nessa amostra não estão de acordo com a Portaria GM/MS nº 888, 4 de maio de 2021.

Ensaio realizado conforme Portaria GM/MS nº 888, 4 de maio de 2021.

Coleta de amostra não realizada pelo Laboratório Central de Altamira.

Amostra Coletada em: 22/03/2022
Assinado em: 28/03/2022 16:48:09



Liberado por:
DRA. SAMYRA LAYS DA SILVA BOTELHO - CRBM/PA: 3215
Responsável Técnico:
DR. CARLOS NAUBER DA SILVA NUNES - CRF 2109 PA

Assinado em: 28/03/2022 16:48:09

Fonte: LCA, 2022.

As análises quantitativas utilizando os kits Colipaper® foram processadas no LAQUAX, da Universidade Federal do Pará - UFPA, Campus de Altamira, que disponibilizou a espaço físico e as estufas para incubação das amostras, conforme o procedimento recomendado pelo fabricante.

5.2.10 Análises estatísticas

As análises estatísticas necessárias à avaliação dos resultados, assim como estatísticas descritivas e gráficos, foram obtidos através dos pacotes estatísticos do *software* livre R® 3.5.1 (R, 2018), planilha de dados Excel da Microsoft® e Power BI®.

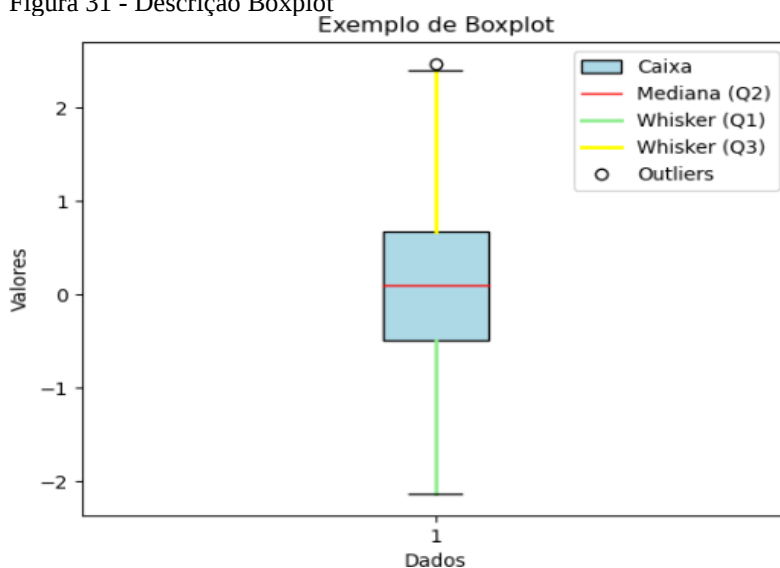
5.2.11 Metodologia de leitura de gráfico, modelo Boxplot

O Boxplot, também conhecido como diagrama de caixa, é uma representação visual que fornece uma visão geral da distribuição de um conjunto de dados. Ele é composto por cinco principais estatísticas descritivas: mínimo, primeiro quartil (Q1), mediana, terceiro quartil (Q3) e máximo. O tamanho da caixa indica a dispersão dos dados. Uma caixa maior sugere maior variabilidade nos dados, enquanto uma caixa menor sugere menor variabilidade, conforme descrito na Figura 31.

A caixa se estende de Q1 a Q3, cobrindo o intervalo interquartil ($IQR = Q3 - Q1$), que inclui os 50% centrais dos dados. O comprimento das *whiskers* indica a extensão dos dados fora do IQR. *Whiskers* curtos significam que os dados estão mais concentrados perto do IQR, enquanto *whiskers* longos indicam que os dados são mais espalhados. Se a caixa e as *whiskers* são aproximadamente simétricas em relação à mediana, a distribuição dos dados é aproximadamente simétrica. Se a caixa é inclinada para um lado e as *whiskers* são desiguais, os dados são assimétricos.

A linha em vermelho representa a mediana (Q2), sendo o 50º percentil dos dados. É o valor central dos dados, onde metade dos dados está abaixo e metade está acima. Outliers são valores que estão significativamente distantes da maioria dos dados. A presença de muitos outliers pode indicar a existência de valores extremos que podem influenciar a análise estatística.

Figura 31 - Descrição Boxplot



Fonte: O autor, 2023.

5.3 Visitas de Trabalho de Campo

Durante a visitas de trabalho de campo foram coletadas amostras de água para análises dos parâmetros físico-químicos, quais sejam: pH, turbidez, cor, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, e determinação das concentrações totais de ferro e manganês; além de análises microbiológicas de coliformes fecais e totais.

As amostras de água foram coletadas em poços amazonas, poço tubulares profundos e rasos, além da coleta diretamente nas águas do Rio Xingu por meio de motor bomba, ou bombas elétricas, utilizados para abastecimento das residências das duas comunidades, foco do estudo. Quando da ausência desses equipamentos, as amostras foram coletadas de forma manual com a utilização de baldes. As amostras foram armazenadas em frascos de polietileno descontaminados, fornecidos pelo LCA, e conservadas em baixa temperatura, em isopor contendo gelo até o momento das análises.

Todos os pontos tiveram suas coordenadas registradas (latitude e longitude) através do uso do aplicativo para celular, *Timestamp*, que captura imagens registrando os pontos geográficos, para posterior construção de mapas georreferenciados de localização dos pontos de coleta.

Durante a visita de trabalho de campo, também, foram realizadas entrevistas com os moradores das comunidades com a finalidade de conhece-las e traçar o perfil Sócio-Econômico-Ambiental e Fitossanitário de cada uma, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – Apêndice B), tendo o questionário sido aprovado pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa gerenciado pela Plataforma Brasil sob o nº de CCAE 55987922.3.0000.5282, com perguntas fechadas a partir de 4 etapas: a) Dados do Informante; b) Dados do Estabelecimento; c) Dados Socioeconômicos dos Familiares; d) Dados Ambientais e Fitossanitários (Apêndice C).

Foi realizado, ainda, o registro fotográfico das residências e pontos de captação das localidades estudadas de Arapujá (Apêndices D, F) e Paratizão (Apêndices E, G).

Durante a primeira coleta, as análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, tiveram como objetivo levantar informações básicas sobre a adequação dos pontos selecionados, em termos de localização e possibilidade efetiva de coleta, considerando questões relacionadas ao relevo e à consequente dificuldade de acesso e localização dos poços tubulares profundos e rasos e coleta direta de água no Rio Xingu, bem como os parâmetros escolhidos e as suas metodologias de análises, além da logística necessária de deslocamento e

coleta das amostras. E desta forma obtermos um diagnóstico da qualidade da água captada no período de cheia, e de seca, do Rio Xingu pelas comunidades estudadas.

5.3.1 Campanha de março de 2022

A primeira visita de campo para coleta de amostras ocorreu nos dias 20 e 21 de março de 2022, no período de cheia do Rio Xingu, quando foram mapeadas 22 (vinte e duas) residências distribuídas nas duas localidades, sendo 9 (nove) em Arapujá e 13 (treze) em Paratizão. Dessas residências foram visitadas e coletadas amostras de água de poço raso (amazonas) e água superficial de rio.

5.3.2 Campanha de novembro de 2022

A segunda visita de campo ocorreu entre os dias 19 e 26 de novembro de 2022, no período de seca do Rio Xingu, onde foram mapeadas um total de 33 (trinta e três) residências sendo 11 (onze) em Arapujá e 21 (vinte e um) em Paratizão. Dessas, somente foram coletadas amostras em 4 poços amazonas e 7 amostras de rios nas residências em Arapujá e 21 (vinte um) em Paratizão, sendo 16 amostras de poços amazonas e 5 amostras de rio.

Foi necessário adequar a metodologia da campanha de março de 2022, com coletas de amostras para análise microbiológica com a utilização do kit Colipaper®, que permite a análise quantitativa de coliformes totais e Coli. Por meio da contagem de formação de colônias no LAQUAX da UFPA, Campus de Altamira. As amostras de água coletadas para análises dos parâmetros físico-químicas, foram armazenadas em isopor com gelo e encaminhadas para o LCA em Altamira.

Nas residências visitadas em Arapujá foram coletadas 11 (onze) amostras, onde é apresentado para cada amostra o seu código de identificação, a referência da residência e o tipo de amostra coletada. Já nas residências visitadas em Paratizão foram coletadas 21 (vinte e um) amostras.

As características dos pontos de coleta de água variam para cada do tipo de coleta, tais como: Poço (PÇ); Rio (RI); Cacimba (CA); Grota (GR); Cachoeira (CH); Estação de

Tratamento de Esgoto (ETE); Captação de água (CP); e esta descrição faz parte do código da amostra.

5.4 Levantamento de dados complementares

Para o presente estudo foram levantados os dados sobre doenças de veiculação hídrica registrados para os municípios das localidades objeto do estudo nas bases de dados oriundas do Serviço de Vigilância de Saúde do Ministério da Saúde, por meio dos aplicativos Tabnet (Brasil, 2022) e Tableau DDA (*Tableau Public*, 2022). Os dados obtidos através desses aplicativos, foram utilizados para análises da situação epidemiológica incidente na área de estudo.

5.5 Desenvolvimento da cartilha informativa

Conforme destacado nos objetivos, além do objetivo central de avaliar a qualidade da água consumida na região de Arapujá e Paratizão, o presente estudo desenvolveu uma cartilha como forma de divulgação do trabalho desenvolvido, assim como orientações de cuidados básicos com a água de consumo, sendo:

- Cartilha informativa, com linguagem clara e objetiva, em formato de revista de quadrinhos;

5.5.1 Criação da cartilha intitulada: “Cuidados com a água para consumo”

Ao longo das duas visitas de campo, navegando entres as duas localidades, foi desenvolvida a concepção de uma cartilha no formato de quadrinho em HQ, com 10 (dez) páginas, a partir da apresentação de dois personagens que foram inspirados em dois garotos da localidade do Paratizão em Vitória do Xingu, PA, que auxiliaram a equipe do estudo nas campanhas de março e novembro de 2022.

O objetivo da cartilha é apresentar a localidade de Paratizão, a partir de orientações para utilização e manipulação de água, bem como procedimentos básicos para manter a água limpa e potável, a partir do acesso da água pelos poços para captação de água subterrânea, onde são armazenadas em caixa d'água, e distribuídas em torneiras, e outros meios de uso. O público atingido é de aproximadamente 80 (oitenta) famílias localizadas tanto na localidade do Paratizão em Vitória do Xingu, PA, quanto em Arapujá, em Altamira/PA.

A produção da cartilha contou com o apoio dos alunos de escola pública do município de Altamira, que por meio de *story board* desenvolviam as cenas de cada quadro, além de terem acesso as fotografias dos ribeirinhos para conseguirem desenvolver as características físicas de cada personagem. A cartilha em quadrinho HQ está disponível no Apêndice A deste estudo.

6 RESULTADOS

Neste ponto do trabalho serão apresentados os resultados alcançados através da coleta de informações do questionário aplicado durante as visitas de campo, e os resultados obtidos através das análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos das amostras de água coletadas em março e novembro de 2022, e da leitura da sonda multiparâmetros utilizada durante as coletas dessas amostras.

6.1 Avaliação das características socioeconômicas

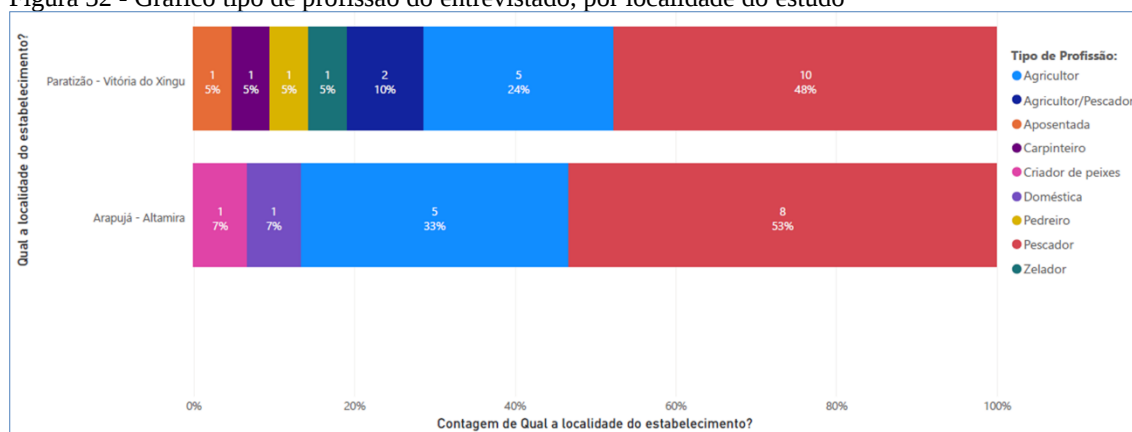
Durante as visitas de trabalho de campo, nos meses de março e novembro de 2022, foram realizadas entrevistas junto aos ribeirinhos reassentados nas localidades do Arapujá (15 entrevistados) e Paratizão (21 entrevistados) com a finalidade de traçar o perfil Sócio-Econômico-Ambiental e Fitossanitário. Para tal, foi apresentado a estes ribeirinhos o TCLE e o questionário aprovado pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, gerenciado pela Plataforma Brasil sob o nº de CCAE 55987922.3.0000.5282, com perguntas fechadas divididas em 4 blocos:

- a) Dados do Informante;
- b) Dados do Estabelecimento;
- c) Dados Socioeconômicos dos Familiares;
- d) Dados Ambientais e Fitossanitários.

Os dados obtidos por meio desta pesquisa foram considerados confidenciais e foram utilizados de forma consolidada sem qualquer identificação de indivíduos ou instituições participantes, podendo ser tornados públicos nos meios acadêmicos e científicos. Para uma visão consolidada desses resultados serão apresentados a seguir os gráficos que consolidam os diversos parâmetros do questionário.

A Figura 32 apresenta o gráfico em barras, subdividido nas duas localidades do estudo, Paratizão e Arapujá, com a distribuição da profissão dos entrevistados. Assim, os dados demonstram que a maioria dos entrevistados se apresenta como pescadores, sendo 48% dos entrevistados em Paratizão e 53% em Arapujá.

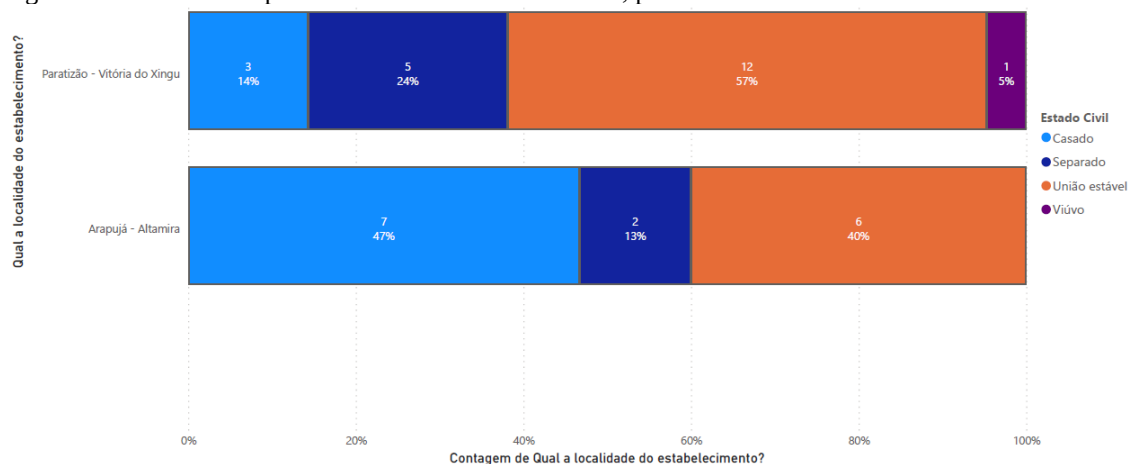
Figura 32 - Gráfico tipo de profissão do entrevistado, por localidade do estudo



Fonte: O autor, 2024

A Figura 33 mostra o gráfico em barras, subdividido nas duas localidades do estudo, identificando o estado civil do entrevistado. Em Paratizão, a maioria dos entrevistados (57%) afirmou ter uma situação de união estável, diferentemente da Arapujá, onde 47% assumem ser casados e 40% em união estável.

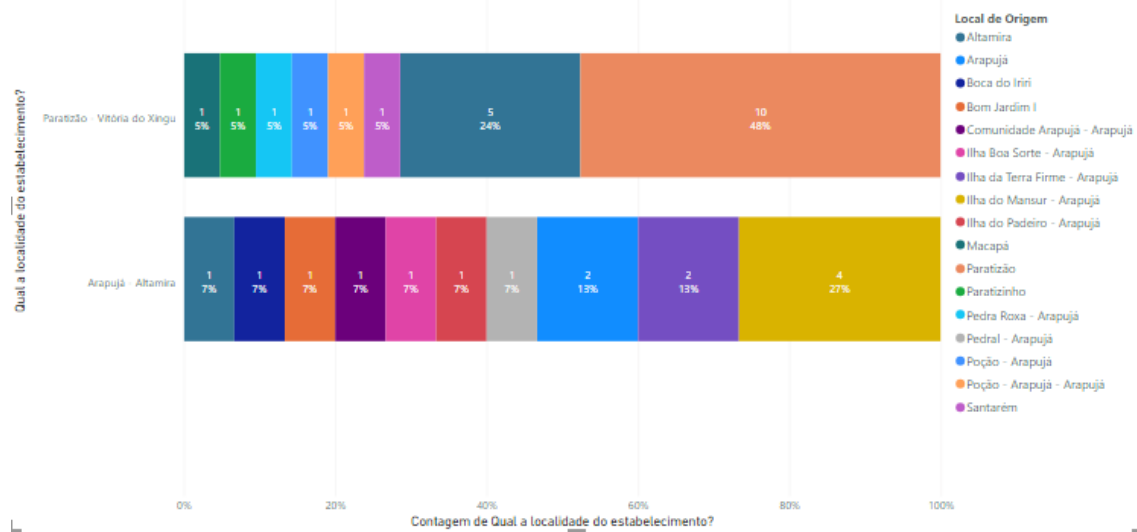
Figura 33 - Gráfico do tipo de estado civil do entrevistado, por localidade do estudo



Fonte: O autor, 2024.

A Figura 34 apresenta o gráfico de barras, subdividido nas duas localidades do estudo, mostrando a localidade de origem do entrevistado, ou seja, o local que morava antes da sua chegada na região. Assim, foi possível identificar que 72% dos entrevistados em Paratizão têm origem na própria localidade de Paratizão e proximidades, o restante habitavam outras localidades, inclusive com dois entrevistados de fora da região, oriundos de Macapá e Santarém. Já em Arapujá a diversidade de origem dos entrevistados é maior, mas a maioria proveniente das ilhas e arredores da região, totalizando 81 % oriundos da própria localidade.

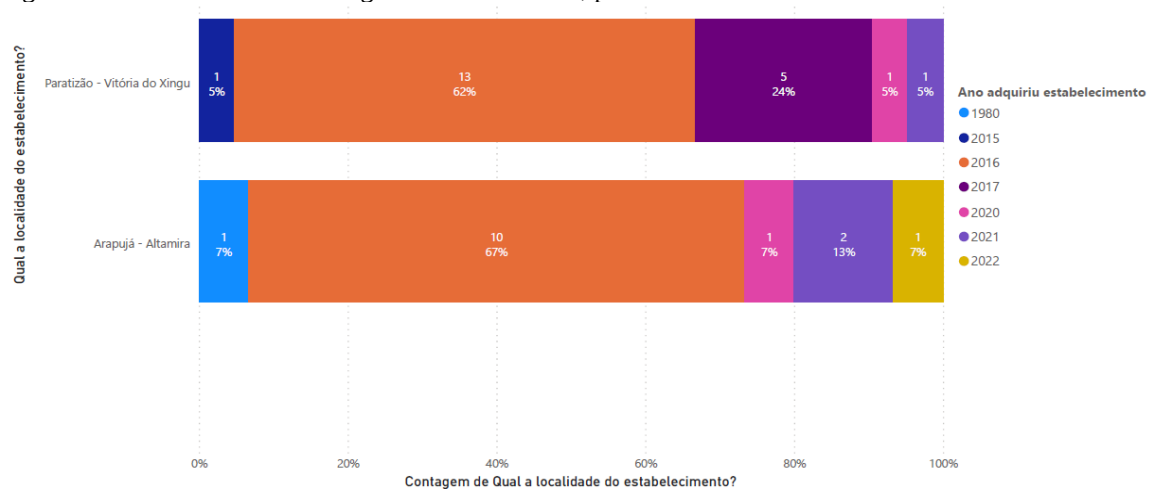
Figura 34 - Gráfico do local de origem do entrevistado, por localidade do estudo



Fonte: O autor, 2024.

A Figura 35 apresenta o gráfico de barras, subdividido nas duas localidades do estudo, indicando o ano em que o entrevistado chegou na região. Assim, a maioria dos ribeirinhos de Paratizão e Arapujá adquiriu ou recebeu suas terras no ano de 2016, sendo um percentual de 62% dos entrevistados de Paratizão e de 67% em Arapujá. Observa-se ainda que 24% dos entrevistados de Paratizão chegaram ao local no ano de 2017, totalizando 86% no período 2016-2017. Destaque para um proprietário residente em Arapujá que chegou na região no ano de 1980.

Figura 35 - Gráfico do ano de chegada do entrevistado, por localidade do estudo



Fonte: O autor, 2024.

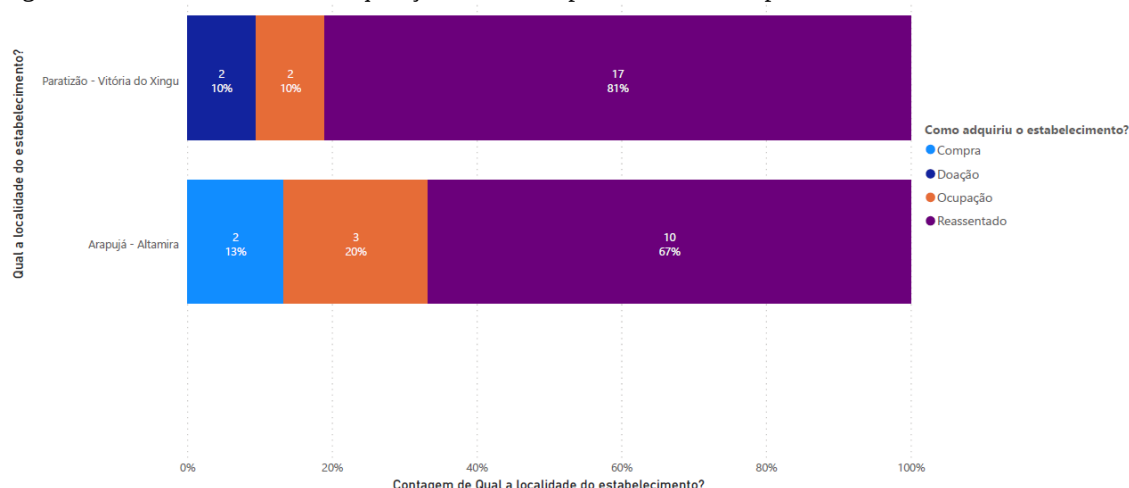
Faz-se necessário relembrar que a construção da usina de Belo Monte começou no ano de 2010 e o enchimento de seu reservatório teve início em 12 de dezembro de 2015, sendo

concluído em 13 de fevereiro de 2016, o que corrobora a ocorrência da maioria dos assentamentos nessa época.

Interessante, também, observar que a transferência de propriedade também continua a ocorrer na região, pois 6 entrevistados (2 em Paratizão e 4 em Arapujá) afirmaram terem adquirido as terras depois de 2020, tendo um deles adquirido as terras em 2022.

A Figura 36 apresenta o gráfico de barras, subdividido nas duas localidades do estudo, indicando o modo como o entrevistado adquiriu o estabelecimento. E aqui foi constatado que 81% dos entrevistados de Paratizão adquiriram o estabelecimento por assentamento, e em Arapujá esse percentual chegou a 67%. Foram encontrados, ainda, casos de ocupação (no total de 5 ocorrências), compra (2 casos em Arapujá) e doação (2 casos em Paratizão).

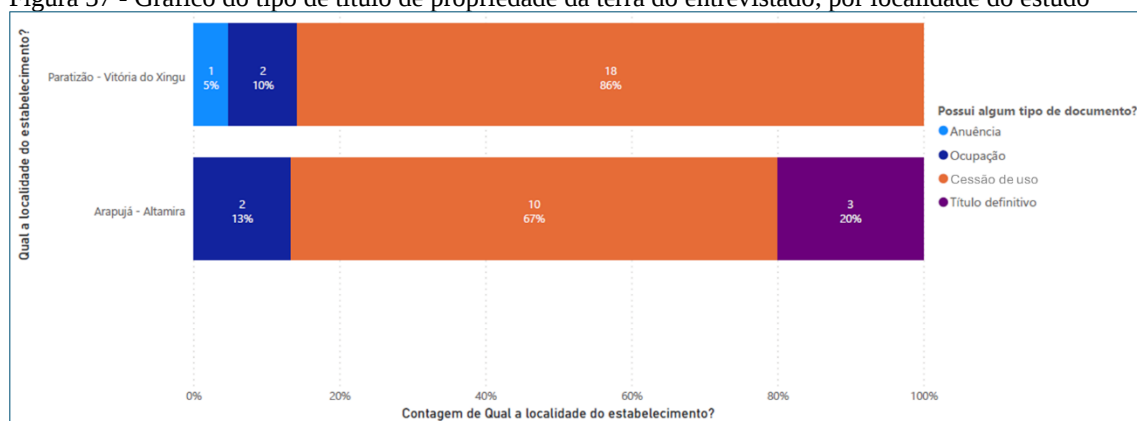
Figura 36 - Gráfico do modo de aquisição do terreno pelo entrevistado, por localidade do estudo



Fonte: O autor, 2024.

Na Figura 37, no gráfico em barras, subdividido nas duas localidades estudadas, é avaliado o tipo de documentação que o entrevistado possui em relação a propriedade que ocupa, e foi surpreendente o alto percentual encontrado sem a posse definitiva, tendo a maioria dos ribeirinhos somente termo de cessão de uso da terra, sendo 86% dos entrevistados de Paratizão, e 67% de Arapujá. Somente em Arapujá foram encontrados proprietários com títulos definitivos, totalizando 20% dos entrevistados dessa localidade.

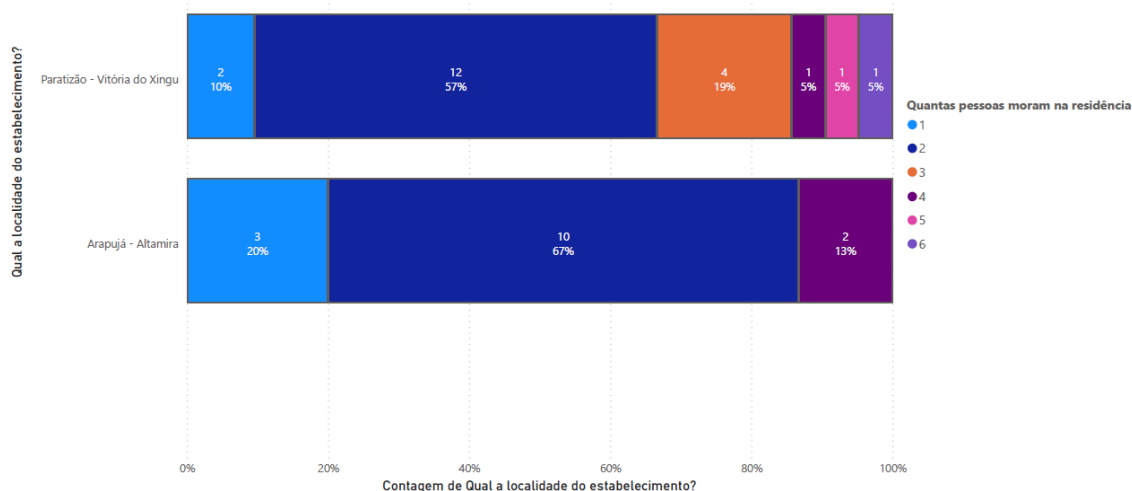
Figura 37 - Gráfico do tipo de título de propriedade da terra do entrevistado, por localidade do estudo



Fonte: O autor, 2024.

A Figura 38, apresenta o gráfico em barras, subdividido nas duas localidades estudadas, Paratizão e Arapujá, com o resultado do levantamento da quantidade de pessoas que moram no estabelecimento, onde pode ser observado que a maioria das residências é ocupada por até duas pessoas, sendo 67%, dos entrevistados de Paratizão e 87% em Arapujá.

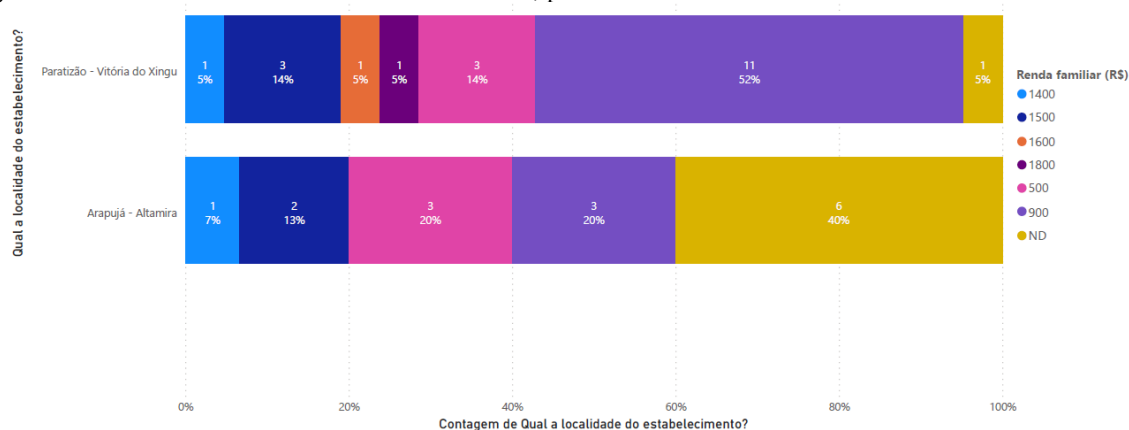
Figura 38 - Gráfico do número de pessoas residentes, por localidade do estudo



Fonte: O autor, 2024.

A Figura 39, mostra o gráfico em barras, subdividido nas duas localidades do Paratizão e Arapujá, com os resultados do levantamento da renda familiar, e aqui concluímos que 66%, dos entrevistados de Paratizão disseram que recebem até R\$ 900,00 mensais e, em Arapujá esse percentual chega a 40%, ou seja, uma renda familiar abaixo do salário-mínimo. Observa-se, também, que na localidade de Arapujá, 40% dos entrevistados não quiseram informar a faixa de renda familiar.

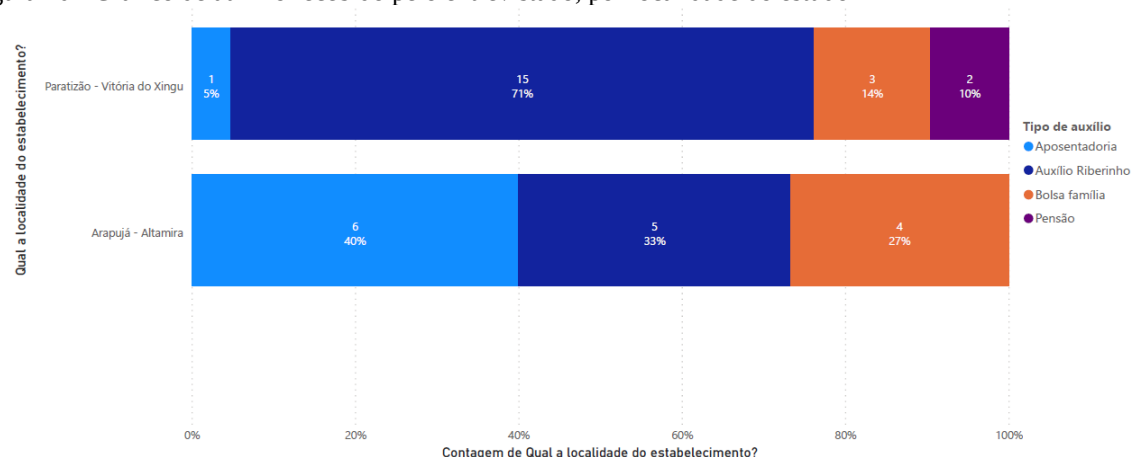
Figura 39 - Gráfico de renda familiar do entrevistado, por localidade do estudo



Fonte: O autor, 2024.

A Figura 40 apresenta o gráfico em barras, subdividido para as localidades do Paratizão e Arapujá, indicando o tipo de benefício (auxílio) recebido pelo entrevistado. Aqui encontramos um forte componente de ação do governo federal, através do Bolsa Família. Outro auxílio identificado foi o do Auxílio Ribeirinho, pago pela empresa Norte Energia como compensação pelas perdas provocadas aos ribeirinhos reassentados na região, no valor de R\$ 900,00, decorrente dos deslocamentos provocados pelo enchimento do lago da UHE de Belo Monte. Dos entrevistados de Paratizão, 71% disseram receber o Auxílio Ribeirinho fornecido e 14% o Bolsa Família. Já em Arapujá esses valores são de 33% e 27%, respectivamente.

Figura 40 - Gráfico de auxílio recebido pelo entrevistado, por localidade do estudo

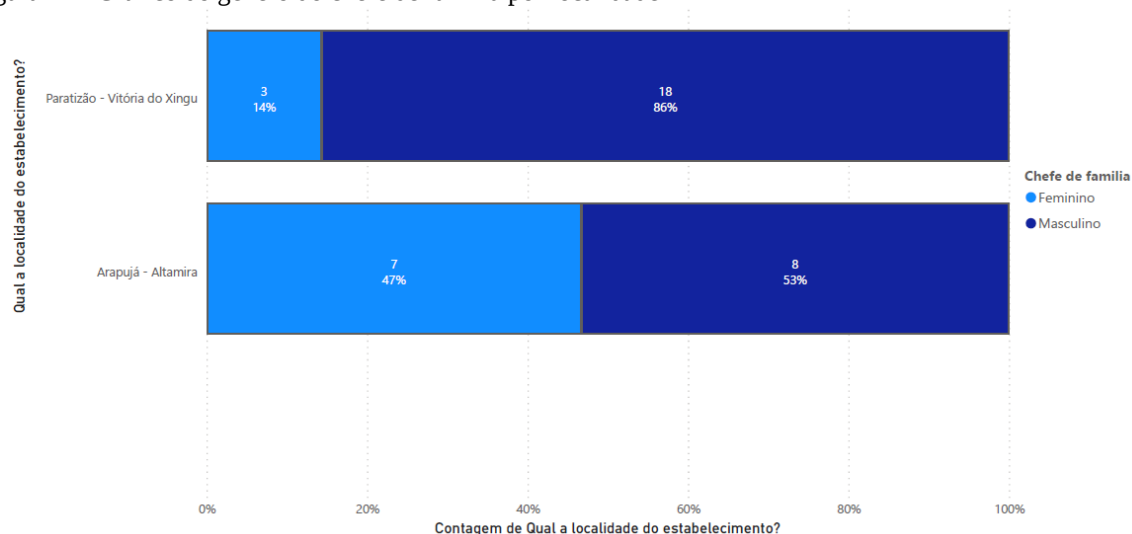


Fonte: O autor, 2024.

A Figura 41, apresenta os resultados de identificação do gênero do chefe familiar, assim o gráfico em barras, subdividido entre as localidades do Paratizão e Arapujá, mostra que 86%, dos entrevistados de Paratizão disseram que o chefe de família é representado pelo

gênero masculino e, em Arapujá esse percentual cai para 53%, ficando bem próximo da chefia feminina (47%).

Figura 41 - Gráfico do gênero do chefe de família por localidade

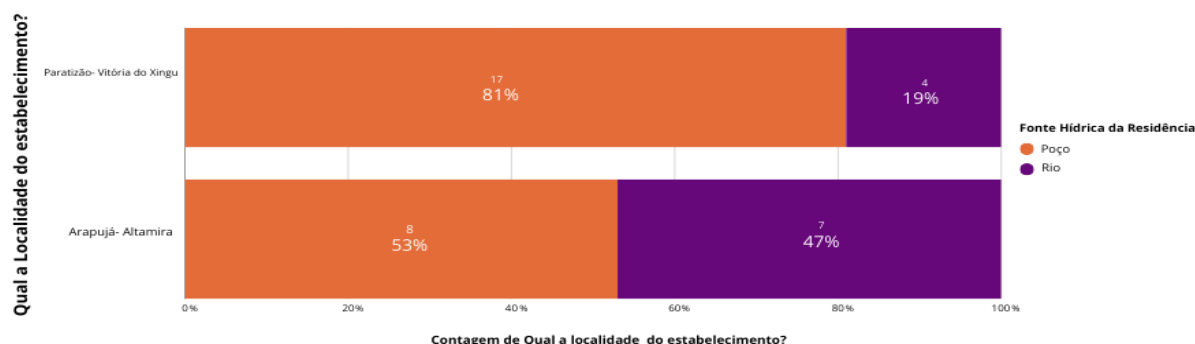


Fonte: O autor, 2024.

No questionário também foram formuladas perguntas quanto a origem da água consumida, o tipo de infraestrutura e o tratamento utilizado pelos ribeirinhos.

Na Figura 42 é apresentado o gráfico em barras, subdivididos para as localidades do estudo, indicando o tipo de fonte hídrica utilizado pelo entrevistado para suprir suas necessidades. Neste aspecto observou-se que em Paratizão a maioria dos entrevistados (81%,) informou utilizar a água subterrânea captada através dos poços tubulares e 19% com utilização da água superficial, proveniente do rio Xingu. Já em Arapujá o percentual de utilização de poços cai para 53%, porém a captação direta da água do rio Xingu é mais significativa, alcançando 47% dos entrevistados. Apenas 10% dos entrevistados informaram utilizar a água proveniente de grotas e cacimbas, situadas no Paratizão.

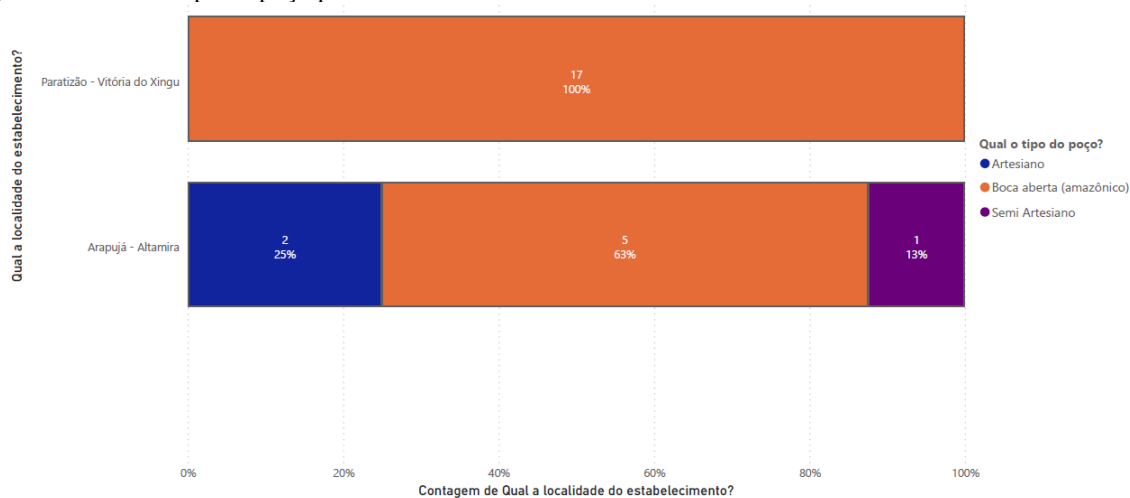
Figura 42 - Gráfico de tipo de fonte hídrica do estabelecimento, por localidade



Fonte: O autor, 2024.

Na Figura 43 o gráfico em barras, subdividido nas localidades do Paratizão e Arapujá, mostra qual o tipo de poço utilizado pelos ribeirinhos. Nos entrevistados em Paratizão, todos, que fazem o uso de poço, disseram que possuem o tipo poço raso, conhecido localmente como poço amazonas e, em Arapujá esse percentual foi de 62,5%, existindo duas captações em poços profundos, conhecidos localmente como artesiano, e uma em poço semiartesiano.

Figura 43 - Gráfico tipo de poço por localidade

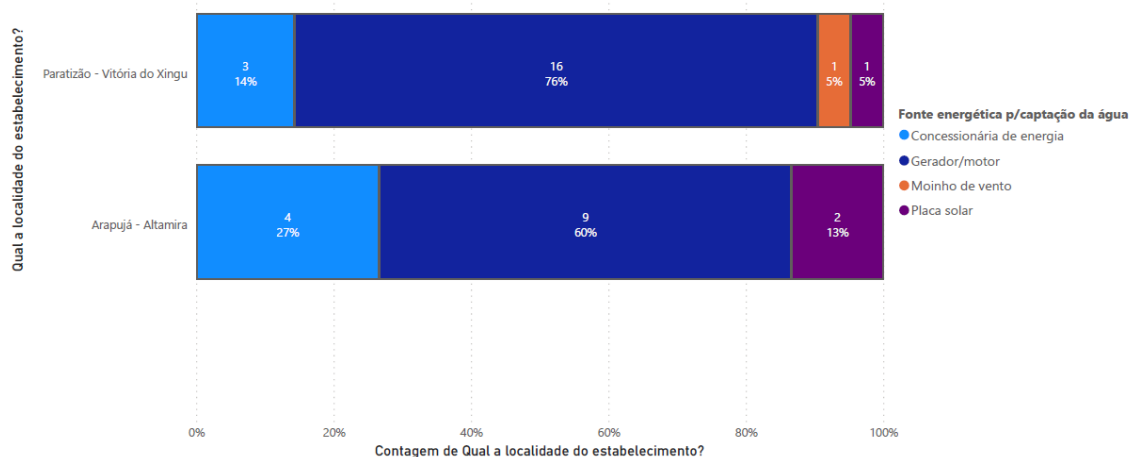


Fonte: O autor, 2024.

Na Figura 44 é apresentado o gráfico em barras evidenciando a fonte energética utilizada para a captação da água, subdividido para as localidades do Paratizão e Arapujá. Os resultados apontaram que para 76% dos entrevistados de Paratizão, a energia usada para a captação é proveniente de gerador/motor, e em Arapujá esse percentual chega em 60%.

Importante observar a utilização de moinho de vento e painel solar como fontes alternativas de energia utilizadas pelos ribeirinhos.

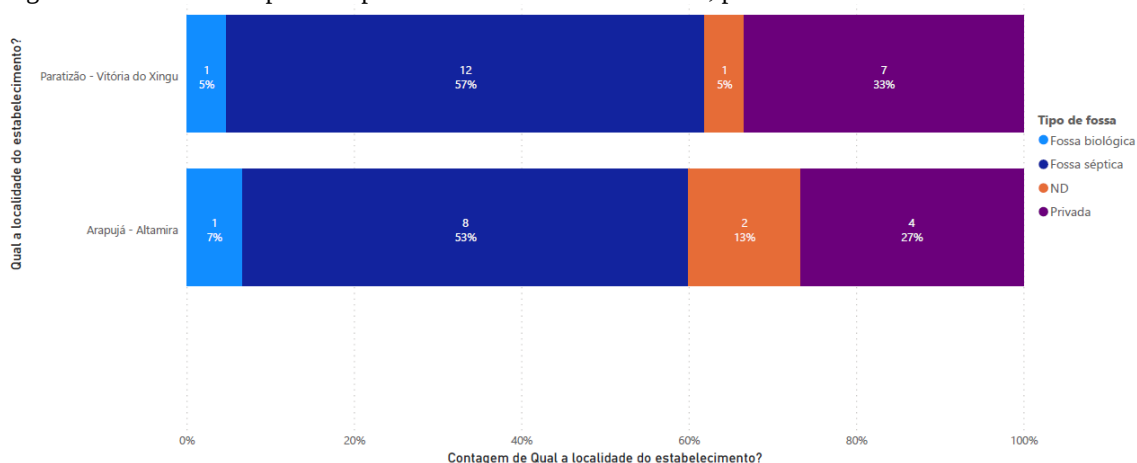
Figura 44 - Gráfico de qual a fonte energética utilizada para captação de água, por localidade



Fonte: O autor, 2024.

A Figura 45 apresenta o gráfico em barras, subdividido para as localidades do Paratizão e Arapujá, onde é apresentado o tipo de destinação dos efluentes domésticos gerados na propriedade do entrevistado, e demonstra que 62% dos entrevistados de Paratizão indicaram o uso de fossa, séptica ou biológica, e em Arapujá esse percentual foi de 60%. Interessante notar a presença significativa do uso de privadas rústicas.

Figura 45 - Gráfico do tipo de dispositivo de efluentes domésticos, por localidade



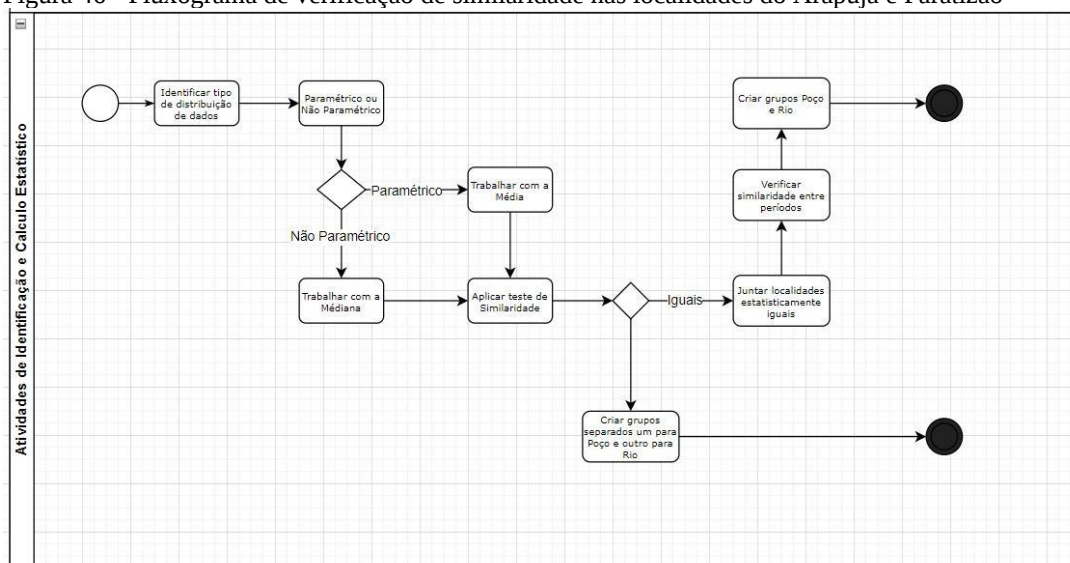
Fonte: O autor, 2024.

A presença do uso de privadas rudimentares não apenas pode provocar a poluição do solo, mas também a possibilidade de poluir o lençol freático. Provocam ainda desconfortos por causa dos odores desagradáveis e risco de doenças por falta de higiene e pela proximidade com poços de captação de água subterrânea e de cursos d'água.

6.2 Definição de grupos por similaridade

A partir da determinação de um fluxograma de verificação do tipo de distribuição de dados para paramétrico (trabalha com a média) ou não paramétrico (trabalha com a mediana) a partir deste resultado aplica-se teste de similaridade, para as amostras de águas de poços rasos (amazonas) e águas superficiais de rio, conforme Figura 46 abaixo:

Figura 46 - Fluxograma de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão



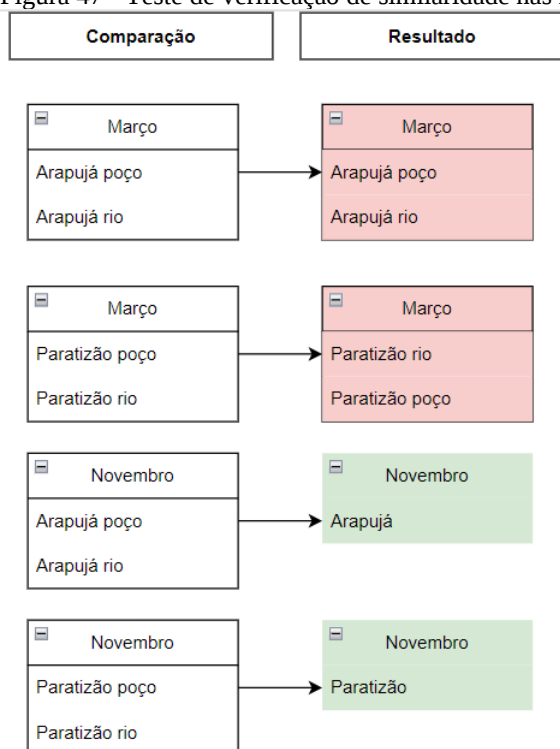
Fonte: O Autor, 2024

Ao se analisar a base de dados, construída a partir das campanhas de campo dos meses de março e novembro de 2022, para as localidades de Arapujá e Paratizão, tendo ponto de coleta de amostra de águas, poço vs rio, obteve-se inicialmente 8 (oito) grupos, sendo eles:

- a) Localidade de Arapujá, mês de novembro, amostra de poço;
- b) Localidade de Arapujá, mês de novembro, amostra de rio;
- c) Localidade de Arapujá, mês de março, amostra de poço;
- d) Localidade de Arapujá, mês de março, amostra de rio;
- e) Localidade de Paratizão, mês de novembro, amostra de poço;
- f) Localidade de Paratizão, mês de novembro, amostra de rio;
- g) Localidade de Paratizão, mês de março, amostra de poço;
- h) Localidade de Paratizão, mês de março, amostra de rio.

Para se realizar a redução de grupos, foi aplicado um teste de verificação de similaridade. Aplicou-se o teste de normalidade de *Shapiro Wilk* nos dados dos grupos em questão, porém metade do grupo apresentou distribuição normal e a outra metade não apresentou distribuição normal, logo, utilizou-se o teste não paramétrico *Mann-Whitney*. E os resultados são apresentados, como seguem:

Figura 47 - Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão



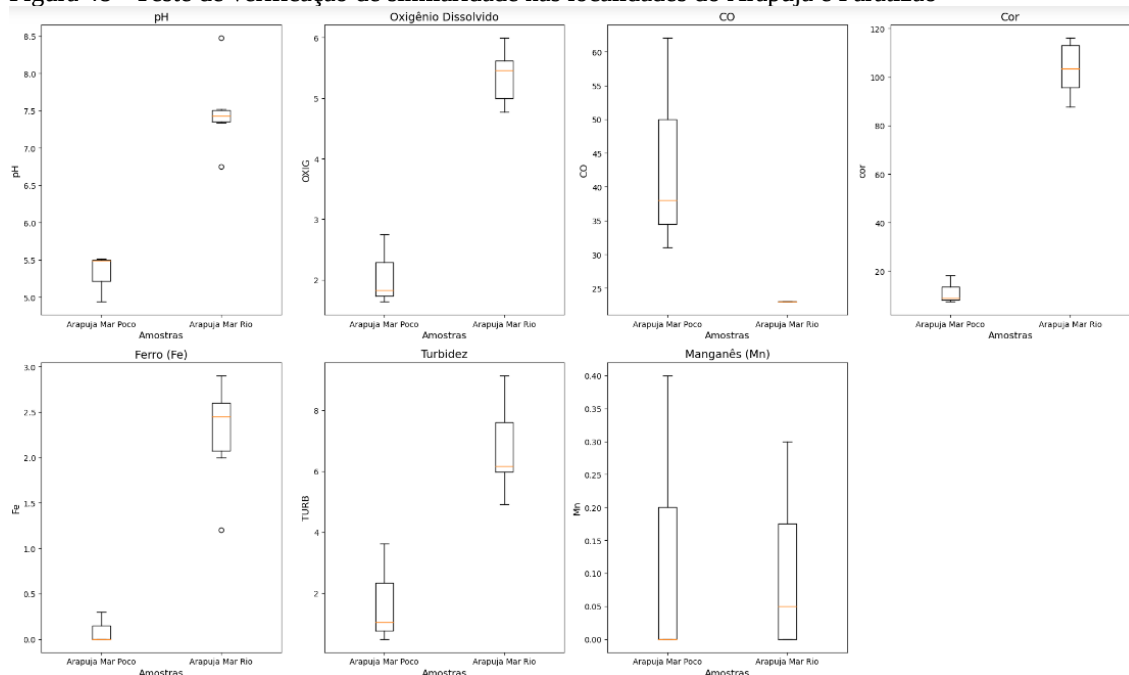
Fonte: O Autor, 2024

6.2.1 Grupo 1 - Arapujá março (rio vs poço)

As variáveis analisadas foram: pH; Oxigênio Dissolvido, Condutividade Elétrica, Cor, Ferro Total, Turbidez e Manganês e seus p-valores são: 0.02, 0.02, 0.01, 0.02, 0.03, 0.02 e 1, respectivamente.

Usando 0.05 de nível de significância rejeita-se a hipótese nula (de que não há diferença significativa entre os grupos), pois a maioria dos p-valores são menores que o nível de significância. Isso significa que há uma diferença estatisticamente significativa entre a localidade de Arapujá, mês de março para amostras de água de poço e a localidade de Arapujá, mês de março para amostras de água de rio.

Figura 48 - Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão



Fonte: O Autor, 2024

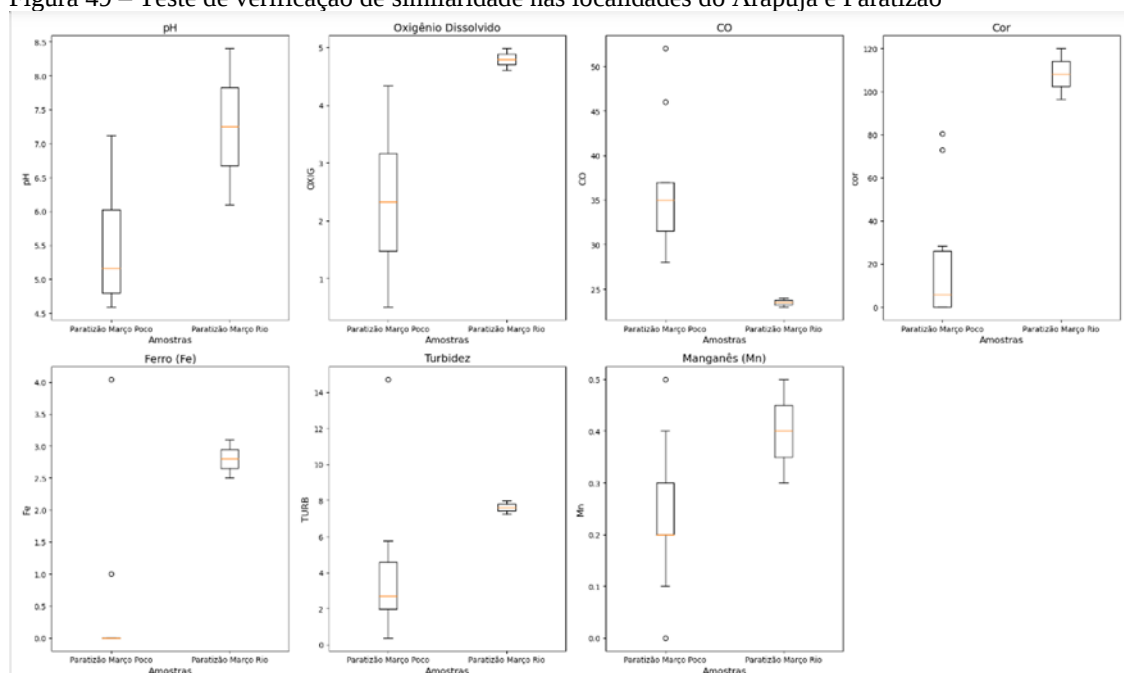
6.2.2 Grupo 2- Paratizão março (rio vs poço)

As variáveis analisadas foram: pH; Oxigênio Dissolvido, Condutividade Elétrica, Cor, Ferro Total, Turbidez e Manganês e seus p-valores são: 0.15, 0.02, 0.04, 0.04, 0.04, 0.1 e 0.15, respectivamente.

Usando 0.05 de nível de significância rejeita-se a hipótese nula (de que não há diferença significativa entre os grupos), pois a maioria dos p-valores são menores que o nível de significância.

Isso significa que há uma diferença estatisticamente significativa entre a localidade de Paratizão, mês de março para amostras de água de poço e a localidade de Paratizão, mês de março para amostras de água de rio.

Figura 49 – Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão



Fonte: O Autor, 2024

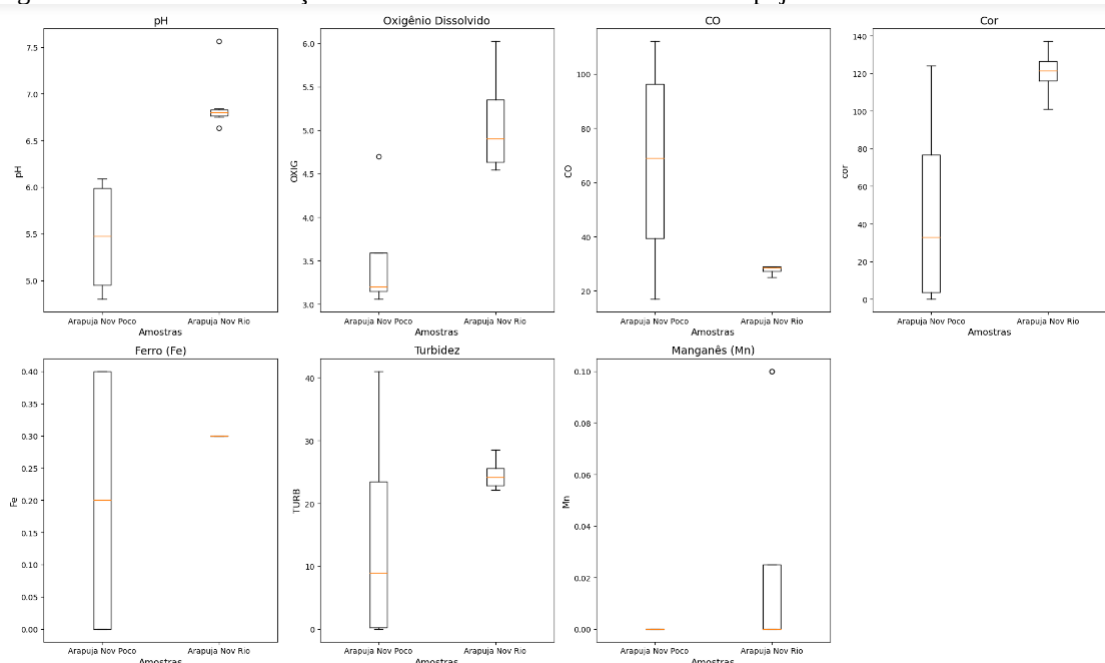
6.2.3 Grupo 3- Arapujá novembro (rio vs poço)

As variáveis analisadas foram: pH; Oxigênio Dissolvido, Condutividade Elétrica, Cor, Ferro Total, Turbidez e Manganês e seus p-valores são, 0.01, 0.04, 0.24, 0.09, 1, 0.21 e 0.36, respectivamente.

Usando 0.05 de nível de significância não se rejeita a hipótese nula (de que não há diferença significativa entre os grupos), pois a maioria dos p-valores são maiores que o nível de significância.

Isso significa que há uma diferença estatisticamente significativa entre a localidade de Arapujá, mês de novembro para amostras de água de poço e a localidade de Arapujá, mês de novembro para amostras de água de rio.

Figura 50 - Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão



Fonte: O Autor, 2024

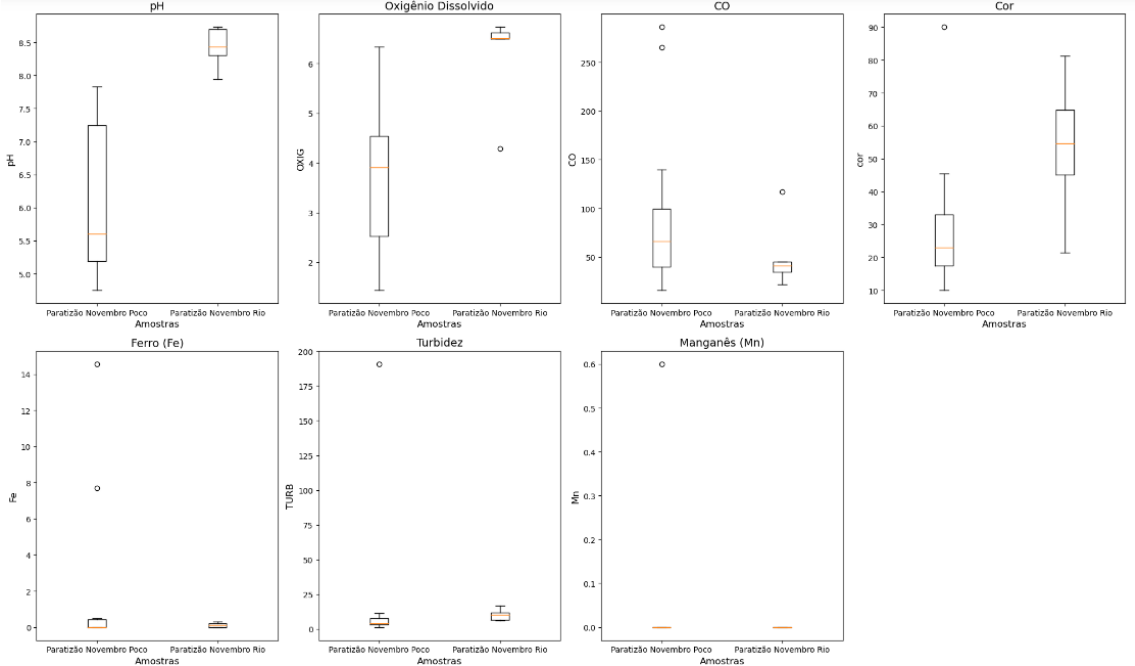
6.2.4 Grupo 4- Paratizão novembro (rio vs poço)

As variáveis analisadas foram: pH; Oxigênio Dissolvido, Condutividade Elétrica, Cor, Ferro Total, Turbidez e Manganês e seus p-valores são, 0.0, 0.00, 0.23, 0.03, 0.96, 0.05 e 0.65, respectivamente.

Usando 0.05 de nível de significância não se rejeita a hipótese nula (de que não há diferença significativa entre os grupos), pois a maioria dos p-valores são maiores que o nível de significância.

Isso significa que há uma diferença estatisticamente significativa entre a localidade de Paratizão, mês de novembro para amostras de água de poço e a localidade de Paratizão, mês de novembro para amostras de água de rio.

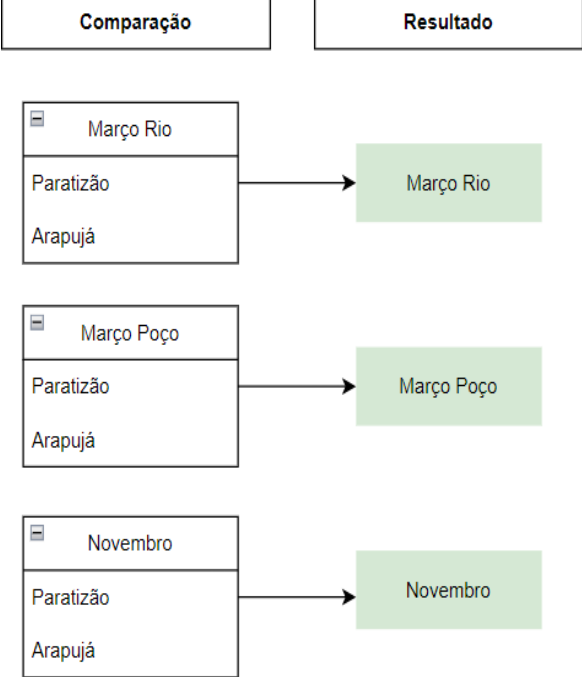
Figura 51 - Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão



Fonte: O Autor, 2024

A partir dos resultados de formação de Grupos anteriores, foram feitos novos testes e os Grupos foram reduzidos de 8 (oito) para 4 (quatro). Foram realizados um novo conjunto de testes para os resultados anteriores e os resultados são demonstrados na Figura X, abaixo:

Figura 52 - Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão



Fonte: O Autor, 2024

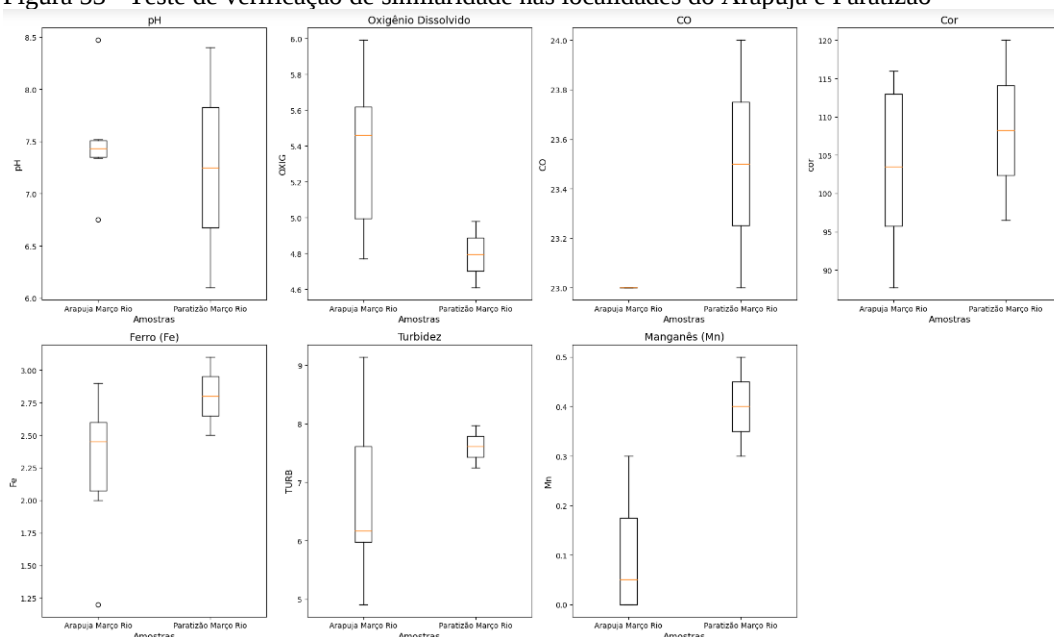
6.2.5 Grupo 1.1 – Março - rio (Paratizão vs Arapujá)

As variáveis analisadas foram: pH; Oxigênio Dissolvido, Condutividade Elétrica, Cor, Ferro Total, Turbidez e Manganês e seus p-valores são, 0,86, 0,29, 0,01, 0,15, 0,64, 0,4 e 0,64, respectivamente.

Usando 0,05 de nível de significância não rejeita-se a hipótese nula (de que não há diferença significativa entre os grupos), pois a todos dos p-valores são maiores que o nível de significância.

Isso significa que há uma diferença estatisticamente significativa entre a localidade de Arapujá, mês de março para amostras de água de rio e a localidade de Paratizão, mês de março para amostras de água de rio.

Figura 53 - Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão



Fonte: O Autor, 2024

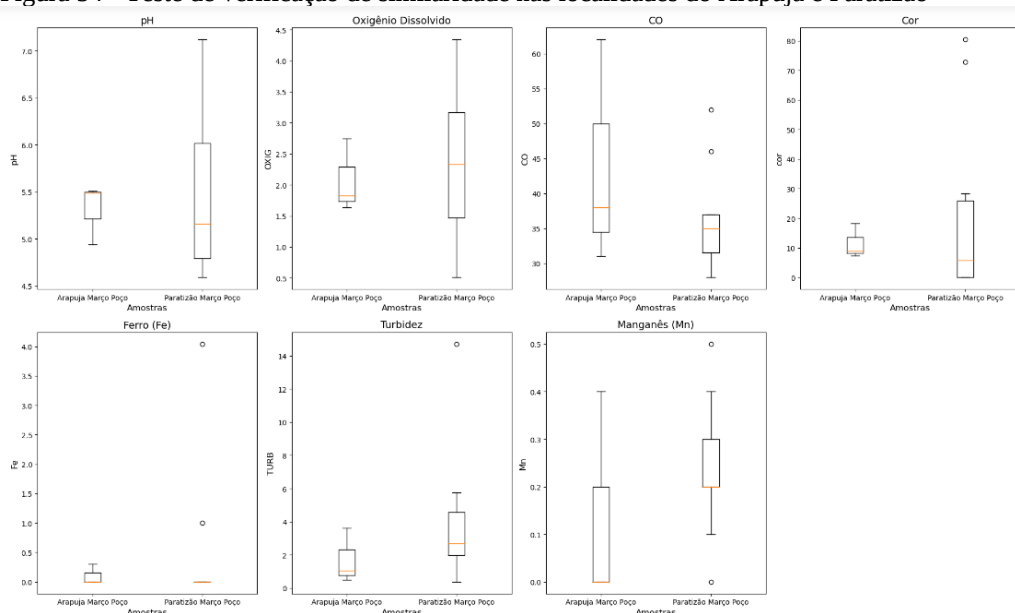
6.2.6 Grupo 1.2 – Março - poço (Paratizão vs Arapujá)

As variáveis analisadas foram: pH; Oxigênio Dissolvido, Condutividade Elétrica, Cor, Ferro Total, Turbidez e Manganês e seus p-valores são, 0,88, 0,88, 0,35, 0,75, 0,83, 0,23 e 0,38, respectivamente.

Usando 0.05 de nível de significância não rejeita-se a hipótese nula (de que não há diferença significativa entre os grupos), pois a maioria dos p-valores são maiores que o nível de significância.

Isso significa que há uma diferença estatisticamente significativa entre a localidade de Arapujá, mês de março para amostras de água de rio e a localidade de Paratizão, mês de março para amostras de água de rio.

Figura 54 - Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão



Fonte: O Autor, 2024

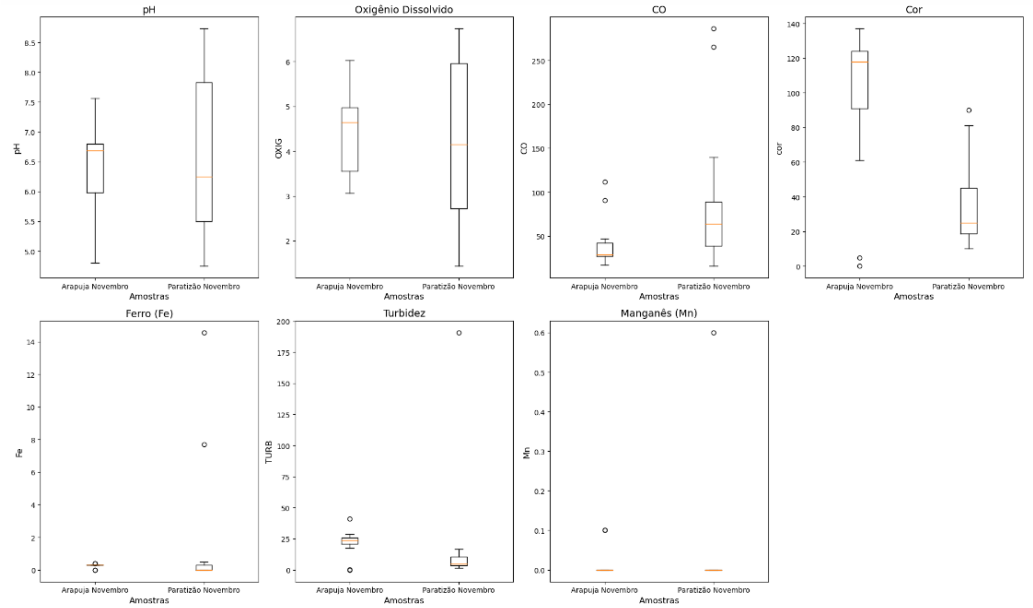
6.2.7 Grupo 1.3 – Novembro (Paratizão vs Arapujá)

As variáveis analisadas foram: pH; Oxigênio Dissolvido, Condutividade Elétrica, Cor, Ferro Total, Turbidez e Manganês e seus p-valores são, 0.54, 0.6, 0.03, 0.0, 0.1, 0.01 e 0.31, respectivamente.

Usando 0.05 de nível de significância não se rejeita a hipótese nula (de que não há diferença significativa entre os grupos), pois a maioria dos p-valores são maiores que o nível de significância.

Isso significa que há uma diferença estatisticamente significativa entre a localidade de Arapujá, mês de março para amostras de água de rio e a localidade de Paratizão, mês de março para amostras de água de rio.

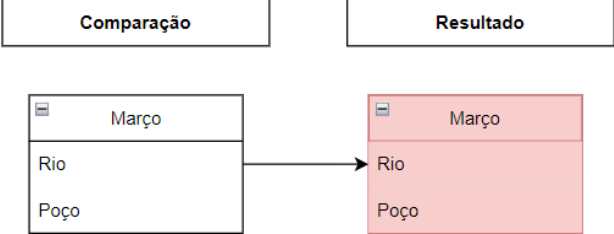
Figura 55 - Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão



Fonte: O Autor, 2024

Foi feito um novo conjunto de teste para os resultados anteriores e não foi possível reduzir os grupos, os resultados são demonstrados abaixo:

Figura 56 - Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão



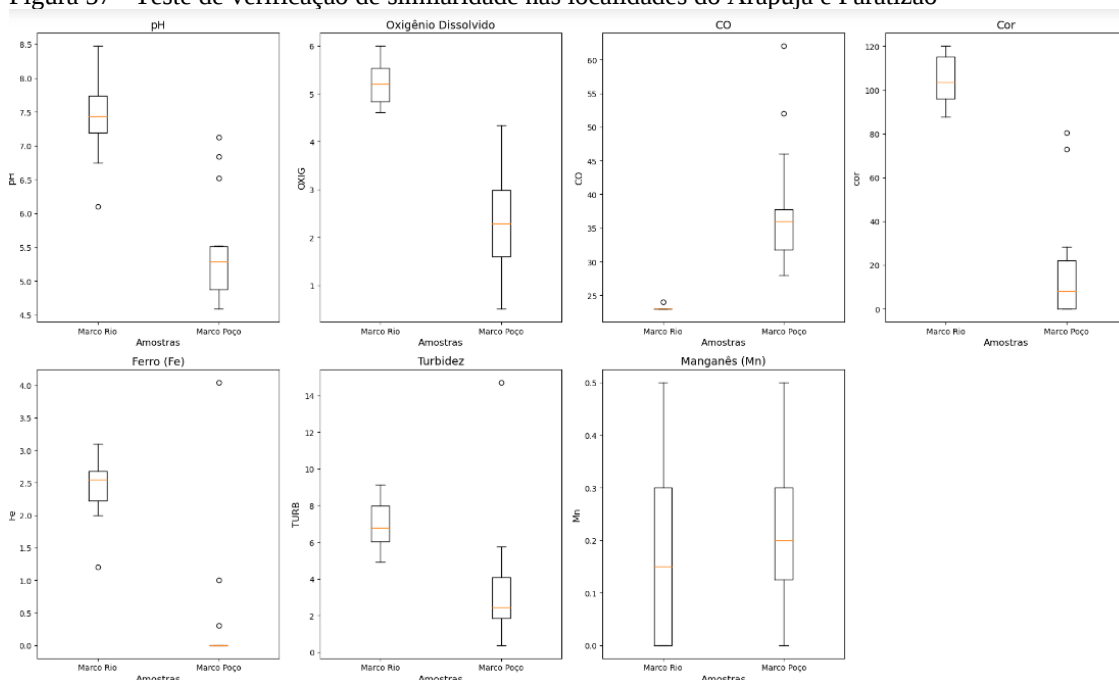
Fonte: O Autor, 2024

As variáveis analisadas foram: pH; Oxigênio Dissolvido, Condutividade Elétrica, Cor, Ferro Total, Turbidez e Manganês e seus p-valores são, 0.00, 0.00, 0.00, 0.0, 0.0, 0.00 e 0.06, respectivamente.

Usando 0.05 de nível de significância rejeita-se a hipótese nula (de que não há diferença significativa entre os grupos), pois a maioria dos p-valores são menores que o nível de significância.

Isso significa há uma diferença estatisticamente significativa entre o mês de março para amostra de água de rio e mês de março para amostra de água de poço.

Figura 57 - Teste de verificação de similaridade nas localidades do Arapujá e Paratizão



6.3 Conjuntos das análises por parâmetros físico-químicos nas localidades de Arapujá e Paratizão para os meses de março e novembro de 2022

Em continuidade ao capítulo de Resultados, serão apresentadas as análises a partir da aplicação da metodologia descrita no capítulo 5, com informações sobre os resultados dos parâmetros físico-químicos baseados na Portaria nº 888, de 2021, do Ministério da Saúde, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, além dos resultados das análises dos parâmetros microbiológicos.

6.3.1 Análise do parâmetro físico-químico do Ferro

Com relação ao parâmetro físico-químico do Ferro, o seu limite máximo permitido na água para consumo humano é de 0,3 mg/L ou 0,5 mg/L em sistemas de distribuição que utilizem apenas cloro gasoso para desinfecção.

Salienta-se que a exposição prolongada a altos níveis de Ferro pode causar problemas de saúde, tais como alterações na coloração dos dentes e problemas gastrointestinais, além de poder afetar a qualidade da água para consumo humano, alterando o seu sabor, odor e aparência. Por isso, é fundamental que sejam realizados monitoramentos periódicos da qualidade da água para garantir que ela esteja de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação.

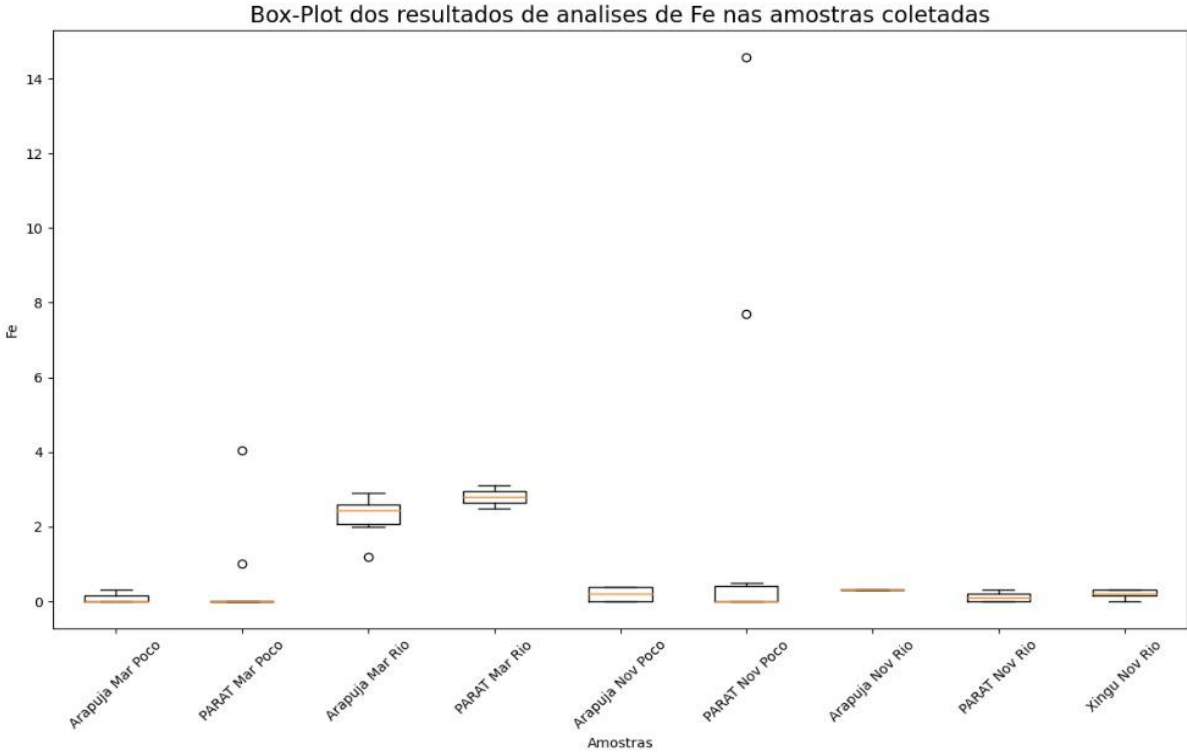
De acordo com os resultados, o parâmetro Ferro Total apresentou valores mais acentuados na localidade do Paratizão. No entanto, diversas amostras tiveram valores não detectáveis.

O gráfico da Figura 58 apresenta o resumo dos resultados das análises do parâmetro Ferro Total (mg/L) para as localidades de Paratizão, Arapujá e rio Xingu, organizados de acordo com a fonte de captação de água, poço vs rio.

Diante da comparação de períodos de coletas, as amostras do mês de março de 2022 tendem a ter variação semelhante às amostras do mês de novembro de 2022.

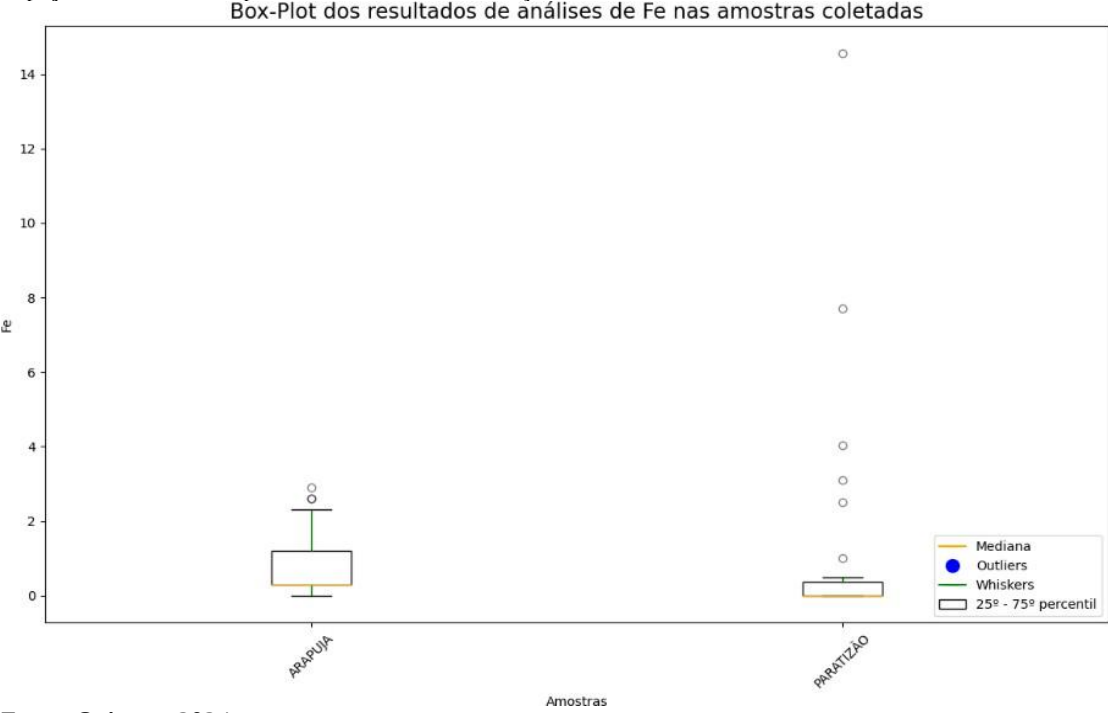
Quando a comparação é realizada entre localidades, as amostras de Arapujá e Paratizão têm padrões semelhantes dentro dos mesmos períodos, além disso os pontos de *outliers* são observados em Paratizão para os meses de março e novembro de 2022 para as amostras de poço, sugerindo a presença de eventos esporádicos que afetam o parâmetro de Ferro Totais nesses locais.

Figura 58 - Boxplot dos resultados de análises de Ferro (mg/L) nas amostras de Poço vs Rio, coletadas para as campanhas de março/novembro 2022



Fonte: O Autor, 2024

Figura 59 - Boxplot dos resultados das análises de Ferro (mg/L) nas amostras coletadas nas localidades de Arapujá e Paratizão, no período dos meses de março e novembro de 2022.



Fonte: O Autor, 2024

O Boxplot apresentado na Figura 59, acima, mostra a distribuição dos valores de Ferro Total para duas amostras diferentes: "ARAPUJA" e "PARATIZÃO". Diante disso, foram analisadas e comparadas esses dois conjuntos de dados, tais como seguem:

Variabilidade e Dispersão: "PARATIZÃO" mostra uma variabilidade muito menor e uma dispersão menor dos valores de FE em comparação a "ARAPUJA".

Valores Extremos (Outliers): A quantidade e magnitude dos *outliers* em "PARATIZÃO" são significativamente maiores do que em "ARAPUJA", sugerindo a presença de várias observações atípicas.

Centralidade dos Dados: A mediana mais alta em " ARAPUJA " indica que os valores de FE tendem a ser um pouco maiores em média do que em " PARATIZÃO ".

Quartis: Tem uma grande quantidade de dados concentrada acima da mediana, fazendo com que o limite inferior e Q1 se sobreponham.

6.3.2 Análise do parâmetro físico-químico do Manganês

Quanto aos limites de parâmetro físico-químico do Manganês, a referida portaria estabelece o seguinte:

a) Valor Máximo Permitido (VMP): 0,1 mg/L (miligrama por litro);

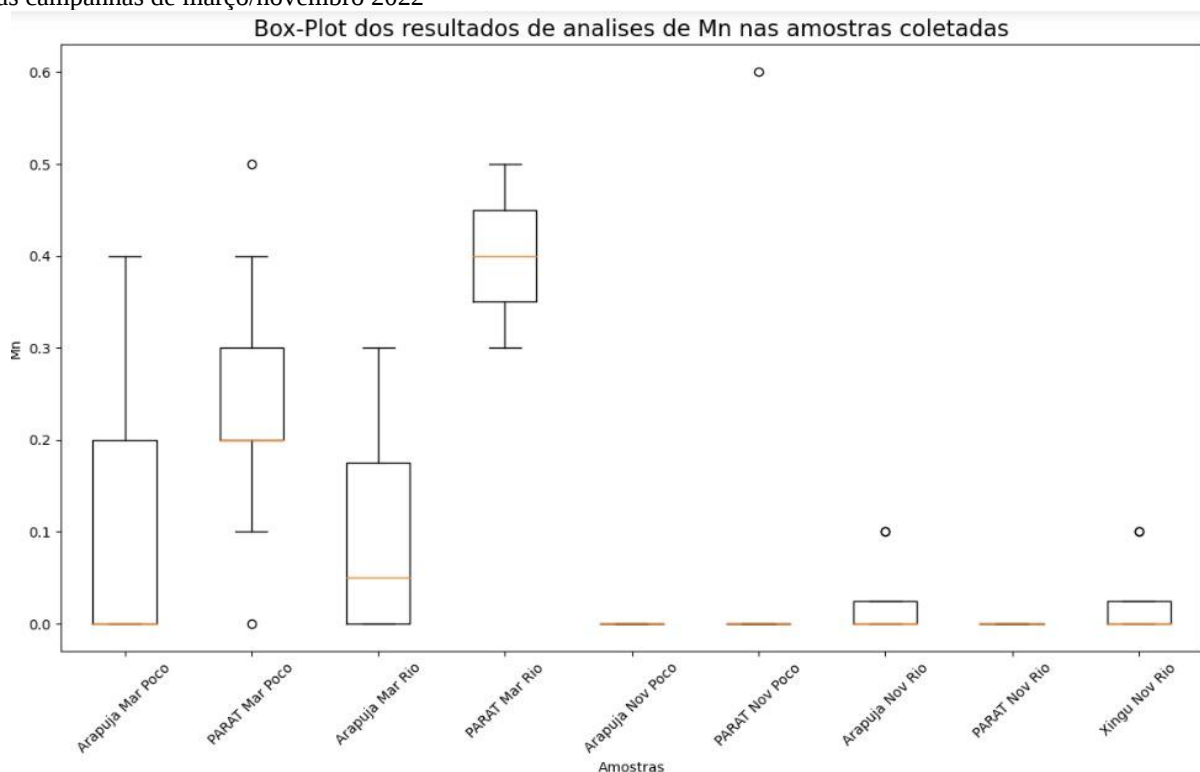
b) Concentração Máxima Aceitável (CMA): 0,4 mg/L

O Valor Máximo Permitido (VMP) é o limite máximo de manganês permitido na água para consumo humano, enquanto a Concentração Máxima Aceitável (CMA) é o limite máximo tolerado para casos em que não seja possível cumprir o VMP devido às características naturais da fonte de água. Destaca-se que os limites estabelecidos pela portaria são para garantir a segurança da água para consumo humano, e que a exposição a altas concentrações de manganês por longos períodos pode causar problemas de saúde, tais como distúrbios neurológicos e respiratórios. Portanto, é fundamental garantir a qualidade da água consumida, especialmente em áreas onde a presença de manganês na água é mais comum.

O gráfico da Figura 60 apresenta o resumo dos resultados das análises do parâmetro Manganês (mg/L) para as localidades de Paratizão, Arapujá e rio Xingu, organizados de acordo com a fonte de captação de água, poço vs rio. As amostras da localidade de Arapujá e Paratizão têm padrões diferentes dentro dos mesmos períodos dos meses de março e novembro de 2022.

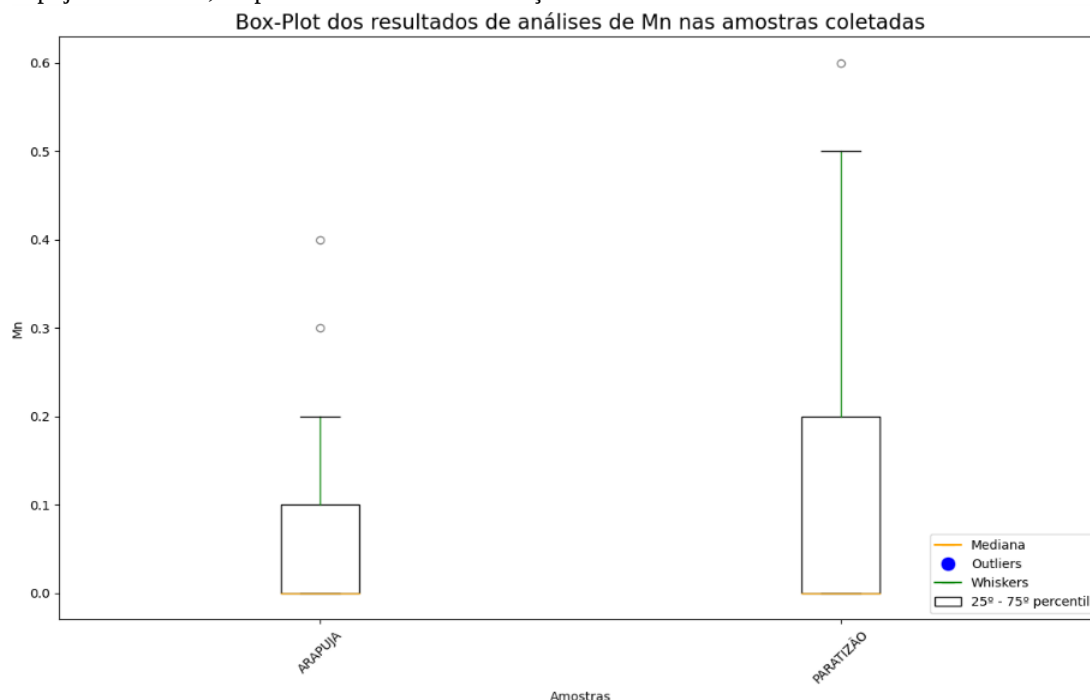
A coleta de amostra de água de poço, na localidade de Arapujá apresenta a maior mediana entre todas as amostras indicando concentrações relativamente altas do parâmetro de Manganês, além disso a presença de pontos de *outliers* em várias amostras sugerem-se que há valores de Manganês que são significativamente diferentes da maioria das observações, possivelmente devido a variações naturais.

Figura 60 - Boxplot dos resultados de análises de Manganês (mg/L) nas amostras de Poço vs Rio, coletadas para as campanhas de março/novembro 2022



Fonte: O Autor, 2024

Figura 61 - Boxplot dos resultados das análises de Manganês (mg/L) nas amostras coletadas nas localidades de Arapujá e Paratizão, no período dos meses de março e novembro de 2022.



Fonte: O Autor, 2024

O Boxplot apresentado na Figura 61, acima, mostra a distribuição dos valores de Turbidez para duas amostras diferentes: "ARAPUJA" e "PARATIZÃO". Diante disso, foram analisadas e comparadas esses dois conjuntos de dados, tais como seguem:

Variabilidade e Dispersão: "ARAPUJA" mostra uma variabilidade muito menor e uma dispersão menor dos valores de Turbidez em comparação a "PARATIZÃO".

Valores Extremos (Outliers): "ARAPUJA" tem dois valores atípicos e o "PARATIZÃO" apenas um.

Centralidade dos Dados: A mediana é a mesma para as duas amostras.

Quartis: O quartil Q3 até o limite superior é muito maior em "ARAPUJA" em relação a "PARATIZÃO". Tem uma grande quantidade de dados concentrada acima da mediana, fazendo com que o limite inferior e Q1 se sobreponham.

6.3.3 Análise do parâmetro físico-químico de Oxigênio Dissolvido

Quanto ao parâmetro físico-químico de Oxigênio Dissolvido (OD), a Portaria nº 888/2021 não faz qualquer tipo de menção, não existindo mais condições para OD em termos

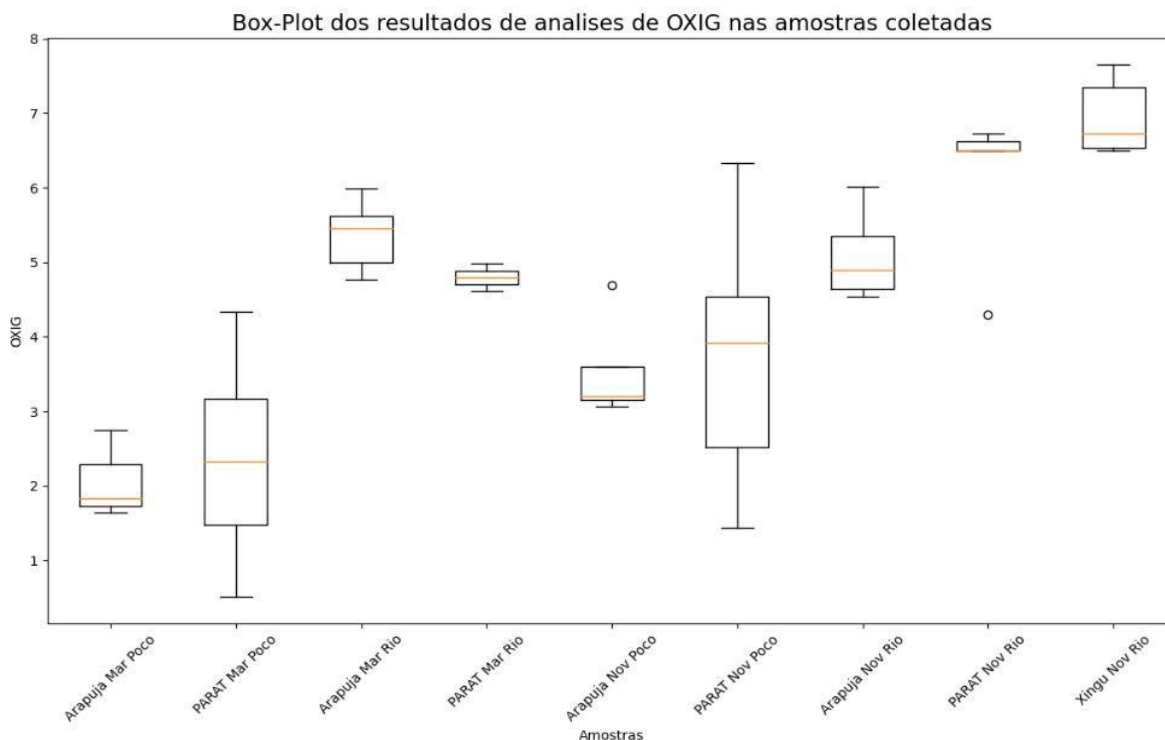
de potabilidade. No entanto, vale ressaltar que o Oxigênio Dissolvido é um parâmetro importante na análise da qualidade ambiental do corpo hídrico e para a preservação do ecossistema aquático (Esteves, 2011).

Os valores baixos encontrados podem estar associados pela presença de matéria orgânica, o que diminui o oxigênio das águas. Dessa forma, o grau de degradação ambiental neste corpo hídrico é alto, uma vez que apresenta valores baixos de oxigênio, o que impede qualidade da vida aquática e estimula a atividade anaeróbia (Von Sperling, 2014).

A Figura 62 apresenta o resumo dos resultados das análises do parâmetro Oxigênio Dissolvido (mg/L) para as localidades de Paratizão, Arapujá e rio Xingu, organizados de acordo com a fonte de captação de água, poço vs rio.

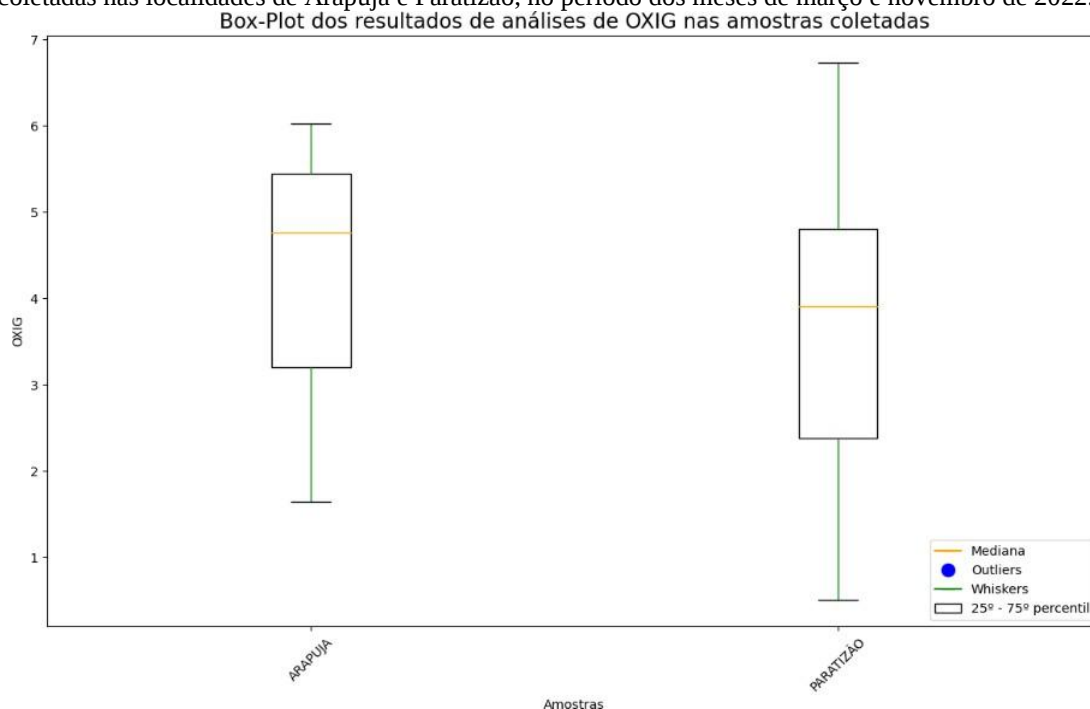
Diante da comparação de períodos de coletas, as amostras do mês de março de 2022 tendem a ter variação semelhante às amostras do mês de novembro de 2022. As amostras de água de poço para a localidade do Paratizão têm a maior variação entre as amostras. Quando a comparação é realizada entre localidades, as amostras de Arapujá, Paratizão e rio Xingu, têm-se padrões semelhantes dentro dos mesmos períodos, indicando uma semelhança entre as amostras.

Figura 62 - Boxplot dos resultados de análises de Oxigênio Dissolvido (mg/l) nas amostras de Poço vs Rio, coletadas para as campanhas de março/novembro 2022



Fonte: O Autor, 2024

Figura 63 - Boxplot dos resultados das análises de Oxigênio Dissolvido (Oxigênio (mg/L)) nas amostras coletadas nas localidades de Arapujá e Paratizão, no período dos meses de março e novembro de 2022.



Fonte: O Autor, 2024

O Boxplot apresentado na Figura 63, acima, mostra a distribuição dos valores de Oxigênio Dissolvido para duas amostras diferentes: "ARAPUJA" e "PARATIZÃO". Diante disso, foram analisadas e comparadas esses dois conjuntos de dados, tais como seguem:

Variabilidade: A amostra "PARATIZÃO" mostra maior variabilidade nos valores de Oxigênio Dissolvido (indicado pela maior extensão dos *whiskers*) comparada à "ARAPUJA".

Centralidade: A mediana dos valores de Oxigênio Dissolvido para "ARAPUJA" é ligeiramente maior que a mediana para "PARATIZÃO".

Distribuição: A "PARATIZÃO" tem uma distribuição mais dispersa dos valores de Oxigênio Dissolvido, enquanto "ARAPUJA" mostra uma distribuição mais concentrada.

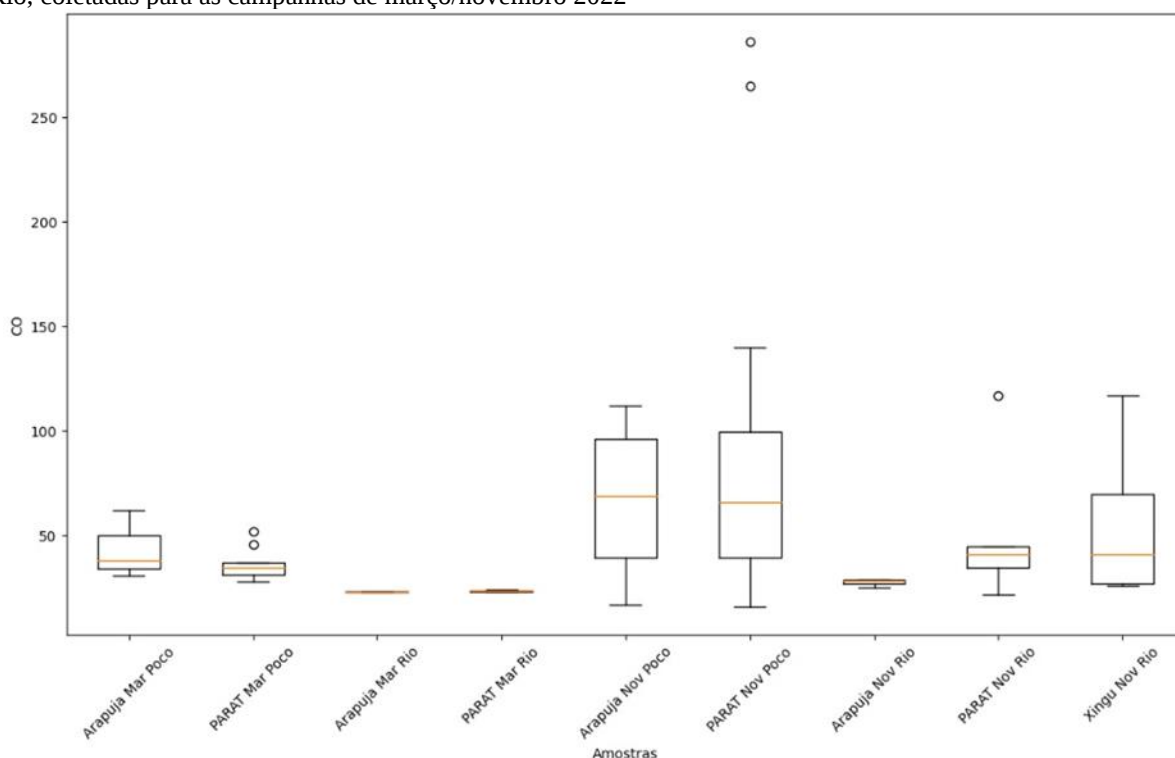
6.3.4 Análises do parâmetro de Condutividade Elétrica

O gráfico da Figura 64, apresenta o resumo dos resultados das análises do parâmetro de Condutividade Elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) para as localidades de Paratizão, Arapujá e rio Xingu, organizados de acordo com a fonte de captação de água, poço vs rio. As amostras coletadas no mês de novembro de 2022 nas localidades de Arapujá, Paratizão e rio Xingu, tendem a

mostrar maior variação de Condutividade Elétrica em comparação com as amostras do mês de março de 2022. A coleta de amostra de água de poço, na localidade de Paratizão, tem maior variação entre as amostras.

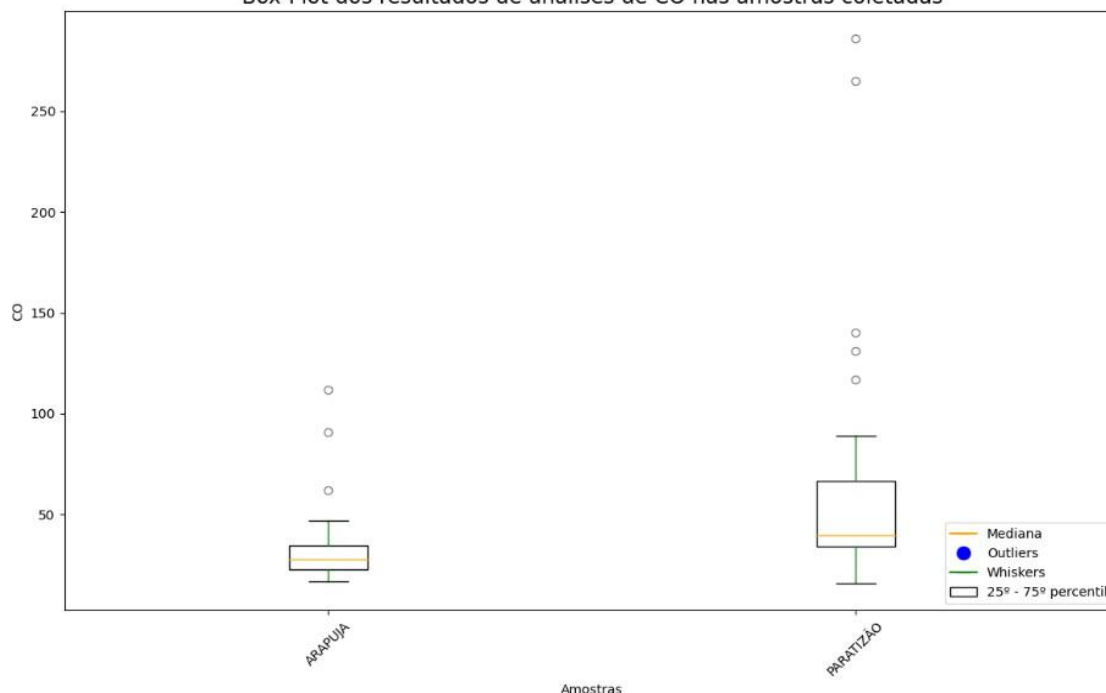
Em relação a comparação entre as localidades, as amostras de Arapujá, Paratizão e rio Xingu, têm padrões semelhantes dentro dos mesmos períodos, indicando uma semelhança entre as amostras. além disso os pontos de *outliers* são observados em Paratizão para os meses de março e novembro de 2022 para as amostras de rio e poço, sugerindo a presença de eventos esporádicos que afetam o parâmetro de Condutividade Elétrica nesses locais. Cabe destacar que a portaria do ministério da saúde não estabelece um padrão para os valores de condutividade elétrica.

Figura 64 - Boxplot dos resultados de análises de Condutividade Elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) nas amostras de Poço vs Rio, coletadas para as campanhas de março/novembro 2022



Fonte: O Autor, 2024

Figura 65 - Boxplot dos resultados das análises de Condutividade Elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) nas amostras coletadas nas localidades de Arapujá e Paratizão, no período dos meses de março e novembro de 2022.
Box-Plot dos resultados de análises de CO nas amostras coletadas



Fonte: O Autor, 2024

O Boxplot apresentado na Figura 65, acima, mostra a distribuição dos valores de Condutividade Elétrica para duas amostras diferentes: "ARAPUJA" e "PARATIZÃO". Diante disso, foram analisadas e comparadas esses dois conjuntos de dados, tais como segue:

Variabilidade e Dispersão: "PARATIZÃO" mostra uma variabilidade muito maior e uma dispersão mais ampla dos valores de Condutividade Elétrica em comparação a "ARAPUJA".

Valores Extremos (Outliers): A quantidade e magnitude dos *outliers* em "PARATIZÃO" são significativamente maiores do que em "ARAPUJA", sugerindo a presença de várias observações atípicas.

Centralidade dos Dados: A mediana mais alta em "PARATIZÃO" indica que os valores de Condutividade Elétrica tendem a ser maiores em média do que em "ARAPUJA".

6.3.5 Análise dos limites de Cor

Entre os parâmetros estabelecidos, estão os limites de Cor (uH), que indicam a presença de substâncias que podem alterar a coloração da água e afetar a sua qualidade. De

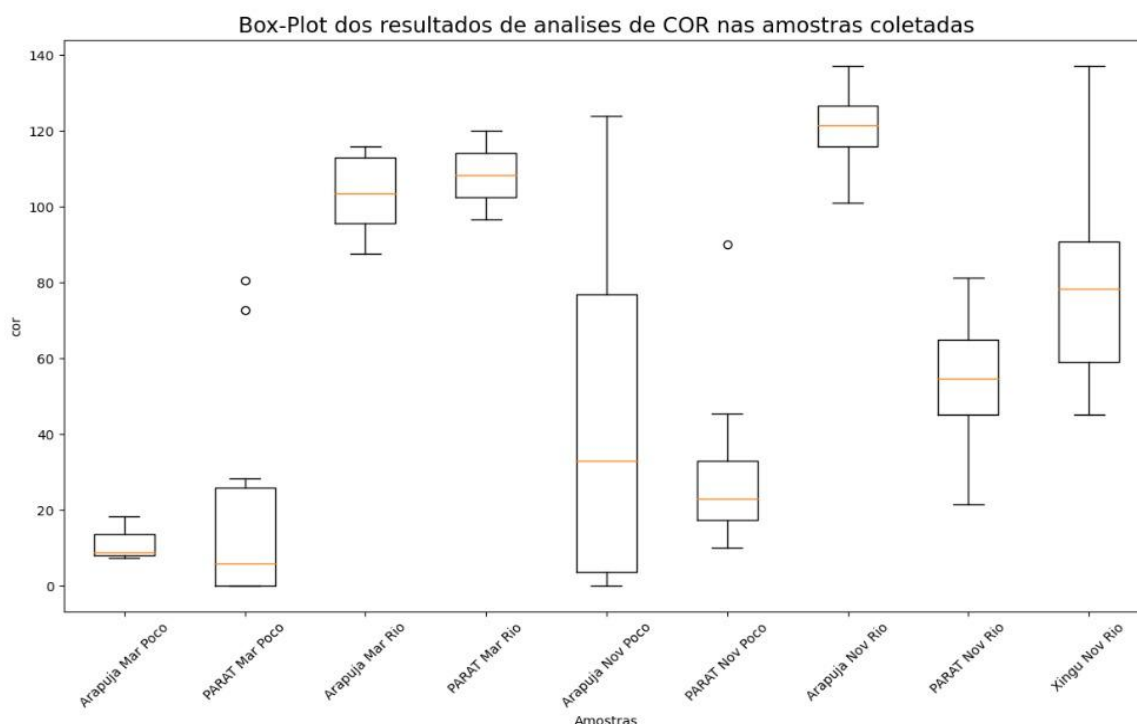
acordo com a Portaria, os limites de cor para a água destinada ao consumo humano devem ser os seguintes:

- Água tratada e distribuída para consumo humano: até 15 unidades de cor verdadeira (uH);
- Água captada em corpos d'água naturais, tratada e distribuída para consumo humano: até 75 uH;
- Água de poços ou nascentes, tratada e distribuída para consumo humano: até 50 uH.

Os limites de Cor (uH), estabelecidos pela Portaria nº 888/21 visam garantir a segurança e a qualidade da água para consumo, onde a Figura 66 apresenta o resumo dos resultados das análises do parâmetro de Cor (uH) para as localidades de Paratizão, Arapujá e rio Xingu, organizados de acordo com a fonte de captação de água, poço vs rio.

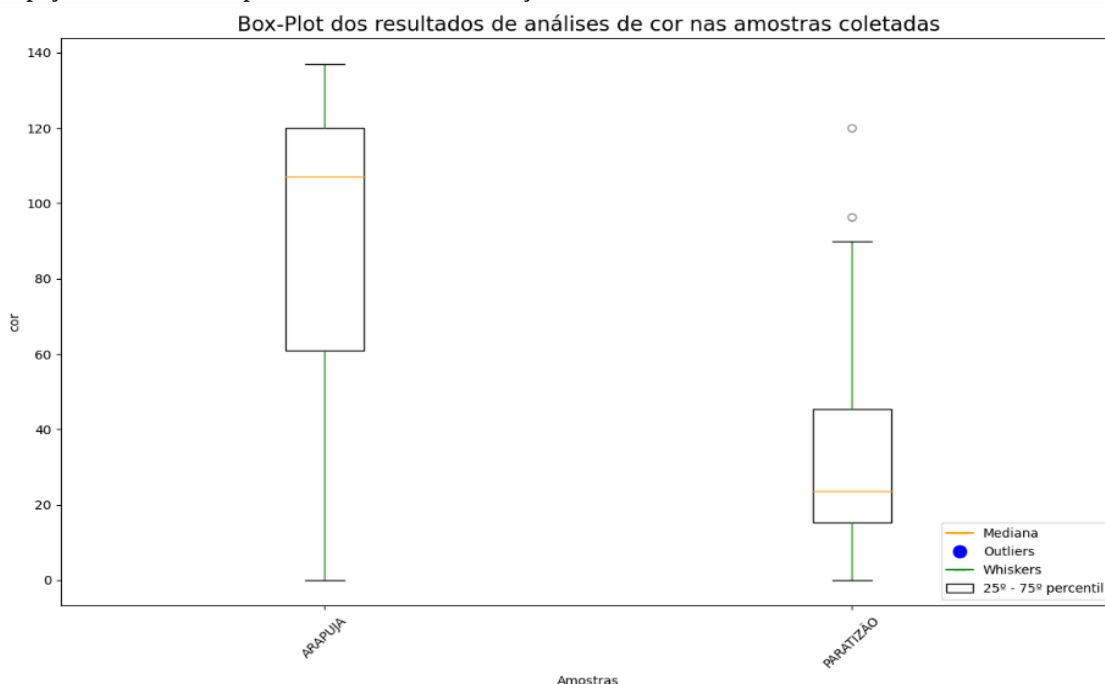
Diante da comparação de períodos de coletas, as amostras do mês de novembro tendem a mostrar maior variação na Cor em comparação com as amostras do mês de março de 2022. As amostras de água de poço para a localidade do Paratizão têm a maior variação entre as amostras. Quando a comparação é realizada entre localidades, as amostras de Arapujá, Paratizão e rio Xingu, têm padrões semelhantes dentro dos mesmos períodos, indicando uma semelhança entre as amostras.

Figura 66 - Boxplot dos resultados de análises de Cor (mg Pt-Co/L) nas amostras de Poço vs Rio, coletadas para as campanhas de março/novembro 2022



Fonte: O Autor, 2024

Figura 67 - Boxplot dos resultados das análises de Cor (mg Pt-Co/L) nas amostras coletadas nas localidades de Arapujá e Paratizão, no período dos meses de março e novembro de 2022.



Fonte: O Autor, 2024

O Boxplot apresentado na Figura 67, acima, mostra a distribuição dos valores de Cor para duas amostras diferentes: "ARAPUJA" e "PARATIZÃO". Diante disso, foram analisadas e comparadas esses dois conjuntos de dados, tais como seguem:

Variabilidade e Dispersão: "ARAPUJA" mostra uma variabilidade muito maior e uma dispersão mais ampla dos valores de Cor em comparação a "PARATIZÃO".

Valores Extremos (Outliers): Em "PARATIZÃO" há presença de duas observações atípicas.

Centralidade dos Dados: A mediana mais alta em " ARAPUJA " indica que os valores de Cor tendem a ser maiores em média do que em " PARATIZÃO ".

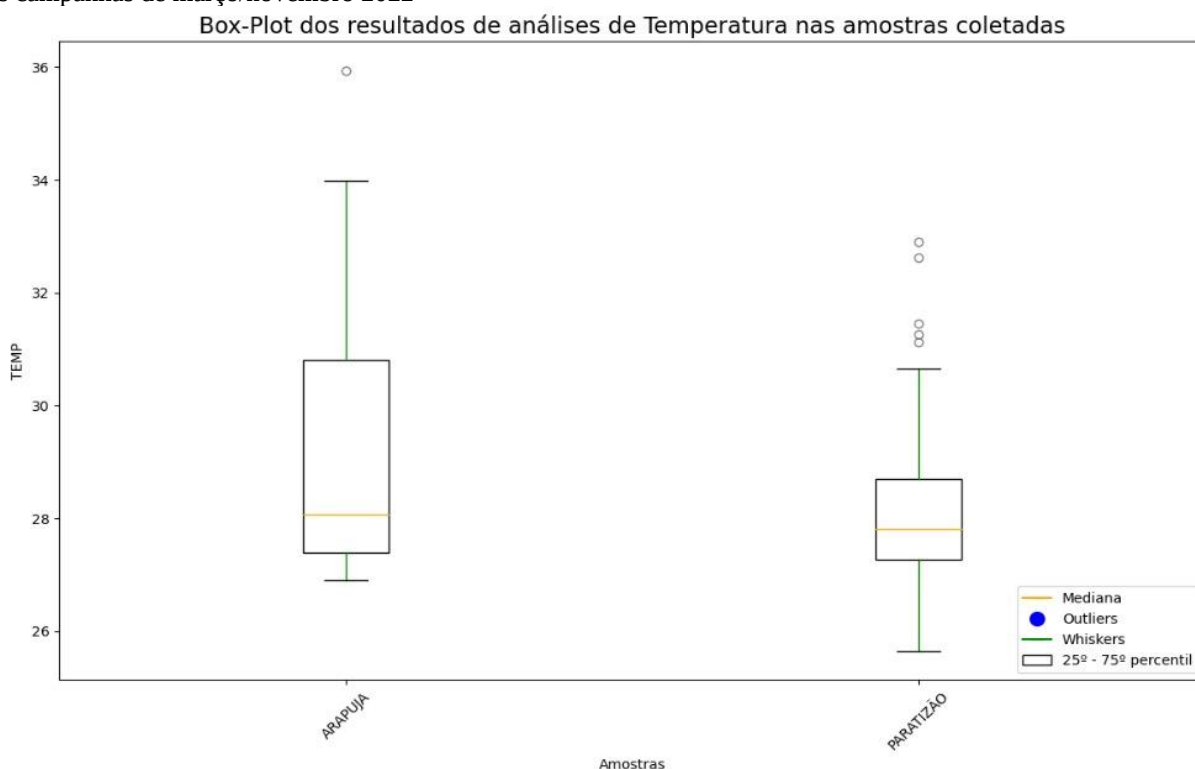
6.3.6 Análise do parâmetro de Temperatura

O gráfico da Figura 71 apresenta o resumo dos resultados das análises do parâmetro de Temperatura (°C) para as localidades de Paratizão, Arapujá e rio Xingu, organizados de acordo com a fonte de captação de água, poço vs rio.

Diante da comparação de períodos de coletas, as amostras do mês de novembro de 2022, tendem a ter maior variação e valores mais elevados de temperatura comparado às

amostras do mês de março de 2022, que apresentam valores muito baixos e pouca variação. Isso pode indicar uma mudança sazonal na temperatura. Quando a comparação é realizada entre localidades, as amostras de Arapujá, Paratizão e rio Xingu, têm-se padrões semelhantes dentro dos mesmos períodos. Além disso, a presença de pontos de *outliers* em várias amostras sugerem-se que há valores de Temperatura (°C) que são significativamente diferentes da maioria das observações, possivelmente devido a variações naturais.

Figura 68 - Boxplot dos resultados de análises de Temperatura (°C) nas amostras de Poço vs Rio, coletadas para as campanhas de março/novembro 2022



Fonte: O Autor, 2024

O Boxplot apresentado na Figura 68, acima, mostra a distribuição dos valores de Temperatura para duas amostras diferentes: "ARAPUJA" e "PARATIZÃO". Diante disso, foram analisadas e comparadas esses dois conjuntos de dados, tais como seguem:

Variabilidade e Dispersão: " ARAPUJA " mostra uma variabilidade muito maior e uma dispersão maior dos valores de temperatura em comparação a "PARATIZÃO".

Valores Extremos (Outliers): "ARAPUJA" tem um valor atípico e o "PARATIZÃO" possui cinco destes valores.

Centralidade dos Dados: o Valor da mediana é aproximadamente a mesma para as duas amostras.

Quartis: O quartil Q3 até o limite superior é muito maior em "PARATIZÃO" em relação a "ARAPUJA". Tem uma grande quantidade de dados concentrada acima do valor da mediana.

6.3.7 Análise do parâmetro de Turbidez

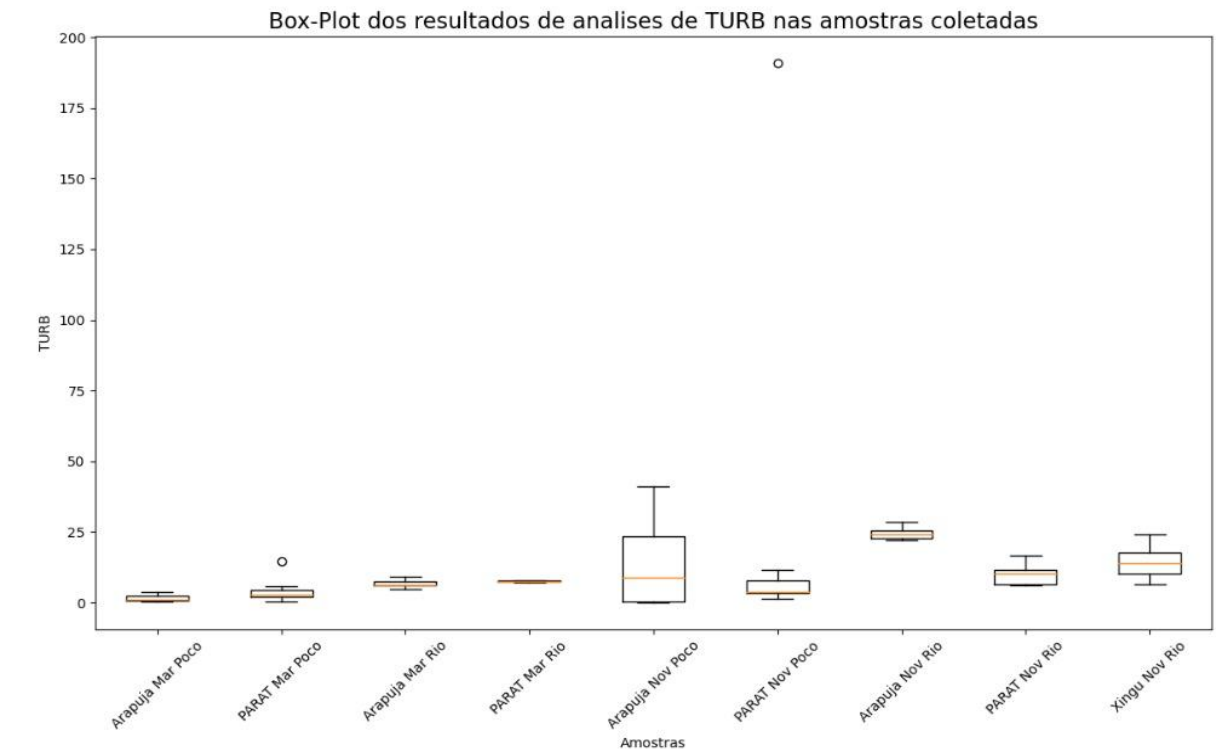
A Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde, estabelece que o limite máximo permitido para turbidez na água é de 5 unidades nefelométricas de turbidez (UNT). A turbidez é uma medida da quantidade de partículas em suspensão na água e é considerada um indicador da qualidade da água. Valores elevados de turbidez podem indicar a presença de matéria orgânica, sedimentos, microrganismos e outros contaminantes na água.

De acordo com Rosales et al. (2002), quando as águas superficiais se encontram com os valores de turbidez acima do valor permitido se deve ao fato de que os valores de pH estão abaixo de 6 (faixa ácida), devido a presença de material em suspensão representado por argilas, e consequentemente elevando também os valores de cor verdadeira.

O gráfico da Figura 69 apresenta o resumo dos resultados das análises do parâmetro de Turbidez para as localidades de Paratizão, Arapujá e rio Xingu, organizados de acordo com a fonte de captação de água, poço vs rio. Diante da comparação de períodos de coletas, as amostras do mês de novembro de 2022, tendem a ter maior variação na Turbidez comparado às amostras do mês de março de 2022. A maior variação é observada na amostra de água de poço na localidade do Arapujá para o mês de novembro de 2022, sugerindo uma possível influência sazonal ou de eventos específicos.

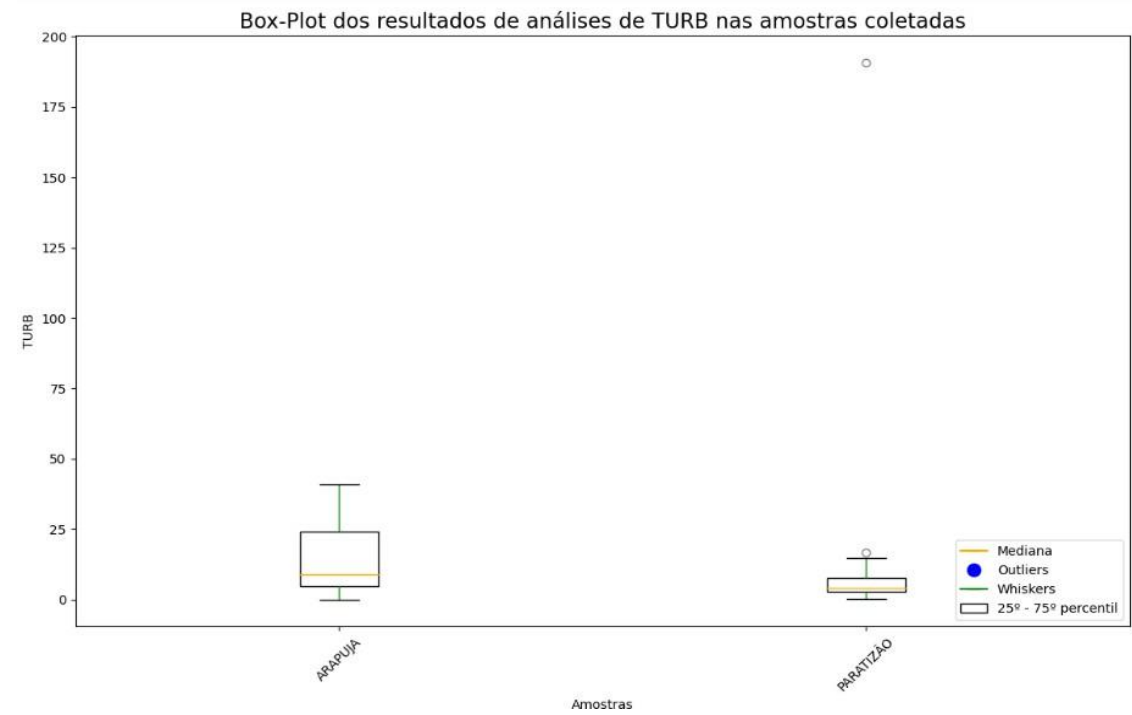
Quando a comparação é realizada entre localidades, as amostras de Arapujá e Paratizão aparentam ter padrões semelhantes dentro dos mesmos períodos. Além disso, a presença de pontos de *outliers* são observadas nas amostras de água de poço para os meses de março e novembro de 2022 para a localidade de Paratizão, sugerindo a presença de eventos esporádicos que afetam a Turbidez nesses locais.

Figura 69 - Boxplot dos resultados de análises de Turbidez (NTU) nas amostras de Poço vs Rio, coletadas para as campanhas de março/novembro 2022



Fonte: O Autor, 2024

Figura 70 - Boxplot dos resultados das análises de Turbidez (NTU) nas amostras coletadas nas localidades de Arapujá e Paratizão, no período dos meses de março e novembro de 2022.



Fonte: O Autor, 2024

O Boxplot apresentado na Figura 70, acima, mostra a distribuição dos valores de Turbidez para duas amostras diferentes: "ARAPUJA" e "PARATIZÃO". Diante disso, foram analisadas e comparadas esses dois conjuntos de dados, tais como seguem:

Variabilidade e Dispersão: "PARATIZÃO" mostra uma variabilidade muito menor e uma dispersão menor dos valores de Turbidez em comparação a "ARAPUJA".

Valores Extremos (Outliers): "PARATIZÃO" tem dois valores atípicos, sendo necessária uma observação especial ao *outlier* com o valor mais alta.

Centralidade dos Dados: A mediana mais alta em " ARAPUJA " indica que os valores de Turbidez tendem a ser um pouco maiores em média do que em " PARATIZÃO ".

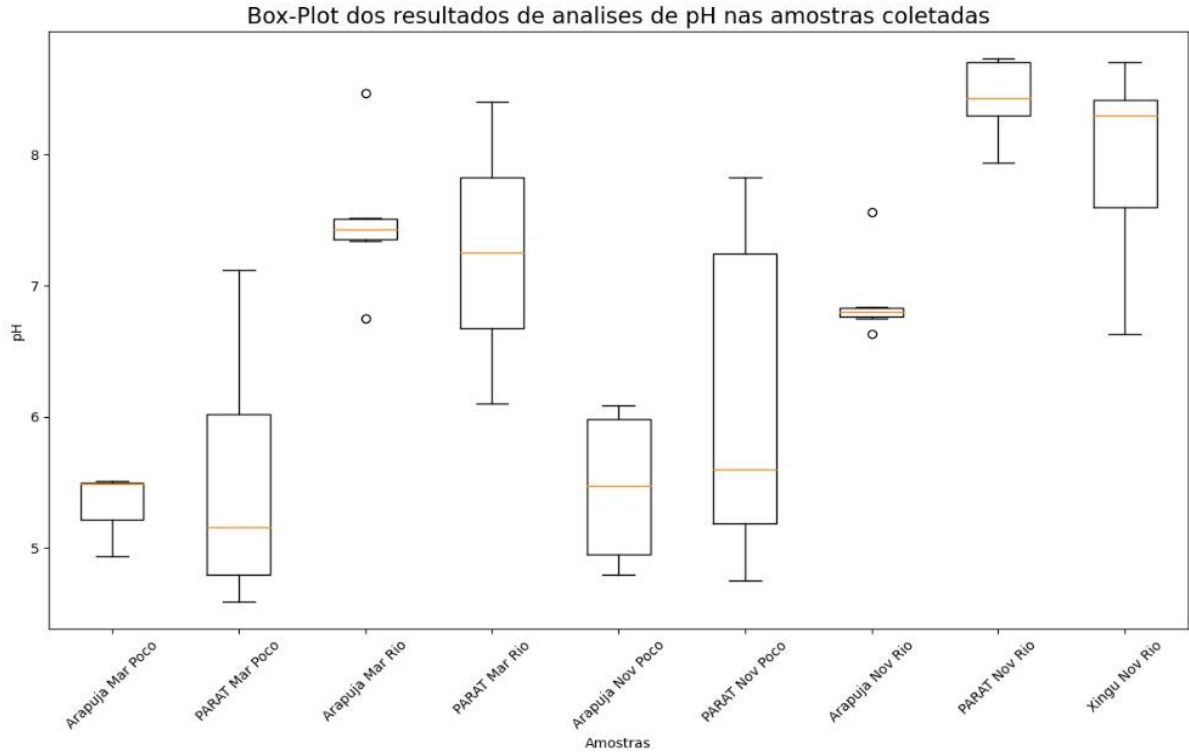
6.3.8 Análise do parâmetro físico-químico do pH

Com relação ao pH, a Portaria nº 888/2021 estabelece que o valor mínimo permitido é de 6,0 e o valor máximo permitido é de 9,5. Vale destacar que o pH é uma medida que indica o grau de acidez ou alcalinidade de uma solução aquosa, e que valores fora desse intervalo podem indicar a presença de substâncias químicas ou materiais que podem tornar a água imprópria para consumo humano.

Assim, nos valores mínimos pode-se observar valores fora da faixa de aceitação. Porém, os valores de pH na faixa ácida podem ser considerados normais para águas da região amazônica, em virtude de que as águas podem ser classificadas como águas brancas amazônicas, caracterizadas por naturalmente apresentarem valores de pH na faixa ácida, segundo Sioli (1984).

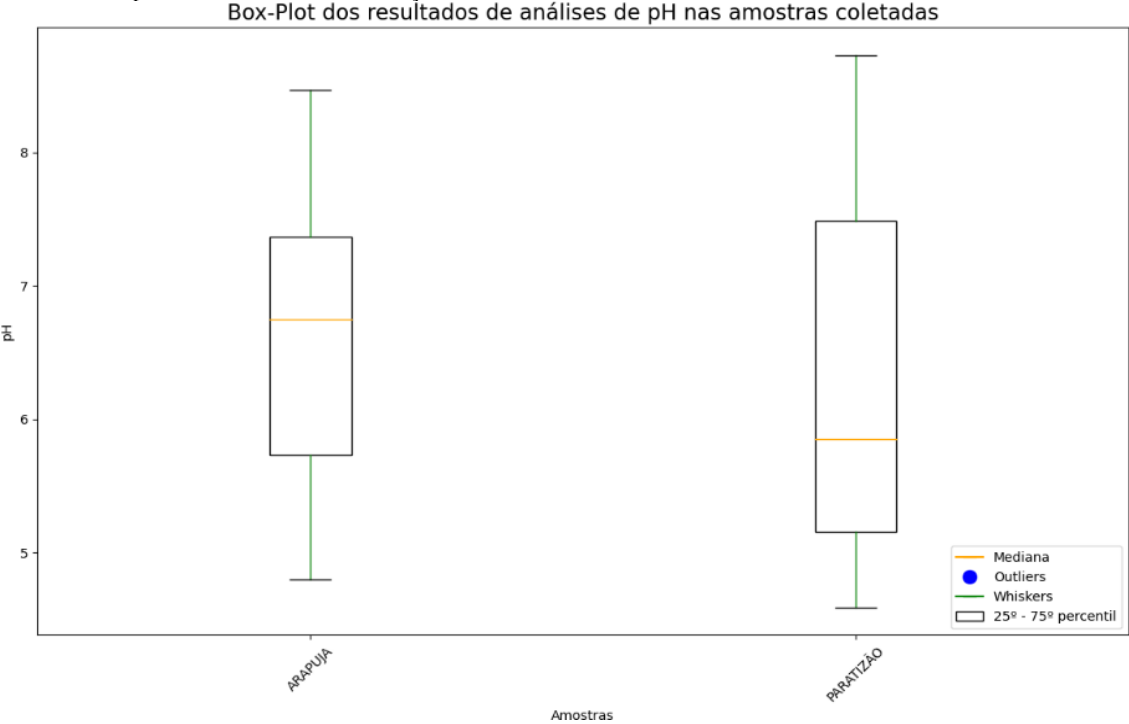
O gráfico da Figura 71 apresenta o resumo dos resultados das análises do parâmetro de pH para as localidades de Paratizão, Arapujá e rio Xingu, organizados de acordo com a fonte de captação de água, poço vs rio. Diante da comparação de períodos de coletas, as amostras de água de poço, do mês de novembro de 2022 para a localidade de Paratizão, tem a maior variação entre as amostras. Quando a comparação é realizada entre localidades, as amostras de Arapujá, Paratizão e rio Xingu, aparentam ter padrões semelhantes dentro dos mesmos períodos, indicando uma semelhança entre as amostras.

Figura 71 - Boxplot dos resultados de análises de pH nas amostras de Poço vs Rio, coletadas para as campanhas de março/novembro 2022



Fonte: O Autor, 2024

Figura 72 - Boxplot dos resultados das análises de pH () nas amostras coletadas nas localidades de Arapujá e Paratizão, no período dos meses de março e novembro de 2022.



Fonte: O Autor, 2024

O Boxplot apresentado na Figura 72, acima mostra a distribuição dos valores de pH para duas amostras diferentes: "ARAPUJA" e "PARATIZÃO". Diante disso, foram analisadas e comparadas esses dois conjuntos de dados, tais como seguem:

Variabilidade: A amostra "PARATIZÃO" mostra maior variabilidade no pH (indicado pela maior extensão da caixa e dos *whiskers*) comparada à "ARAPUJA".

Centralidade: As medianas estão relativamente próximas, indicando que os valores centrais de pH das duas amostras são comparáveis.

Distribuição: A "PARATIZÃO" tem uma distribuição mais dispersa dos valores de pH, enquanto "ARAPUJA" mostra uma distribuição mais concentrada.

6.4 Discussão

Somados, os percentuais de Agricultores e pescadores em ambas as localidades ultrapassam os 70%, corroborando outros estudos na região (Silva et al., 2023). A grande vulnerabilidade socioeconômica destas pessoas se reflete no alto número de terrenos adquiridos por reassentamento e na maioria apenas com cessão de uso, com um número baixíssimo de títulos definitivos (20%), ainda assim ocorrendo somente na localidade de Arapujá. Nenhum dos participantes da pesquisa em Paratizão possui título definitivo de terra. Além disto, um número elevado de famílias (mais de 50%) que sobrevivem sem algum tipo de renda fixa até um teto de R\$ 900,00, constituindo-se significativamente de auxílio ribeirinho e bolsa família, sendo os chefes de família majoritariamente homens.

Esta realidade provavelmente se reflete dado o baixo nível de escolaridade das pessoas da localidade, uma vez que estudo na mesma região apontam taxas de analfabetismos de cerca de 23% (Silva et al., 2023), o que é um número muito elevado quando comparado com capitais como Belém (3,3%) e Manaus (3,8%) (IBGE, 2010).

As formas de captação de água mostram grande dependência da captação de poço (amazonas), principalmente em Paratizão, o que requer um elevado cuidado com a segurança da exposição desta água para evitar doenças de veiculação hídrica, o que nem sempre acontece. Com relação ao levantamento de registros de Doenças de Veiculação Hídrica foram realizadas consultas nos sistemas da Vigilância Epidemiológica do Ministério da Saúde do Governo Federal para a região do Xingu e para o Estado do Pará, com a finalidade de auxiliar

o levantamento das doenças de veiculação hídrica entre os ribeirinhos reassentados, afim de avaliar os impactos da qualidade da água na saúde dessas comunidades reassentadas; bem como as doenças Doença de Transmissão Hídrica e Alimentar – DTHA, tais como, por exemplo, as Doenças Diarreicas Agudas – DDA, que foram pesquisadas nesses sistemas.

No entanto, durante os trabalhos de campo houve relatos dos próprios ribeirinhos que há casos de distúrbios gastrointestinais quando ingerida água de forma não tratada, tanto por parte de crianças quanto por adultos, o que corrobora indícios apontados por Gomes et al., (2016), que mostraram cerca de 98% de entrevistados (N=52) em localidades do Amazonas com altas taxas de doenças infecciosas parasitológicas, como enteroparasitoses gastrointestinais, o que é um reflexo do uso de água captada diretamente em rios e poços. Ainda, foi relatado que os atendimentos médicos, quando necessários, são realizados apenas nos municípios de Vitória do Xingu e Altamira, em unidades de atendimento, distantes da área de estudo.

Nos sistemas do Ministério da Saúde podem-se observar os casos confirmados de Febre tifoide, por zona de residências (Rural e Urbanas), segundo macrorregião de saúde com mecanismo de infecção Alimentar e Água, por Regiões dos municípios do Pará para os anos de 2010 a 2021, totalizando 414 (quatrocentos e quatorze) casos. (Brasil, 2022). E para os casos de registros de contaminação por Hepatite Viral por mecanismo de infecção: Alimento e Água, para os municípios de Altamira e Vitória do Xingu, localizados na Macrorregião III do Estado do Pará, para os anos de 2010 a 2021, foram registrados 25 casos. (Brasil, 2022).

Diante disso, foram registrados também para o ano de 2022 alertas que destacam os resultados do monitoramento das Doenças Diarreicas Agudas, respectivamente no Estado do Pará e nos municípios de Altamira, PA, e Vitória do Xingu, PA, localizados na região do médio Xingu que fazem parte do entorno do empreendimento da UHE de Belo Monte, que condiz com cada realidade. Portanto, é possível que aumentos no número de casos de DDA, aproximadamente 2 mil casos, estejam vinculados a períodos festivos, chuvosos ou de estiagem.

Para o mês de março em Arapujá, os valores encontrados de pH estão abaixo do valor máximo estipulado pela Portaria nº 888/2021 (de 6,0 a 9,0) e dentro do esperado para águas claras (Sioli e Klinge (1962). Os níveis de oxigênio dissolvido da captação de poço estão bem abaixo dos níveis estabelecidos pela Portaria nº 888/2021, enquanto os níveis de OD da captação de rio estão dentro do estabelecido (>5 mg/L) e dentro do encontrado em outras áreas de rios amazônicos (Cardoso et al., 2023).

Os valores de cor da captação de poço estão abaixo do estipulado pela Portaria nº 888/2021 (15-75 uH), porém os de captação de rio ultrapassam estes limites, ficando acima de 100 uH e acima dos valores encontrados em outros rios do Pará (Flexa et al., 2021). Embora a captação de poço esteja com os níveis de turbidez dentro do estabelecido pela Portaria nº 888/2021 (até 5 NTU), os valores de rio estão acima, com valores ultrapassando os 8 NTU.

Dado que pela Portaria nº 888/2021 se declara o limite máximo de 0,3 e 0,1 mg/L para ferro e manganês, respectivamente, observa-se que a captação de poço está com os limites de ferro dentro do estipulado, enquanto as de rio estão quase 10 vezes maiores que o permitido, já os níveis de manganês estão com valores ligeiramente mais altos que o permitido tanto quanto a captação de poço e a captação de rio.

A turbidez tem valores dentro do permitido (até 100 uT), porém com a captação de rio mostrando valores quase 3 vezes maiores que os encontrados em outros rios do Pará (Flexa et al., 2021). Já em Paratizão na mesma época, embora nos níveis de pH sejam muito próximos aos encontrados na região de Arapujá, os dados possuem maior variabilidade tanto na captação de poço quanto na de rio, além de estarem dentro do esperado para águas claras (Sioli e Klinge (1962).

Os dados de OD possuem grande diferença com Arapujá, com os níveis da captação de rio abaixo do estabelecido pela Portaria nº 888/2021 (>5 mg/L) e muito mais abaixo quando se analisa os dados de captação de poço, estando fora do encontrado em outras áreas de rios amazônicos (Cardoso et al., 2023). Assim como em Arapujá, os valores de cor da captação de poço estão abaixo do estipulado pela Portaria nº 888/2021 (15-75 uH), porém os de captação de rio ultrapassam estes limites, ficando acima de 100 uH e acima dos valores encontrados em outros rios do Pará (Flexa et al., 2021), sendo a variabilidade dos dados da captação de poço bem maior do que as encontradas em Arapujá.

A turbidez tem valores dentro do permitido (até 100 uT), porém com a captação de rio, assim como em Arapujá, mostram valores quase 3 vezes maiores que os encontrados em outros rios do Pará (Flexa et al., 2021), embora com menor variabilidade nos dados de rio comparado com Arapujá. Observa-se que a captação de poço e de rio estão com níveis de ferro acima do estipulado pela Portaria nº 888/2021, com valores mais que 10 vezes maiores que o permitido, assim como os níveis de Manganês, acima do permitido tanto na captação de poço quanto na de rio.

Os valores de condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) são maiores no mês de novembro em ambas as localidades, na quase totalidade dos dados não ultrapassam os $150 \mu\text{S.cm}^{-1}$ e estão bem abaixo dos encontrados em estudos de outros rios da Amazônia (Calvo e Oliveira, 2020; Pinto et al., 2008; Melo et al., 2005).

O mês de novembro, por ser mais quente e muito menos chuvoso, obviamente mostra muitos padrões distintos das medidas de março, que é mais chuvoso e menos quente. Os dados de ferro total e manganês, tanto em Paratizão quanto em Arapujá, estão muito mais próximos dos valores estabelecidos pela Portaria nº 888/2021 quando comparados com o mês de março, principalmente na captação de rio.

As maiores concentrações de ferro total e manganês no mês de março na captação de rio se explica pelo fato de que em eventos de chuva, grandes quantidades de detritos são carregadas para os corpos d'água, interferindo consideravelmente na qualidade da água (XAVIER, 2005). Apesar de haver muitos valores de OD $< 5 \text{ mg/L}$, tratando-se de águas amazônicas, mesmo valores abaixo de 5 mg/L , não indicam por si só a degradação da qualidade, por se tratar de condição natural (Leitão et al., 2023).

A condutividade elétrica é bem maior no mês mais quente e seco e menor no mês chuvoso, padrão que corrobora dados da literatura (Nascimento et al., 2021), mas ainda está abaixo de outros estudos em rios amazônicos (Lages et al., 2022; Calvo e Oliveira, 2020; Viana, 2018), o que pode se explicar pela quantidade de matéria orgânica dos rios, tendo menos matéria orgânica a se deteriorar na região, a condutividade elétrica tende a ser menor (GUÉRIN, et al., 2006).

Os dados de cor mostram um cenário preocupante, tanto na estação seca quanto na estação chuvosa, com muitas observações acima do limite estipulado pela Portaria nº 888/2021 na localidade de Arapujá, indicando a presença de possíveis substâncias dissolvidas na água (Flexa et al., 2021). Pela Portaria nº 888/2021, não existem valores limites definidos para a temperatura da água, e pela proximidade das medianas dos dados de temperatura, corrobora-se a baixa variabilidade da temperatura na região amazônica (Silva et al., 2021).

A turbidez do mês de novembro é maior que o mês de março, e aparenta ter respondido à mudança das condições ambientais durante cada período sazonal, conforme o já observado por Skorupa et al. (2017) analisando as variáveis limnológicas nas cabeceiras do rio Xingu. Um dado preocupante é a acidificação das águas dos poços, tanto no período chuvoso quanto no período seco, com muitos dados $< 6,0$ de pH.

As medianas da captação de poço do período chuvoso são menores, assim como a variabilidade, e podem ser explicadas pela dinâmica do lençol freático, que se localizam em baixas profundidades e possuem influência direta da maior precipitação pluviométrica do período, o que propicia a percolação dos contaminantes devido aos terrenos arenosos e, devido as condições de clima tropical, a degradação da matéria orgânica no lençol é mais intensa na fase anaeróbica, favorecendo a produção de ácidos orgânicos e, por conseguinte pHs mais ácidos como os encontrados neste estudo (SILVA et al, 2018).

7. CONCLUSÃO

É um grande desafio fazer ciência na Amazônia, e isto deve ser cada vez mais publicizado e difundido entre os fomentadores de pesquisa do país e tomadores de decisão, dada a grande importância do bioma para o equilíbrio climático do planeta, sua rica biodiversidade e populações que merecem e precisam de atenção do poder público, para que possam continuar vivendo seus costumes tradicionais, melhorando suas formas de subsistência e qualificando cada dia mais seus índices de desenvolvimento humano. O desafio se dá por termos um “fator Amazônia” sempre adicionado em cada ação, seja nos meios de transporte que demoram mais do que em outras localidades para as mesmas distâncias, seja pela logística que não permite com que uma análise físico-química em uma cidade da Amazônia seja feita com a mesma facilidade e rapidez do que a mesma análise feita em grandes centros do Brasil, seja porque a realidade socioeconômica do local limite a aquisição de dados que serão importantes para se fazer diversos diagnósticos.

Quanto aos resultados aqui encontrados, mostram comunidades com baixo poder aquisitivo, expostas e vulneráveis na sua segurança patrimonial e alimentar, provavelmente pelo baixo nível de estudo e poucas oportunidades de qualificação profissional. Além dos fatores socioeconômicos, estas pessoas também precisam conviver com as consequências de um saneamento básico precário, que lhes infere distúrbios gastrointestinais que precisam ser tratados de maneira rudimentar e inadequada, dadas as distâncias e dificuldade de acesso a tratamento médico no local. As quantidades de ferro total e manganês são maiores na captação de rio no mês mais chuvoso, provavelmente devido o arrasto destes elementos da superfície terrestre para o rio pelas chuvas, não havendo grandes diferenças entre as localidades. O oxigênio dissolvido é maior no mês mais seco em ambas as localidades, enquanto a condutividade elétrica mostra que os poços tem maior condutividade comparado com o rio, embora os valores máximos de $150 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ estejam abaixo dos encontrados em outros estudos na Amazônia. Os dados de cor, em geral, apontam para possíveis substâncias dissolvidas na água a maior parte do tempo em ambas as localidades, que possuem águas mais turvas no mês mais seco, principalmente na localidade Arapujá. As águas de poço amazonas são bem mais ácidas que as águas superficiais do rio em ambas as estações do ano, em ambas as localidades, indicando a favorecendo a produção de ácidos orgânicos no lençol freático, sendo este efeito muito mais intenso na localidade Paratizão, onde a mediana dos dados está abaixo de 6,0. Estes resultados mostram a necessidade da ação do poder público com vistas a

melhorar as condições de saneamento básico destas localidades, uma vez que , dentre os demais fatores fora dos padrões aceitáveis estabelecidos, a maior acidez da água pode resultar em uma menor vida útil das tubulações de água das localidades devido a corrosão, e este fenômeno pode prejudicar a qualidade da água através da dissolução de produtos oriundos da própria corrosão que ocorre na tubulação ou do meio externo, o que pode influenciar na contaminação da água por metais pesados presentes do solo.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Como forma de apresentação das considerações finais, é fundamental que este projeto de mestrado sobre a qualidade da água consumida em reassentamentos ribeirinhos nas localidades do Paratizão e Arapujá, nas margens do rio Xingu, no período de maio de 2021 a março de 2023, seja concluído com recomendações técnicas relevantes para que sejam encaminhadas ao Conselho Deliberativo Autônomo de Pescadores das Comunidades do Xingu, como forma de ser apresentada ao Ministério Público Federal da Região do Xingu, como instrumento que possa balizar a Empresa Norte Energia e o poder público para atuar de forma mais eficaz em relação ao tema que foi desenvolvido ao longo deste estudo.

As diretrizes devem estar alinhadas com a Agenda 2030 da ONU e, em particular, com a meta 6 do ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável), que visa garantir o acesso universal e equitativo à água potável e segura para todos até 2030.

Abaixo estão algumas diretrizes recomendadas por este estudo:

(1) Implantação de Sistemas de Tratamento de Água: "O tratamento da água é uma medida essencial para melhorar a qualidade da água consumida. Sistemas de tratamento, como filtração, desinfecção e cloração, têm sido amplamente recomendados para remover contaminantes físicos, químicos e microbiológicos da água" (FUNASA, 2006).

(2) Monitoramento Contínuo da Qualidade da Água: "É fundamental implementar um sistema de monitoramento contínuo da qualidade da água para garantir a eficácia das medidas de tratamento e identificar potenciais fontes de contaminação. Isso inclui análises frequentes de parâmetros físico-químicos e microbiológicos" (FUNASA, 2017).

(3) Promoção de Práticas de Saneamento Básico: "Além do tratamento da água, é importante promover práticas de saneamento básico, como o manejo adequado de resíduos sólidos e o tratamento de esgoto, para reduzir a contaminação ambiental e proteger as fontes de água" (FUNASA, 2006).

(4) Educação e Conscientização da Comunidade: "A educação da comunidade sobre práticas de higiene pessoal, armazenamento adequado de água e uso consciente dos recursos hídricos desempenha um papel crucial na prevenção de doenças relacionadas à água" (FUNASA, 2017).

Ao incorporar essas diretrizes às recomendações do projeto de mestrado, espera-se que o estudo contribua para a melhoria da qualidade da água consumida nas localidades do Arapujá e Paratizão, assim como para o bem-estar das comunidades ribeirinhas ao longo do

rio Xingu, em Altamira, Pará. Além disso, o trabalho estará em sintonia com os objetivos globais de desenvolvimento sustentável da ONU, enfatizando a importância de garantir água potável para todos e promover a gestão sustentável dos recursos hídricos.

Outrossim, recomenda-se como trabalhos futuros, a ampliação das localidades e do número de análises, especialmente nas áreas localizadas ao entorno do reservatório da UHE de Belo Monte. Essa expansão permitirá uma compreensão mais abrangente dos impactos ambientais e socioeconômicos associados às atividades humanas e às obras de infraestrutura na região, contribuindo para o desenvolvimento de políticas e medidas de gestão mais eficazes e sustentáveis para garantir a segurança hídrica e a saúde das comunidades locais.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Portal da qualidade das Águas*. Brasília: ANA, 2022. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-introducao.aspx> . Acesso em 18 fev. 2022
- _____. *Panorama do Enquadramento dos Corpos D'água do Brasil e Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil*. Brasília: ANA, 2007. 124 p. il.
- ALFAKIT. *Documentos*. 2020. Disponível em: <https://alfakit.com.br/documentos/> . Acesso em: 14 mar. 2023.
- _____. *Alfakit, Spectro Kit Ferro Total, II e III, c2022f. Spectro Kit Ferro Total, II e III*, 2022. Disponível em: <https://alfakit.com.br/produto/card-kit-ferro-total-ii-e-iii/> . Acesso em: 18 fev. 2024.
- BRASIL. DATASUS. *Informações de Saúde - Tabnet*. 2022. DATASUS. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/> . Acesso em: 21 fev. 2023.
- _____. *DATASUS. Tabnet - Sistema de Informações de Mortalidade*. DATASUS, [s.d.]. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinannet/cnv/hepapa.def> . Acesso em: 21 fev. 2023.
- _____. Ministério da Educação. *Indicadores Ambientais em Ecossistemas Aquáticos*. Curso Técnico em Meio Ambiente. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul. 2010. Disponível em: https://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_amb_saude_seguranca/meio_amb/031212_indic_amb.pdf . Acesso em: 02 fev. 2024.
- _____. Ministério da Saúde. *Manual Integrado de Vigilância, Prevenção e Controle de Doenças Transmitidas por Alimentos*. Brasília: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_vigilancia_doencas_alimentos.pdf . Acesso em: 21 fev. 2023.
- _____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano*. Brasília : Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf Acesso em: 21 fev. 2023
- _____. Ministério da Saúde. *Portaria Ministério da Saúde GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021*. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html . Acesso em: 21 jan. 2023.
- _____. Ministério da Saúde. *Portaria de Consolidação GM/MS Nº 5, de 28 de setembro de 2017*. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de

Saúde. Disponível em:

https://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria_Consolidacao_5_28_SETEMBRO_2017.pdf. Acesso em: 10 jun. 2023 .

BRASIL. Ministério da Saúde. *Secretaria de Vigilância em Saúde*. Departamento de Imunizações e Doenças Transmissíveis. Vigilância epidemiológica das doenças de transmissão hídrica e alimentar: manual de treinamento. Brasília: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em:

http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_epidemiologica_doencas_transmissao_hidrica_alimentar_manual_treinamento.pdf . Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. Ministério da Saúde. *Secretaria de Vigilância em Saúde*. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – Brasília : Editora do Ministério da Saúde, 2010. 158 p. : il. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) ISBN 978-85-334-1718-2. Disponível em:

http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_vigilancia_controle_dta.pdf. Acesso em: 21 jan. 2023.

_____. Ministério da Saúde. *Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica da Gripe (SIVEP-Gripe)*. Disponível em: <http://sivepdda.saude.gov.br/> . Acesso em: 14 jun. 2023.

_____. Ministério da Saúde. *Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN)*. 2022 Disponível em: <https://portalsinan.saude.gov.br/>. Acesso em: 21 jun. 2023.

_____. Ministério das Cidades. SNIS, Sistema nacional de informações sobre saneamento. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis>. Acesso em: 02 fev. 2024.

_____. Ministério do Meio Ambiente. *Conselho Nacional de Recursos Hídricos*. Resolução nº 91, de 05 de novembro de 2008. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Disponível em:

<http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CNRH%20n%C2%BA%2091.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.

_____. Ministério do Meio Ambiente. *Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)*. Resolução CONAMA nº 410 de 04/05/2009. Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44 da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, e no art. 3º da Resolução nº 397, de 3 de abril de 2008. Publicado no DOU em 5 maio 2009. Disponível em:

<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=114907> Acesso em: 11 mai. 2023.

_____. Ministério do Meio Ambiente. *Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)*. Resolução nº 397, de 3 de abril de 2008. Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA nº 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/CONAMA/legiabre.cfm?codlegi=563>. Acesso em: 11 maio 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)*. Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.. Disponível em: https://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2018/08/CONAMA_RES_CONS_2008_396.pdf. Acesso em: 11 maio 2023.

_____. Ministério do Meio Ambiente. *Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)*. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA no 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/CONAMA/legiabre.cfm?codlegi=563>. Acesso em: 11 maio 2023.

_____. Ministério do Meio Ambiente. *Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)*. Resolução nº 302, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 mai. 2002. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=98315>. Acesso em: 17 mar. 2022.

CAMPOS, M. *Eras geológicas: origem da Terra*. s. d. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/eras-geologicas.htm>. Acesso em: 14 fev. 2024.

CALVO; B. D. R.; OLIVEIRA; T. C. S. *Hydrochemical Analysis of a Basin under Anthropogenic Influence and Effects in Manaus' Shoreline – Central Amazonia*. *Rev Caminhos de Geografia*, 21 – 77 (209 – 219), 2020.

CARDOSO; R.R.; SANTOS; P.F.; DE ABREU; L.L.P.; DE CARVALHO; D.S.; DA COSTA, J.O.M.; SOARES; D.L.M.; DE SOUZA, P.K.S.; LOBATO; R.G. Análise da qualidade de água em comunidades ribeirinhas na Amazônia Paraense e suas implicações para a saúde pública e ambiental. *CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES*, v. 16, p. 5709-5730, 2023.

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). *El Niño e La Niña*. 2023. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 23 out. 2023.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Conheça os diferentes tipos de água*. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/blog/2017/03/20/conheca-os-diferentes-tipos-de-agua/>. Acesso em: 20 fev. 2024.

CIDADE BRASIL. *Altamira: conheça as belezas da cidade no Pará*. 2021. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-altamira.html>. Acesso em: 06 dez. 2022.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM SACE). *Sistema de alertas de eventos críticos*. 2023. Bacia do rio Xingu – Características. Disponível em: https://www.sgb.gov.br/sace/index_bacias_monitoradas.php# Acesso em 05 Dez. 2023.

DEFENSORIA PÚBLICA EM ALTAMIRA. *Norte Energia tem 15 dias para incluir ribeirinhos em reassentamento coletivo com acesso ao rio*. Acervo Combate Racismo Ambiental. 2012. Disponível em: <https://acervo.racismoambiental.net.br/2012/07/06/norte-energia-tem-15-dias-para-incluir-ribeirinhos-em-reassentamento-coletivo-com-acesso-ao-rio/>. Acesso em: 06 dez. 2022.

DEFENSORIA PÚBLICA DO ESTADO DO PARÁ. *Programa Básico Ambiental – PBA: Relatório de Pacuera - Volume VI*. 2011. Disponível em: <https://defensoria.pa.def.br/anexos/File/BeloMonte/PBA/Volume%20VI%20-%20Itens%2013%20a%2017/VOL%20VI%20-%2015%20-%20pacuera.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2024.

EMBRAPA. ABC da Agricultura Familiar Formas de garantir água nas secas 2 - Barragens, cacimbas e poços amazonas. Brasília, 2004. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/155877/1/ID31778.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2024.

ELETROBRÁS. *Centrais elétricas brasileiras*. Relatório de sustentabilidade. 2010.

_____. *Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Belo Monte – Estudo de Impacto Ambiental (EIA-RIMA)*. 2009. Disponível em: <https://eletrobras.com/pt/Paginas/Belo-Monte.aspx> . Acesso em: 20 fev. 2023.

EPIGEO/DSCM/CCBS/UEPA. *Relatório de monitoramento do rio Xingu na região de Altamira em 2022*. 2022.

ESTEVES, F. *Fundamentos de limnologia*, 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. p: 826.

FALESI, I. C. et al. *Circular do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte*. Contribuição ao estudo dos solos de Altamira (Região fisiográfica do Xingu). 1967. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162582/1/FL01618-.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2023.

FLEXA, G. S.; FARIA, A. P. J.; HENRIQUE, I. N.; ALMEIDA, Y. S. *Qualidade da água de rio na Amazônia: um estudo de caso sobre o rio Pará do Uruará*. Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais, v. 12, p. 342-351, 2021.

FUNASA. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS / Ministério da Saúde*, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília : Funasa, 2014.

GOMES; K.M, CERQUEIRA; L.E., SARGES; E.S., SOUZA; F.G., RIBEIRO; C., Melo; M.F.C. *Anemia e parasitoses em comunidade ribeirinha da Amazônia brasileira*. Rev Bras Anal Clin 2016; 48(4): 389-93.

_____. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual prático de análise de água*. 4. ed. Brasília: Funasa, 2013. 150 p. Disponível em: https://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf. Acesso em: 18 nov. 2023.

GUÉRIN, F., ABRIL, G., RICHARD, S., BURBAN, B., REYNOUARD, C. et al. *Methane and carbon dioxide emissions from tropical reservoirs: Significance of downstream rivers*, *Geophys. Research Letters*, 33, 1–6, 2006. Doi:10.1029/2006GL027929

Instituto Água e Saneamento (IAS). *Municípios e Saneamento: O saneamento em Altamira, PA*. 2023. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/pa/altamira>. Acesso em: 18 fev. 2024.

_____. *Municípios e Saneamento: O saneamento em Vitória do Xingu, PA*. 2023b. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/pa/vitoria-do-xingu>. Acesso em: 18 fev. 2024.

IBAMA. *Legislação Ambiental* - Resolução nº 410, de 04 de maio de 2009. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=114907>. Acesso em: 07 fev. 2024.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores sociais e municipais. IBGE; 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Panorama - Altamira, Pará*. 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/altamira/panorama>. Acesso em: 18 fev. 2024.

_____. *Altamira (PA) | Cidades e Estados*. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/altamira.html>. Acesso em: 18 fev. 2024

_____. *Estimativas da População*. 2021. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2021/estimativa_dou_2021.pdf. Acesso em: 18 fev. 2024.

_____. *Base de dados por municípios das Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias do Brasil*. 2019.

INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL - ISA. *Volta Grande: Ribeirinhos conquistam direito de retornar para seu território após serem expulsos por Belo Monte no Pará*. 2020. Disponível em: <https://site-antigo.socioambiental.org/pt-br/noticias-socioambientais/volta-grande-ribeirinhos-conquistam-direito-de-retornar-para-seu-territorio-apos-serem-expulsos-por-belo-monte-no-para>. Acesso em: 21 jan. 2021.

LAGES, A. S.; MIRANDA, S. A. F.; DOURADO, S. A.; ABREU, A. C.; BRINGEL, S. R. B.; FERREIRA, S. J. F.; SILVA, M. L. *Parâmetros físicos (temperatura, condutividade elétrica e turbidez) na avaliação de corpos de água impactados na área urbana da cidade de Manaus, AM*. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, p. 71776-71785, 2022.

LCA – LABORATÓRIO CENTRAL DE ALTAMIRA. 2022. Disponível em: <http://www.labcentralaltamira.com.br/>. Acesso em: 12 mar. 2022.

LEDTAM/UFPA. *Laboratório de Estudos das Dinâmicas Territoriais na Amazônia*. Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Altamira, Faculdade de Geografia, 2019.

LEITÃO, M. V. L.; WACHHOLZ, F. ; DESCOVI FILHO, L. L. V. . *Qualidade da água superficial do Rio Tarumã-Açu/Amazonas, Brasil*. REVISTA PRESENÇA GEOGRÁFICA, v. 10, p. 124-139, 2024.

LEONEL, R. dos S.; CASTRO, A. de O.; ALBUQUERQUE, J. V. de. *Tecnologias e metodologias ativas no ensino de ciências: pesquisa científica brasileira na educação do campo na Amazônia Paraense (2015-2022)*. CLCS, v. 16, n. 9, p. 16268–16283, set. 2023. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/2156>. Acesso em: 16 dez. 2023.

LEPURB - Laboratório de Estudos Populacionais e Urbanos. *Laboratório de Estudos Populacionais e Urbanos cria canal para divulgação de informações sobre a região do Xingu*. Disponível em: <https://ufpa.br/laboratorio-de-estudos-populacionais-e-urbanos-cria-canal-para-divulgacao-de-informacoes-sobre-a-regiao-do-xingu/> . Acesso em: 12 fev. 2024.

LUCAS, E. W. M. *Regionalização dos impactos das mudanças climáticas nos regimes de chuva e vazão na bacia hidrográfica do Xingu*. 2022. 153 f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2022. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/25134> Acesso em 05 Dez. 2023.

Melo, E. G. F.; Silva, M. S. R. Miranda, S. A. F. *Influência antrópica sobre águas de igarapés na cidade de Manaus – Amazonas*. Caminhos de Geografia 5 (16) 40-47, 2005.

MIRANDA, M. R., LIMA, A. P. F., REIS, P. R. *Avaliação de risco à saúde humana pelo consumo de água de abastecimento na região de São Domingos, GO*. Engenharia Sanitária e Ambiental, 2015.

NASCIMENTO, A.; ARAÚJO, K.; DIAS-SILVA, K.. *Variação Espaço-Temporal e Correlatos das Variáveis Limnológicas do Rio Xingu a Montante da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, Altamira-Pa*. Enciclopedia Biosfera, v. 18, p. 347-360, 2021.

NOBRE, C. et al. *Mudanças Climáticas Globais e Possíveis Alterações nos Biomas da América do Sul*. 2007.

NÚCLEO DE ALTOS ESTUDOS AMAZÔNICOS (NAEA). *Impactos das hidrelétricas na Amazônia e a tomada de decisão*. v. 22, n. 3, p. 69-96, 2019, ISSN 1516-6481 / 2179-7536. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/viewFile/7711/5813> . Acesso em: 10 jan. 2023.

OPAS. *Organização Pan-Americana da Saúde*. 1999 apud FUNASA. Fundo Nacional de Saúde. 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. *Objetivo 6: Água potável e saneamento*. Disponível em <https://unric.org/pt/objetivo-6-agua-potavel-e-saneamento-2/> . Acesso em: 10 jan. 2023.

PINTO, A.G.N; HORBE, A.M.C; Silva, M.S.R; MIRANDA, A.F; PASCOALOTO, D; SANTOS, H. M.C *Efeitos da contribuição antrópica sobre as águas do rio Negro, na cidade de Manaus, estado do Amazonas*. Caminhos de Geografia. Universidade Federal de Uberlândia, UFU. Uberlândia, 2008. 26-32p.

PINTO, K. *Pará prorroga decreto de emergência ambiental em Altamira e mais 14 cidades*. Agência Pará. *Confirma Notícia*. 2023. Disponível em: <https://www.confirmanoticia.com.br/noticia/25899/para-prorroga-decreto-de-emergencia-ambiental-em-altamira-e-mais-14-cidades>. Acesso em: 14 nov. 2023

PREFEITURA DE ALTAMIRA (PMA). *Plano Diretor Municipal, Altamira, 2003*. Disponível em: <https://altamira.pa.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/Vol-2-Relat%C3%B3rio-do-Plano-Diretor-PDU.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023.

REBOUÇAS, A.C., BRAGA, JR., BENEDITO, P. F., TUNDISI, J. G. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo: Escrituras Editora. 1999. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001046108> Acesso em: 07 jun. 2024.

ROSSETTI, D. F., VALERIANO, M. M. *Geologia da Amazônia*. In: *Caracterização e Evolução Geológica do Brasil*. 2017. p. 71-102. Oficina de Textos.

ROSALES, J.; VARGAS, O.; RODRIGUES, M. *Hydrography and ecohydrology of the Guiana Shield Ecoregion*. In: *Anais do Guayana Shiel Conservation Priority Setting Workshop*, Paramaribo, Abr 2002. Disponível em: <http://www.guianashield.org> Acesso em: 4 fev. 2023.

SKORUPA, L. A.; COSTA, U. M. P.; CUNHA, P.; ROSSETE, A. N.; FIDALGO, E. C. C.; SIMÕES, M.; et al.,; *Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Suiá-Miçu*. Embrapa: 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1080466/monitoramento-da-qualidade-da-agua-na-bacia-hidrografica-do-rio-suia-micu>

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – SGB. *Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil - Altamira, geologia regional*. 2022. Disponível em: https://www.sgb.gov.br/publique/media/geologia_basica/plgb/altamira/altamira_georegional.pdf . Acesso em: 4 fev. 2023.

SICAR - *Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural*. 2022. Disponível em: <https://www.car.gov.br>. Acesso em: 11 jan. 2023.

SILVA, L. P.; BARBOSA, J. P.; SILVA, G. A. *Análise exploratória de dados da qualidade da água de poços amazonas na cidade de Macapá, Amapá, Brasil*. *Águas Subterrâneas*, v. 32, n. 1, p. 43-51, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14295/ras.v32i1.28941>

SILVA, D. T. C.; ALMADA, N. B.; MATIAS, L. V. S.; MACAMBIRA, A. C. S.; COSTA, G. B.; SOUSA, J. T. R.; HEIDEMANN, M. A. *Caracterização Climatológica da Cidade de Manaus/AM*. *ICMBio: Biodiversidade Brasileira*, v. 11, n. 4, p. 60-71, 2021.

SILVA, M. V. et al. *Associação do regime hidrológico do rio Xingu com oceanos adjacentes em eventos extremos utilizando dados altimétricos*. XXII SBRH - Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2017. Florianópolis – SC. ISSN: 2318-0358.
<http://www.abrh.org.br/xxiisbrh> . Acesso em: 05 dez. 2023.

SILVA, C. H. ; COSTA, C. S. ; SILVA, A. K. ; DUARTE, W. S. ; CARDOSO, G. F. ; CARDOSO, T. S. ; ROCHA, B. R. P. ; PIRES, P. R. F. ; LUCIANELLI, F. N. V. ; LUCIANELLI, J. D. ; SANTOS, O. S.. *Perfil Epidemiológico da População Ribeirinha da Região Transamazônica/Xingu atendida pelo projeto Novo Tempo nas Águas*. REVISTA FISIO&TERAPIA, 2023.

SIOLI, H. *Hydrochemistry and geology in the Brazilian Amazon region*. Amazoniana. v.1, p.74-83, 1984.

SIOLI, H.; KLINGE, H. *Solos, tipos de vegetação e águas na Amazônia*. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, [Belém], n. 1, p. 01-18, 1962.

SISAGUA. 2024. Disponível em:

<https://ads.saude.gov.br/servlet/mstrWeb?src=mstrWeb.3140&evt=3140&hiddensections=header%2Cpath%2CdockTop%2CdockLeft%2Cfooter¤tViewMedia=1&visMode=0&documentID=574E100A11EBCEA700000080EF45365C&Server=SRVBIPDF03&Port=0&Project=DMSISAGUA&> . Acesso em: 12 fev. 2024.

TABLEAU PUBLIC. *Monitoramento das DDA no Brasil*. 2022. DDA Brasil. Disponível em: <https://public.tableau.com/app/profile/dda.brasil/viz/MonitoramentodasDDA/1-MonitoramentoBrasil2023>. Acesso em: 10 mai. 2023.

TELESSAUDE ACRE. *Rompendo barreiras geográficas para promover a saúde*. Disponível em: [http://www.telessaude.ac.gov.br/artigo-doencas-de-veiculacao-hidrica/#:~:text=As%20doen%C3%A7as%20de%20veicula%C3%A7%C3%A3o%20h%C3%ADdrica,A%20e%20E\)%20e%20c%C3%B3lera](http://www.telessaude.ac.gov.br/artigo-doencas-de-veiculacao-hidrica/#:~:text=As%20doen%C3%A7as%20de%20veicula%C3%A7%C3%A3o%20h%C3%ADdrica,A%20e%20E)%20e%20c%C3%B3lera.). Acesso em: 31 Jul. 2023

UEPA. *Relatório de monitoramento do rio Xingu na região de Altamira em 2022*. 2022. Disponível em:

http://epigeo.propesp.ufpa.br/dados/xingu/monitoramento/Relatorio_monitoramento_Xingu_Altamira_2022.pdf. Acesso em: 21 jan. 2023.

UHE Belo Monte: reassentamentos rurais, participação social e direito à moradia adequada. *Revista Direito GV*, São Paulo, v. 15, n. 2, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2317-6172201913>. Acesso em: 31 jul. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA (UFJF). *Química Analítica Ambiental*. 2023. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/nupis/files/2010/09/aula-4-qu%C3%ADmica-anal%C3%ADtica-ambiental.pdf> . Acesso em: 05 fev. 2024.

XAVIER, C. F. *Avaliação da influência do uso e ocupação do solo e de características geomorfológicas sobre a qualidade das águas de dois reservatórios da região metropolitana de Curitiba – Paraná*. Dissertação (Mestrado em Solos). Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba, 2005.

VIANA, M. C. *Estudo de Contaminantes em água, sólidos totais suspensos e sedimentos de igarapés da zona urbana de Manaus/AM*. Dissertação de mestrado do programa de pós-graduação em Química da Universidade Federal do Amazonas, 2018.

VIEIRA, A. A água vai subir. *National Geographic Brasil*, nº. 149, Ano 13, p. 30-39, 2012. ISSN 977-151772100-9. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/revista/2012/10/agua-vai-subir> . Acesso em: 18 mar. 2023.

VON SPERLING, M. *Estudos de modelagem da qualidade da água de rios*. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 452 p.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 4a ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

APÊNDICE A - Cartilha em formato de quadrinho: cuidados com a água para consumo



Projeto

Avaliação da Qualidade da Água Captada pelas Comunidades Ribeirinhas do Arapujá e Paratizão no rio Xingu, Pará

Realização

Programa de Pós-graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua
Pólo – Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ

**Parceria****Patrocínio****CARTILHA:**

Cuidados com a água para consumo – Vol 1 – Série: Cuidados básicos

Orientador do Projeto: Prof Dr. Friedrich W. Herms

Co-orientador do projeto: Prof. Dr. Gabriel Brito Costa

Executor/autor: Alexandre da Silva Diniz

Coordenação Editorial: Prof. Dra. Elizabete de Lemos Vidal

Edição e Concepção: Alexandre da Silva Diniz, Me. Thais Nascimento, Me. Isaac Sidomar Fernandes, bióloga Bruna Uana de Brito, Profa. Dra. Tatiana Pereira e Profa. Dra. Luciana Rodrigues Ferreira

Revisão: Monara Blaut de Oliveira

Ilustração: Pedro Henrique Leão de Melo

Diagramação Digital: Márcio Rogério C. Beltrão

Social media: Maria Vidal Vaz

Este volume 1, chamado de “**Cuidados com a água para consumo**” é parte da série “**Cuidados básicos – Vol 1**” que terá mais dois volumes. A idéia é construir um conjunto de histórias baseadas nas experiências vivenciadas pelos ribeirinhos da Amazônia. Nesta edição temos a experiência dos ribeirinhos reassentados das localidades do Arapujá, em Altamira, PA e Paratizão, em Vitória do Xingu, PA, nas margens do Rio Xingu, com patrocínio do Instituto SalvaTerra. O objetivo deste material é fortalecer o campo das aprendizagens para a prevenção e cuidado com o consumo da água, valorizando a linguagem e costumes locais.

Contato

@institutosalvaterra

www.institutosalvaterra.com.br

alexandre.diniz@profagua.uerj.br

diniz@institutosalvaterra.com.br

Autorizamos a reprodução e a divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

D111c da Silva Diniz, Alexandre.
Cuidado Com a Água Para Consumo / Organizadores:
Friedrich W. Herms (or.); Gabriel Brito Costa (co or.);
Elizabete de Lemos Vidal; Alexandre da Silva Diniz; Thais
Nascimento; Isaac Sidomar Fernandes; Bruna Uana de Brito;
Tatiana Pereira; Luciana Rodrigues Pereira (ed.); Monara
Blaut de Oliveira (rev.); Pedro Henrique Leão de Melo (il.);
Márcio Rogério Beltrão (dia.); Maria Vidal Vaz (soc med.).
Belém: Editora Instituto SalvaTerra, 2023.
10 f.: il., color.; 23 cm.

E-Book.
Disponível em:
<http://www.institutosalvaterra.com.br>

1. Assunto. I. Herms, Friedrich W (or.). II. Costa, Gabriel
Brito (co. or.). III. Cuidado com a água para consumo.

CDD 304.209811







6



PREVENÇÃO E CONTROLE DAS DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA E ALIMENTAR -DTHA



LAVAR AS MÃOS COM ÁGUA LIMPA
E SABÃO ANTES DE PREPARAR
OU INGERIR ALIMENTOS.



HIGIENIZAR ADEQUADAMENTE
OS VEGETAIS,
ESFREGANDO-OS
EM ÁGUA CORRENTE
PARA CONSUMI-LOS



CONSUMIR CARNES
BEM COZIDAS
E ASSADAS.



UTILIZAR HIPOCLORITO
DE SÓDIO A 2,5%
PARA A COMUNIDADE
QUE TEM ACESSO A ÁGUA.



LAVAR SEMPRE
AS SUPERFÍCIES
DOS UTENSÍLIOS
DOMÉSTICOS
USADOS
PARA PREPARAÇÃO
DOS ALIMENTOS.



CONSUMIR SEMPRE
ÁGUA TRATADA,
FILTRADA OU FERVIDA
PARA EVITAR CONTAMINAÇÃO.



USAR SEMPRE O
VÃO SANITÁRIO,
MAS SE ISSO NÃO
FOR POSSÍVEL,
ENTERRE AS FEZES
LONGE DOS
POÇOS E RIOS.



VACINAR
AS CRIANÇAS
CONTRA O
ROTAVÍRUS
HUMANO
(VORH).



IMPEDIR
A CONTAMINAÇÃO
AMBIENTAL,
ENTERRANDO AS
VÍSCERAS
DE ANIMAIS.



COBRIR AS CAIXAS DE AREIA,
PARA EVITAR A CONTAMINAÇÃO
POR FEZES DE ANIMAIS.

AGRADECIMENTOS
ÀS FAMÍLIAS RIBEIRINHAS
REASSENTADAS DAS
LOCALIDADES DO ARAPUJÁ
(ALTAMIRA-PA) E PARATIZÃO
(VITÓRIA DO XINGU-PA).

Ailson (sobre nome) - Ailson e Família
 Argemiro Bernardo da Silva - Sr. Argemiro e Família
 Cilenira Batista Pereira - Cilenira e Família
 Claudenice de Miranda Castro - Claudenice e Família
 Cleo Francelino Aquino - Cleo e Família
 Dalvina Maria José da Silva - Dalvina e Família
 Dariel Chaves de Almeida - Dariel e Família
 Darlene Silva da Costa - Darlene e Família
 Divaldo Batista de Lima - Divaldo e Família
 Djalma Acácio Braga - Sr Djalma e Família
 Doraldo Pereira da Silva - Doraldo e Família
 Eliana Curuaia Moura - Eliana Curuaia e Família
 Francisca Graça Gomes da Silva - Sra Francisca Graça e Família
 Gelson Saraiva de Souza - Gelson e Família
 Jacivalda Martins - Sra Jacivalda e Família
 Jaime Alves da Costa - Titó e Família
 João Pinheiro Farias - Seu Jango e Família
 João Roberto Alves dos Santos - Sr. João Roberto e Família
 Joelson Pessoa do Nascimento - Joelson e Família
 José Dias do Nascimento - Sr. José Dias e Família
 José Nunes de Oliveira - Seu Nunes e Família
 José Roberto Chagas Almeida - Beto e Família
 Juarez Alves da Rocha - Joca e Família
 Lourival Cardoso Bezerra - Sr. Lourival e Família
 Luís Alberto Caramuru dos Santos - Luís Caramuru e Família
 Maria do Socorro Pinheiro Nogueira - Socorro Arara e Família
 Maria José Pessoa Bruta - Maria José e Família
 Maria Luiza Nascimento - Luiza e Família
 Odilon Paulo Bandeira - Sr Odilon e Família
 Pedro Paulo Tavares dos Santos - Sr. Pedro e Família
 Raimunda Botelho - Sra Raimunda e Família
 Ranger Rodrigues dos Santos - Ranger e Família
 Ronaldo Porto de Oliveira - Naldo e Família
 Rosa Alves da Silva - Sra Rosa e Família
 Vanis Ferreira Gomes Besa - Vanis e Família
 Zacarias Sanches Canário - Sr. Zacarias e Família

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao **Julica e ao Victor**, que nos inspiraram nesta história, e junto com o **Paulo**, auxiliaram-nos no trabalho de campo nas comunidades do Paratizão;

Ao casal, **Marlon e Socorro Arara**, que foram guerreiros no trabalho de campo nas comunidades do Arapujá, Ilha do Mansur, Ilha Bela, Ilha Terra Firme, Comunidade Abyanã, Pedrão, Pedral e tantos outros lugares deste fantástico mundo do Rio Xingu.

Ao **Mauro Juruna** que nos apresentou a comunidade do Paratizão num dia ensolarado.

À professora **Tatiana Pereira** do LAQUAX, que nos ajudou tecnicamente e apresentou bolsistas fantásticos e incansáveis no trabalho de campo.

À **Bete Vidal**, que sem sua companhia, não conseguiria explorar todos os lugares fantásticos do Médio Xingu.

APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido TCLE**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE**

Nº DO CCAE 55987922.3.0000.5282

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa intitulada **QUALIDADE D'ÁGUA CONSUMIDA EM ÁREAS DE ASSENTAMENTO RIBEIRINHO DAS LOCALIDADES DE ARAPUJÁ – ALTAMIRA, PA E PARATIZÃO – VITÓRIA DO XINGU**, conduzida por Prof. Dr. Friedrich W. Herms. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante da pesquisa. Leia com atenção e calma. Se houver perguntas você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo, caso você não aceite participar, retire sua autorização em qualquer momento.

Este estudo tem por objetivo avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da qualidade da água consumida na localidade ribeirinha do Arapujá, na margem direita do Rio Xingu, no município de Altamira/PA, no entorno de cinco comunidades, sendo elas: Ilha Santa Cruz, Ilha do Mansur, Ilha Boa sorte, Terra Firme e comunidade Arapujá, totalizando 9 famílias visitadas, além da localidade do Paratizão, na margem esquerda do Rio, no município de Vitória do Xingu/PA, no entorno de 11 famílias, sendo ao todo, 20 famílias visitadas na soma das duas localidades. Na referida pesquisa serão selecionados vinte pontos de coletas da água do Rio Xingu para aferição das características físico-químicas, tais como: pH, turbidez, cor e sólidos totais dissolvidos. Os resultados das análises das duas fases sazonais cheia e seca) das coletas dos vinte pontos irão evidenciar quais as condições da água bruta, subterrânea e de poços amazonas, se encontram dentro do limite permitido pela resolução do CONAMA nº 357/2005, apresentado caráter adequado para consumo humano, mesmo ocorrendo alterações ambientais irreversíveis nas adjacências da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu.

Você foi selecionado(a) por residir em uma dessas localidades estudadas. Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa, desistência ou retirada de consentimento não acarretará prejuízo. **DESCONFORTOS e RISCOS:** Os possíveis desconfortos desta pesquisa são cansaço e interferências nos afazeres cotidianos. A pesquisa não tem riscos previsíveis. **BENEFÍCIOS:** Não estão previstos benefícios diretos aos participantes, porém sua

participação na pesquisa não é remunerada nem implicará em gastos para os participantes. No entanto, a análise da coleta de água será custeada pela coordenação deste projeto e não acarretará despesas extras para você.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em fornecer informações para o Mestrando Alexandre da Silva Diniz, que auxiliará a preencher o Formulário Sócio-Econômico-Ambiental e Fitossanitário dividido em 4 etapas: I - Dados do Informante; II - Dados do Estabelecimento; III – Dados Familiares Socioeconômico; IV- Dados Ambientais e Fitossanitários.

Os dados obtidos por meio desta pesquisa serão confidenciais e não serão divulgados em nível individual, visando assegurar o sigilo de sua participação. Na divulgação dos resultados será necessário utilizar sua imagem em foto e/ou vídeo e/ou a gravação feita em áudio. Você precisa concordar com esse procedimento.

O pesquisador responsável se compromete a tornar públicos nos meios acadêmicos e científicos os resultados obtidos de forma consolidada sem qualquer identificação de indivíduos ou instituições participantes.

Caso você concorde em participar desta pesquisa, assine ao final deste documento, que possui duas vias, sendo uma delas sua, e a outra, do pesquisador responsável / coordenador da pesquisa. Seguem os telefones e o endereço institucional do pesquisador responsável do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, onde você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação nele, agora ou a qualquer momento. Contatos do pesquisador responsável: Prof. Friedrich Wilhelm Herms, Coordenador do Mestrado Profissional Prof.Água ID Funcional:2549085-0/Matrícula UERJ: 6473-3,Rua São Francisco Xavier,524 -4º andar/Bloco E/sala 4024.Maracanã Rio de Janeiro -RJ-CEP: 20550-900 e-mail e telefones pessoal e institucional do pesquisador responsável, de modo a facilitar a comunicação.

Caso você tenha dificuldade em entrar em contato como pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, 3º andar, - Maracanã - Rio de Janeiro, RJ, e-mail: etica@uerj.br- Telefone: (021)2334-2180. O CEP COEP é responsável por garantir a proteção dos participantes de pesquisa e funciona às segundas, quartas e sextas-feiras, de 10h às 12h e 14h às 16h.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa, e que concordo em participar.

Altamira/PA, de de 2022.

Nome do (a) participante: _____Assinatura:_____

Nome do (a) pesquisador: Prof. Friedrich W. Herms

Assinatura:_____

APÊNDICE C – Formulário socioeconômico-ambiental e fitossanitário

Formulário Socioeconômico-Ambiental e Fitossanitário					
Dados do Informante:					
Nome:		Apelido:		Idade:	
Naturalidade:		Cidade:		UF:	
Fone: () -					
Estado civil: (1) Casado (2) Solteiro (3) Viúvo (4) Separado (5) União Estável					
Local de origem do morador:					
Profissão:		Quanto tempo de profissão:			
Atualmente atua na profissão: (1) sim (2) não					
II - Dados do Estabelecimento:					
II.1 - Qual nome da localidade onde mora:					
II.2 - Qual o nº da residência do entrevistado no formulário? Residência [_____]					
II.3 - Em que ano adquiriu o estabelecimento?					
II.4 - Reside no estabelecimento? (1) sim (2) não					
II.5 - Desde quando?					
II.6 - Como adquiriu o estabelecimento?					
(1) assentado (2) doação (3) ocupação (4) compra (5) outros					
II.7 - Possui algum tipo de documento? (1) Sim (2) não					
(1) Título definitivo (2) Protocolo de compra e venda (3) Seção de uso (4) contrato de arrendamento (5) Anuência/SPU (6) Outros					
II.8 - Qual o tamanho da área:					
II.9 - Quais as principais atividades desenvolvidas no estabelecimento?					
III- Dados Familiar e Socioeconômico:					
III.1 - CARACTERIZAÇÃO FAMILIAR					
Nome	Sexo (M/F)	Idade	Escolaridade Estuda? Série		Grau de parentesco
III. 2- A família foi realocada devido ao empreendimento UHE de Belo Monte?					
(1) Sim (2) Não					
2.a Qual a situação anterior ou atual?					
2.b Quando foi realocada?					
III.3- Quantas pessoas da família trabalham?					
III.4- Qual a renda familiar aproximadamente?					
III.5 - Recebem algum tipo de benefício? (1) sim (2) não					
III. 6 - Se sim qual?					

III. 6 – Se sim qual?
(1) Aposentadoria (2) bolsa família (3) Pensão (3) Auxílio doença (Auxílio ribeirinho (4) outros
IV- Dados Ambientais e Fitossanitários:
IV. 1- Tipo de Relevo:
1.a Qual a cobertura vegetal do solo?
IV.2- Qual a fonte hídrica que a unidade familiar faz uso?
(1) Rio (2) Poço (3) Grota
2.a Tem problema de escassez? Qual
2.b Tem problema de excesso de água? Qual
IV.3 – Se poço qual a profundidade?
IV. 4 – Qual o diâmetro da boca?
IV. 5 – O poço está isolado ou está aberto, sem tampa? (1) isolado (2) aberto sem tampa (3) aberto com tampa
IV.6 – Qual o tipo? (1) Boca larga ou aberta (2) Artesiano (3) Semi-artesiano
IV.7 – Faz algum tipo de tratamento para consumo da água do rio?
(1) Sim (2) não
IV.8 – Se sim qual?
8.a () Filtração simples em casa (filtro de vela)
8.b () Filtração areia
8.c () Filtração areia e carvão
8.d () Cloração
8.e () Fervi a água
8.f () Côa no pano
IV.9 – Faz algum tipo de tratamento para consumo da água do poço?
(1) Sim (2) não
IV.10 – Se sim qual?
10. a() Filtração simples em casa (filtro de vela)
10.b () Filtração areia
10.c () Filtração areia e carvão
10.d () Cloração
10.e () Fervi a água
10.f () Côa no pano
IV.10.1 Faz limpeza periódica do poço?
(1) Sim (2) não
IV. 10.2. Se sim, de quanto tempo?
IV.11 – Em quais atividades é utilizada a água rio?

IV. 12- Em quais atividade é utilizada a água do poço?	
IV.13 – Possui caixa d'água? (1) sim (2) não	
IV.14- Quantos litros?	
IV. 15- Faz limpeza da caixa d'água? (1) sim (2) não	
IV.16- De quanto enquanto tempo?	
IV. 16.1 Qual o estado da caixa d'água na limpeza?	
IV.17 – Qual a fonte energética utilizada para captação da água?	
(1) Gerador/motor (2) Concessionária de energia (3) moinho de vento (4) Placa solar	
IV. 18- Possui Fossa séptica? (1) sim (2) não	
IV. 19 – Possui fossa biológica? (1) sim (2) não	
IV. 19 a) Está em funcionamento? (1) sim (2) não	
IV. 19 b) faz manutenção? (1) sim (2) não	
IV.20 – Qual a localização da fossa séptica e poço?	
IV. 21 – Qual a localização do poço para o Rio?	
IV. 22 – Qual a rotina de abastecimento de água em época de seca do Rio?	
IV. 23 – Qual a rotina de abastecimento de água em época de cheia do Rio?	
IV. 24 - Já teve doenças de veiculação Hídrica?	
(1) Sim, Eu já tive	
(2) Não, não tive	
IV. 25 O Membro da família já teve doenças de veiculação hídrica?	
(1) Sim, minha esposa (o)	
(2) Sim, meu filho (a)	
IV. 26 – Qual das doenças já teve ou uns dos membros já tiveram?	
(1) Já teve diarreia por Escherichia coli?	
(2) Já teve Amebíase?	
(3) Já teve Cólera?	
(4) Já teve Leptospirose?	
(5) Já teve disenteria bacteriana?	
(6) Já teve Hepatite A?	
(7) Já teve Esquistossomose?	
(8) Já teve Febre tifoide?	
Data da entrevista: ____/____/2022	Hora da entrevista:
Nome do entrevistador: Alexandre Diniz	

APÊNDICE D – Acervo fotográfico localidade Arapujá período: março 2022

Foto 1 - AR_01_01RI Registro fotográfico de família reassentada



Fonte: O autor, 2022

Foto 2 - AR_01_01RI Registro fotográfico dos resultados dos parâmetros físico-químicos medidos *In Situ*



Fonte: O autor, 2022.

Foto 3 - AR_01_02PÇ Registro fotográfico de família reassentada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 4 - AR_01_02PÇ Registro fotográfico dos resultados dos parâmetros físico-químicos medidos *In Situ*



Fonte: O autor, 2022.

Foto 5 - AR_01_03RI Registro fotográfico de família reassentada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 6 - AR_01_03RI Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 7 – AR_01_04RI Registro fotográfico de família reassentada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 9 – AR_01_05PÇ Registro fotográfico de família reassentada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 11 – AR_01_06RI Registro fotográfico de família reassentada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 8 – AR_01_04RI Registro fotográfico de família reassentada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 10 – AR_01_05PÇ Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 12 – AR_01_06RI Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 13 – AR_01_07RI Registro fotográfico de família reassentada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 15 – AR_01_08RI Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 17 – AR_01_09TR Registro fotográfico de família reassentada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 14 – AR_01_07RI Registro fotográfico de família reassentada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 16 – AR_01_08RI Registro fotográfico de amostras coletadas



Fonte: O autor, 2022.

Foto 18 – AR_01_09TR Registro fotográfico dos resultados dos parâmetros físico-químicos medidos *In Situ*



Fonte: O autor, 2022.

Foto 19 – AR_01_10PÇ Registro fotográfico de família reassentada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 20 – AR_01_10PÇ Registro fotográfico dos resultados dos parâmetros físico-químicos medidos *In Situ*



Fonte: O autor, 2022.

Foto 21 - AR_01_11TR Registro fotográfico de família reassentada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 22 – AR_01_11TR Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 23 – AR_01_12TR Registro fotográfico de família reassentada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 24 – AR_01_12TR Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 25 – AR_01_13RI Registro fotográfico de casa ribeirinha.



Fonte: O autor, 2022.

Foto 26 – AR_01_14RI Registro fotográfico de casa ribeirinha.



Fonte: O autor, 2022.

Foto 27 – AR_01_15RI Registro fotográfico de casa ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Foto 28 – AR_01_15RI Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

APÊNDICE E – Acervo fotográfico localidade Paratizão período: março 2022

Foto 1 – PR_01_01PÇ Registro fotográfico de família ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Foto 2 – PR_01_01PÇ Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 3 – PR_01_02PÇ Registro fotográfico de família ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Foto 4 – PR_01_02PÇ Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 5 – PR_01_03PÇ

Foto 6 – PR_01_03PÇ Registro fotográfico dos resultados dos parâmetros físico-químicos medidos *In Situ*

Foto 7 – PR_01_04GR família ribeirinha

Foto 8 – PR_01_04GR Registro fotográfico de ponto de coleta





Fonte: O autor, 2022.



Fonte: O autor, 2022.

Foto 9 – PR_01_05PÇ Registro fotográfico de família ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Foto 10 - PR_01_05PÇ Registro fotográfico dos resultados dos parâmetros físico-químicos medidos *In Situ*



Fonte: O autor, 2022.

Foto 11 – PR_01_06PÇ Registro fotográfico de família ribeirinha.



Fonte: O autor, 2022.

Foto 12 –PR_01_06PÇ Registro fotográfico dos resultados dos parâmetros físico-químicos medidos *In Situ*



Fonte: O autor, 2022.

Foto 13 – PR_01_07PÇ Registro fotográfico do Ponto de coleta

14 – PR_01_07PÇ Registro fotográfico dos resultados dos parâmetros físico-químicos medidos *In Situ*



Fonte: O autor, 2022.

Foto 15 – PR_01_08PÇ Registro fotográfico de casa ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Foto 17 – PR_01_09PÇ Registro fotográfico de família ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Foto 19 – PR_01_10PÇ Registro fotográfico de casa ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Foto 16 - PR_01_08PÇ Registro fotográfico dos resultados dos parâmetros físico-químicos medidos *In Situ*



Fonte: O autor, 2022.

Foto 18 – PR_01_09PÇ Registro fotográfico dos resultados dos parâmetros físico-químicos medidos *In Situ*



Fonte: O autor, 2022.

Foto 20 – PR_01_10PÇ Registro fotográfico dos resultados dos parâmetros físico-químicos medidos *In Situ*



Fonte: O autor, 2022.



Fonte: O autor, 2022.

Foto 21 – PR_01_11PÇ Registro fotográfico de família ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.



Fonte: O autor, 2022.

Foto 23 – PR_01_13RI Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 24 – PR_01_13RI Registro fotográfico de ponto de coleta.



Fonte: O autor, 2022

Foto 25 – PR_01_14RI Registro fotográfico de família ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Foto 26 – PR_01_15RI Registro fotográfico de casa ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Foto 27 – PR_01_15RI Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 28 – PR_01_15RI Registro fotográfico de casa ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Foto 29 – PR_01_15RI Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Figura 30 – PR_01_18PÇ Registro fotográfico de casa ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Figura 31 – PR_01_18PÇ Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

APÊNDICE F – Acervo fotográfico localidade: Arapujá período: novembro 2022

Foto 1 – AR_02_02PÇ Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 2 – AR_02_02PÇ Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 3 – AR_02_13PÇ Registro fotográfico de casa ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Foto 4 – AR_02_13PÇ Registro fotográfico dos resultados dos parâmetros físico-químicos medidos *In Situ*



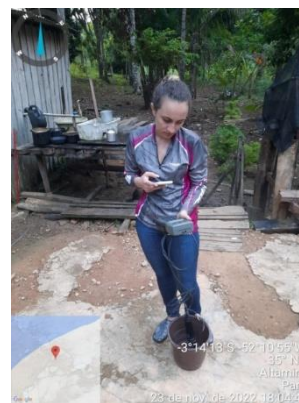
Fonte: O autor, 2022.

Foto 6 – AR_02_11TR Registro fotográfico de casa ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Foto 7 – AR_02_11TR Registro fotográfico de ponto de coleta



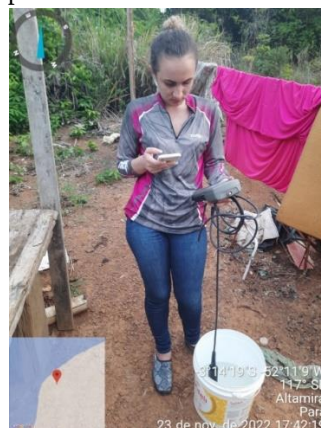
Fonte: O autor, 2022.

Foto 9 – AR_02_10TR Registro fotográfico de casa ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Foto 10 – AR_02_10TR Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 11 – AR_02_14RI Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 12 – AR_02_14RI Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 13 – AR_02_01RI Registro fotográfico de casa ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Foto 14 – AR_02_01RI Registro fotográfico de família ribeirinha



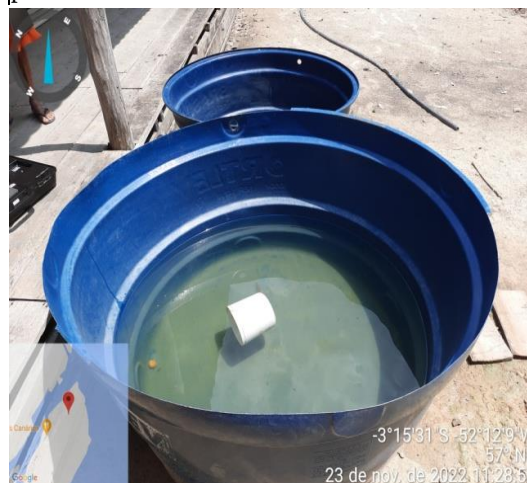
Fonte: O autor, 2022.

Foto 17 – AR_02_06CX Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 18 – AR_02_06CX Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 19 – PR_02_09PÇ Registro fotográfico de casa ribeirinha fechada e/ou abandonada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 20 – PR_02_26RI Registro fotográfico de casa ribeirinha fechada e/ou abandonada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 21 – PR_02_27RI Registro fotográfico de casa ribeirinha fechada e/ou abandonada

Foto 22 – PR_02_28PÇ Registro fotográfico de casa ribeirinha fechada e/ou abandonada



Fonte: O autor, 2022.



Fonte: O autor, 2022.

Foto 23 – PR_02_29PÇ Registro fotográfico de casa ribeirinha fechada e/ou abandonada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 25 – PR_02_29CX Registro fotográfico de casa ribeirinha fechada e/ou abandonada



Fonte: O autor, 2022.

APÊNDICE G – Acervo fotográfico localidade Paratizão Período: novembro 2022

Foto 1 – PR_02_04GR Registro fotográfico de casa ribeirinha fechada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 2 – PR_02_04GR Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 3 Registro fotográfico de casa ribeirinha fechada e/ou abandonada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 4 – PR_02_15PÇ Registro fotográfico de casa ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Foto 5 – PR_02_15PÇ Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 6 – PR_02_20PÇ Registro fotográfico de casa ribeirinha

Foto 7 – PR_02_20PÇ Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.



Fonte: O autor, 2022.

Foto 8 – PR_02_17PÇ Registro fotográfico de casa ribeirinha fechada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 9 – PR_02_17PÇ Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 10 - PR_02_14RI Registro fotográfico de casa ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.



Fonte: O autor, 2022.

Foto 12 – PR_02_25PÇ Registro fotográfico de casa ribeirinha

Foto 13 PR_02_25PÇ Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.



Fonte: O autor, 2022.

Foto 14 – PR_02_18PÇ Registro fotográfico de casa ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Foto 15 PR_02_13RI Registro fotográfico de casa ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Foto 16 PR_02_13RI Registro fotográfico de ponto de coleta



Fonte: O autor, 2022.

Foto 17 – PR_02_19RI Registro fotográfico de família ribeirinha



Fonte: O autor, 2022.

Foto 18 – PR_02_26RI Registro fotográfico de casa ribeirinha fechada e/ou abandonada



Fonte: O autor, 2022.

Foto 19 – PR_02_26RI Registro fotográfico de casa ribeirinha fechada e/ou abandonada



Fonte: O autor, 2022.

APÊNDICE H – Tabela de parâmetro Físico-químico nas Localidades de Arapujá Paratizão Período: Novembro 2022

Mês	Latitude	Longitude	Código da Amostra	Localidade	tipo de amostra	pH	Oxigenio Dissolvido (mg/L)	Oxigenio Dissolvido saturação (%)	Condutividade e (µS/cm)	Temperatura (°C)	Cor (mg Pt-Co/L)	Ferro Total (mg/L)	Turbidez (UT)	Manganês (mg/L)
março	-3°15'17"S	-52°13'12"W	AR_01_02PÇ	Arapujá	poço	5,49	2,75	34,75	38	27,38	8,9	0	1,04	0
março	-3°24'17"S	-52°14'23"W	AR_01_05PÇ	Arapujá	poço	5,51	1,83	23,42	62	28,08	18,2	0,3	3,62	0,4
março	-3°14'17"S	-52°11'11"W	AR_01_10PÇ	Arapujá	poço	4,94	1,64	20,71	31	27,35	7,4	0	0,49	0
março	-3°15'10"S	-52°12'37"W	AR_01_01RI	Arapujá	rio	6,75	4,77	60,25	23	27,35	107	1,2	8,05	0
março	-3°15'31"S	-52°12'19"W	AR_01_03RI	Arapujá	rio	7,52	5,66	70,91	23	26,9	94,3	2,3	5,95	0,3
março	-3°24'11"S	-52°14'40"W	AR_01_04RI	Arapujá	rio	8,47	5,43	68,07	23	26,93	100	2,6	6,04	0
março	-3°19'24"S	-52°11'33"W	AR_01_06RI	Arapujá	rio	7,47	5,99	75,92	23	27,54	115	2,6	9,14	0,2
março	-3°15'37"S	-52°12'16"W	AR_01_07RI	Arapujá	rio	7,39	5,49	69,39	23	27,39	116	2,9	6,3	0,1
março	-3°15'31"S	-52°12'14"W	AR_01_08RI	Arapujá	rio	7,34	4,85	62,12	23	28,13	87,7	2	4,91	0
março	-3°18'33"S	-52°10'13"W	PR_01_01PÇ	Paratizão	poço	4,67	3,27	42,31	28	28,71	80,4	0	14,7	0,3
março	-3°18'17"S	-52°10'19"W	PR_01_02PÇ	Paratizão	poço	4,59	0,69	8,65	52	26,9	28,3	1	4,21	0,3
março	-3°17'59"S	-52°10'11"W	PR_01_03PÇ	Paratizão	poço	5,12	1,37	17,03	37	26,47	0	0	1,81	0,5
março	-3°17'37"S	-52°10'19"W	PR_01_04GR	Paratizão	poço	6,84	2,25	27,56	37	25,65	72,8	4,04	3,72	0,4
março	-3°17'39"S	-52°10'20"W	PR_01_05PÇ	Paratizão	poço	5,16	2,33	28,93	28	26,41	0	0	2	0,2
março	-3°18'24"S	-51°59'47"W	PR_01_06PÇ	Paratizão	poço	4,74	0,51	6,47	35	27,61	0,4	0	2,2	0,2
março	-3°18'14"S	-51°59'36"W	PR_01_07PÇ	Paratizão	poço	6,29	3,14	39,83	29	27,59	0	0	2,7	0,2
março	-3°18'14"S	-51°59'17"W	PR_01_08PÇ	Paratizão	poço	5,52	1,58	19,76	46	26,79	0	0	1,95	0,2
março	-3°18'14"S	-52°11'59"W	PR_01_09PÇ	Paratizão	poço	7,12	2,37	29,81	34	27,12	18	0	4,96	0,1
março	-3°18'11"S	-51°59'16"W	PR_01_10PÇ	Paratizão	poço	4,85	4,34	54,94	34	27,47	23,4	0	5,75	0
março	-3°18'47"S	-51°59'34"W	PR_01_11PÇ	Paratizão	poço	5,42	4,17	52,68	37	27,36	5,8	0	0,38	0,2
março	-3°21'15"S	-51°59'16"W	PR_01_12RI	Paratizão	rio	6,1	4,98	63,68	23	28,04	120	2,5	7,25	0,3
março	-3°18'19"S	-52°10'33"W	PR_01_13RI	Paratizão	rio	8,4	4,61	58,85	24	27,94	96,5	3,1	7,97	0,5

APÊNDICE I – TABELA DE PARÂMETRO FÍSICO-QUÍMICO NAS LOCALIDADES DE ARAPUJÁ PARATIZÃO – PERÍODO: NOVEMBRO 2022

Mês	Latitude	Longitude	Código da Amostra	Localidade	tipo de amostra	pH	Oxigenio Dissolvido (mg/L)	Oxigenio Dissolvido saturação (%)	Condutividade e (µS/cm)	Temperatura (°C)	Cor (mg Pt-Co/L)	Ferro Total (mg/L)	Turbidez (UT)	Manganês (mg/L)
novembro	-3°15'17"S	-52°13'12"W	AR_02_02PÇ	Arapujá	poço	5	4,38	55,70	47	27,7	4,9	0	0,29	0
novembro	-3°24'17"S	-52°14'23"W	AR_02_05PÇ	Arapujá	poço	5,95	4,55	66,50	91	35,94	124	0,4	41,02	0
novembro	-3°14'16"S	-52°10'19"W	AR_02_12PÇ	Arapujá	poço	6,09	6,37	82,80	112	28,94	ND	ND	ND	ND
novembro	-3°15'14"S	-52°12'14"W	AR_02_13PÇ	Arapujá	poço	4,8	4,58	58,30	17	27,79	61	0,4	17,6	0
novembro	-3°15'10"S	-52°12'37"W	AR_02_01RI	Arapujá	rio	6,8	6,83	91,60	28	30,81	116	0,3	22,17	0
novembro	-3°15'31"S	-52°12'19"W	AR_02_03RI	Arapujá	rio	6,8	7,21	97,50	29	31,24	116	0,3	23,07	0,1
novembro	-3°24'11"S	-52°14'40"W	AR_02_04RI	Arapujá	rio	ND	ND	ND	ND	ND	134	0,3	26,38	0,1
novembro	-3°15'37"S	-52°12'16"W	AR_02_07RI	Arapujá	rio	6,75	7,81	104,40	29	30,59	120	0,3	24,21	0
novembro	-3°21'10"S	-52°14'21"W	AR_02_12RI_1	Arapujá	rio	7,56	8,62	122,00	25	33,98	124	0,3	28,54	0
novembro	-3°20'11"S	-51°59'21"W	AR_02_12RI_2	Arapujá	rio	ND	ND	ND	ND	ND	123	0,3	25,36	0
novembro	-3°23'58"S	-52°14'51"W	AR_02_14RI	Arapujá	rio	6,84	6,47	88,20	29	31,4	101	0,3	22,27	0
novembro	-3°18'33"S	-52°10'13"W	PR_02_01PÇ	Paratizão	poço	5,6	4,03	52,10	73	28,7	17,9	0,5	3,9	0
novembro	-3°18'17"S	-52°10'19"W	PR_02_02PÇ	Paratizão	poço	7,83	5,96	75,50	72	27,5	24,9	0,5	6,89	0
novembro	-3°17'59"S	-52°10'11"W	PR_02_03PÇ	Paratizão	poço	5,12	4,86	60,80	39	26,79	10	0	3,14	0
novembro	-3°17'37"S	-52°10'19"W	PR_02_04GR	Paratizão	poço	7,52	6,34	83,00	265	29,41	24	0	1,53	0
novembro	-3°18'24"S	-51°59'47"W	PR_02_06PÇ	Paratizão	poço	5,6	2,47	31,70	65	28,3	18,8	0,1	4,67	0
novembro	-3°18'14"S	-51°59'36"W	PR_02_07PÇ	Paratizão	poço	7,2	4,43	56,30	40	27,69	22	0,1	4,14	0
novembro	-3°18'47"S	-51°59'34"W	PR_02_11PÇ	Paratizão	poço	5,2	4,04	51,40	58	27,7	45,5	0	10,71	0
novembro	-3°18'30"S	-51°59'28"W	PR_02_15PÇ	Paratizão	poço	5,5	2,40	31,70	89	29,8	15	7,7	3,66	0
novembro	-3°18'14"S	-51°59'22"W	PR_02_16PÇ	Paratizão	poço	6,21	2,95	38,00	64	28,38	42,5	0	11,61	0
novembro	-3°18'10"S	-51°59'10"W	PR_02_17PÇ	Paratizão	poço	7,38	5,38	68,60	140	27,92	40,9	0	11,36	0
novembro	-3°18'18"S	-52°10'40"W	PR_02_18PÇ	Paratizão	poço	6,25	1,81	22,70	286	27,1	90	14,56	190,74	0,6
novembro	-3°18'24"S	-51°59'47"W	PR_02_20PÇ	Paratizão	poço	7,57	4,15	53,00	131	28,03	29	0	1,35	0
novembro	-3°20'11"S	-51°59'21"W	PR_02_21PÇ	Paratizão	poço	5,52	2,72	35,00	67	28,48	16	0	3,48	0
novembro	-3°18'19"S	-52°10'33"W	PR_02_22CA	Paratizão	poço	5,16	1,44	20,00	35	32,9	19,5	0	2,1	0
novembro	NC	NC	PR_02_23PÇ	Paratizão	poço	4,82	2,54	32,00	35	27,23	30,4	0,4	3,59	0
novembro	-3°18'19"S	-52°10'33"W	PR_02_25PÇ	Paratizão	poço	4,75	3,79	48,20	18	27,66	13,5	0	3,91	0
novembro	-3°21'15"S	-51°59'16"W	PR_02_12RI	Paratizão	rio	8,73	6,62	89,60	22	31,27	21,5	0	6,19	0
novembro	-3°18'19"S	-52°10'33"W	PR_02_13RI	Paratizão	rio	8,43	6,50	87,00	117	30,66	54,7	0,3	10,3	0
novembro	-3°18'46"S	-51°59'12"W	PR_02_14RI	Paratizão	rio	8,3	6,73	91,30	41	31,46	81,3	0,2	16,62	0
novembro	-3°18'35"S	-52°11'32"W	PR_02_19RI	Paratizão	rio	8,7	6,49	87,60	45	31,13	45,1	0	6,62	0
novembro	-3°17'34"S	-52°10'13"W	PR_02_24RI	Paratizão	rio	7,94	4,29	59,40	35	32,63	64,9	0,1	11,68	0

ANEXO A – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA EM ÁREAS DE ASSENTAMENTO RIBEIRINHO DAS LOCALIDADES DE ARAPUJÁ - ALTAMIRA, PA E PARATIZÃO - VITÓRIA DO XINGU

Pesquisador: Friedrich W Herms

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 55987922.3.0000.5282

Instituição Proponente: Programa de Pós Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.299.626

Apresentação do Projeto:

De acordo com o projeto de final de disciplina do Programa de Pós Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos apresentado na plataforma Brasil: O presente estudo objetiva avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da qualidade da água

consumida na localidade ribeirinha do Arapujá, na margem direita do Rio Xingu, no município de Altamira/PA, no entorno de cinco comunidades, sendo elas: Ilha Santa Cruz, Ilha do Mansur, Ilha Boa sorte, Terra Firme e comunidade Arapujá, totalizando 9 famílias visitadas, além da localidade do Paratizão, na margem esquerda do Rio, no município de Vitória do Xingu/PA, no entorno de 11 famílias, sendo ao todo, 20 famílias visitadas na soma das duas localidades. Na referida pesquisa serão selecionados vinte pontos de coletas da água do Rio Xingu para aferição das características físico-químicas, tais como: pH, turbidez, cor e sólidos totais dissolvidos. Os resultados das análises das duas fases sazonais (cheia e seca) das coletas dos vinte pontos irão evidenciar quais as condições da água bruta, subterrânea e de poços de boca aberta, se encontram dentro do limite permitido pela resolução do CONAMA nº 357/2005, apresentado caráter adequado para consumo humano, mesmo ocorrendo alterações ambientais irreversíveis nas adjacências da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu.

Metodologia Proposta:

A pesquisa se classifica quanto à abordagem qualitativa, de natureza aplicada, de objetivos

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018

Bairro: Maracanã

CEP: 20.559-900

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)2334-2180

Fax: (21)2334-2180

E-mail: etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 5.299.626

exploratórios e de método survey. Os procedimentos adotados para a realização das amostragens e os critérios de seleção das amostras serão baseados em recortes amostrais. Os instrumentos para a coleta de dados serão por meio de entrevistas e serão utilizados para meios de tabulações de dados, quadros e análises estatísticas.

1ª Fase:

Realizar visita de campo para definição dos pontos de coleta nas comunidades inseridas na Localidade do Arapujá em Altamira PA, e Paratizão em Vitória do Xingu para coleta dos parâmetros físicos, quais sejam: Ph; cor, cheiro, sabor, oxigênio dissolvido; sólidos em suspensão; DBO; DQO; nitrogênio total; fósforo total; condutividade; sólidos sedimentáveis (cone de Imhoff) e microbiológicos, tais como: Coliformes fecais; Coliformes totais

e termotolerantes a serem utilizadas nas análises das águas coletadas; Coleta e análise de amostras de água em poços de boca aberta e no Rio Xingu, utilizados para abastecimento das comunidades;

2ª Fase

Realizar entrevistas na comunidade por meio de questionários com perguntas fechadas para balizar as informações referentes ao uso da água.

3ª Fase

Levantamento de dados de doenças de veiculação hídrica nas Unidades de Saúde Básica, localizadas nos municípios de Altamira e Vitória do Xingu; Análise estatística dos resultados obtidos das análises de água;

4ª Fase

Retorno para as comunidades sobre as análises das águas e a criação de um boletim informativo de Qualidade da água consumida daquelas comunidades estudadas.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Estudar o atual quadro da qualidade da água consumida em comunidades rurais assentadas em Arapujá e Paratizão, sem o devido tratamento e suas implicações para a saúde desses usuários.

Objetivo Secundário:

Avaliar a qualidade da água bruta, consumida por ribeirinhos rurais assentados nos municípios de Altamira e Vitória do Xingu ao longo de um ano, englobando o período seco e chuvoso da região;

Avaliar os dados referentes a saúde dos ribeirinhos rurais com o consumo de água não tratada e de doenças de veiculação hídrica;

Levantar o quadro de saneamento básico na região de estudo.

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018

Bairro: Maracanã

CEP: 20.559-900

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)2334-2180

Fax: (21)2334-2180

E-mail: etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 5.299.626

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo o que foi apresentado no projeto, os riscos e benefícios são:

Riscos:

O ponto crítico é a participação das famílias ribeirinhas no estudo, além de contarmos com os intempéries climáticas para acesso nas localidades, pois no período de seca o Rio Xingu fica sem acesso em algumas comunidades por meio terrestre e fluvial.

Benefícios:

O produto científico mais esperado é o diagnóstico da situação da qualidade da água consumida nas localidades estudadas com a produção de uma dissertação de Mestrado oriunda do Programa de Pós-graduação do Mestrado profissional de Rede Nacional de Gestão e Regulação em Recursos Hídricos – ProfÁgua/UERJ, contribuindo indiretamente no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) por meio de estudo de caso na Região do Médio Xingu, na Amazônia Paraense, bem como a lista de produtos técnicos que irão compor o resultado do referido projeto.

RESPOSTA DO PESQUISADOR:

Os riscos foram inseridos na pesquisa e no TCLE.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa está bem descrita, com informações suficientes para realizar sua análise ética.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O orçamento foi apresentado e o cronograma está adequado.

O instrumento de coleta de dados está adequado e não apresenta riscos éticos.

O TCLE apresenta todas as informações segundo as Normas 466 e 510.

A Folha de rosto está assinada corretamente.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Ante o exposto, a COEP deliberou pela aprovação deste projeto, visto que não há implicações éticas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Faz-se necessário apresentar Relatório Anual - previsto para março de 2023. A COEP deverá ser informada de fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo, devendo o pesquisador apresentar justificativa, caso o projeto venha a ser interrompido e/ou os resultados não sejam publicados.

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018

Bairro: Maracanã

CEP: 20.559-900

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)2334-2180

Fax: (21)2334-2180

E-mail: etica@uerj.br

**UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;**



Continuação do Parecer: 5.299.626

Tendo em vista a legislação vigente, o CEP recomenda ao(à) Pesquisador(a): Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e/ou no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, para análise das mudanças; informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa; o comitê de ética solicita a V.S.^a que encaminhe a esta comissão relatórios parciais de andamento a cada 06 (seis) meses da pesquisa e, ao término, encaminhe a esta comissão um sumário dos resultados do projeto; os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1888456.pdf	09/03/2022 14:06:40		Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto080322.pdf	09/03/2022 14:05:49	Friedrich W Herms	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Qualidade_Agua_Xingu.pdf	08/03/2022 18:42:40	Friedrich W Herms	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Projeto_Qualidade_Agua_Xingu.pdf	08/03/2022 18:41:31	Friedrich W Herms	Aceito
Outros	CartaParecerista.docx	08/03/2022 18:15:12	Friedrich W Herms	Aceito
Outros	Formulario_Socio_Ambiental.pdf	25/01/2022 12:19:59	Friedrich W Herms	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 5.299.626

RIO DE JANEIRO, 18 de Março de 2022

Assinado por:
ALBA LUCIA CASTELO BRANCO
(Coordenador(a))

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br