

SUSTENTARE & WIPIS 2025

Sustentabilidade, Indicadores
e Gestão de Recursos Hídricos

Apoio Institucional



Resumo Expandido

AMOSTRAGEM DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DE SISTEMAS FLUVIAIS DAS PROXIMIDADES DA USINA HIDRELÉTRICA DE CURUÁ-UNA

Rui Rodrigues de Brito

Profªgua, Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Monte Alegre, Pará, Brasil
ruidrbr@gmail.com

Sabrina Marques de Oliveira

Profªgua, UFOPA, Belém, Pará, Brasil
sabinamarquesvob@gmail.com

Suellen de Souza Baia

Profªgua, UFOPA, Santarém, Pará, Brasil
arq.suellenbaia@gmail.com

Resumo: A construção da barragem do reservatório da Usina Hidrelétrica de Curuá-Una (UHE) alterou parâmetros físico-químicos, como transparência, temperatura, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido, gerando impactos para a biota aquática. No Brasil, os níveis e concentrações de diversos elementos que prejudicam a qualidade das águas são monitorados e utilizados como referência para a classificação dos corpos hídricos em classes de qualidade. Diante desse contexto, é justificável a investigação da qualidade da água em diferentes corpos hídricos a fim de entender como as ações de gestão podem ser aprimoradas. Esta vivência prática em amostragem de sistemas fluviais, tem como objetivo contribuir para a importância do monitoramento constante dos padrões de qualidade das águas, por meio das amostras pontuais das análises dos parâmetros dos sistemas fluviais deste trabalho nas áreas próximas à UHC, no município de Santarém. Através das análises realizadas, foi possível identificar os principais fatores que influenciam a qualidade dos recursos hídricos na região, como o avanço agropecuário e o desmatamento. A localização dos pontos de coleta, à montante e a jusante da UHC, pode ter contribuído para o resultado das análises, além de terem sofrido alterações devido as chuvas ocorridas na região, tendo em vista as coletas terem sido realizadas no período mais chuvoso da região, porém sem chuvas durante o período de estudo na UHC. Essas informações são fundamentais para a preservação e gestão sustentável dos recursos hídricos na região. É importante salientar que os estudos sobre a qualidade da água de sistemas fluviais são fundamentais para compreendermos a complexidade do uso e ocupação do solo, além de analisarmos de forma abrangente como a proteção dos mananciais é um elemento importante a ser considerado na qualidade final da água das bacias. Portanto, é necessário o monitoramento constante da qualidade da água dos ambientes aquáticos para a conservação e preservação dos recursos hídricos, bem como para avaliar os impactos das atividades antrópicas. Por meio de uma gestão participativa e integrada das águas, na contribuição de um entendimento mais profundo das dinâmicas ambientais dos sistemas fluviais que envolve as bacias hidrográficas.

Palavras-chave: bacias hidrográficas, recursos hídricos, desenvolvimento sustentável.

1. INTRODUÇÃO

A Usina Hidrelétrica de Curuá-Una (UHC), situada no estado do Pará, a 70 km ao sudoeste do município de Santarém, possui uma capacidade de 40 MW e atende parcialmente à demanda da cidade, servindo como complemento à Tucuruí. Ela representa um marco significativo na geração de energia da região amazônica. [1, 2].

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) destaca que a qualidade da água nos corpos hídricos é determinada pelas condições naturais e pelas ações humanas na bacia hidrográfica. No Relatório Digital de Qualidade da Água, a ANA relaciona os fatores naturais que influenciam a qualidade da água em rios e lagos, como a dissolução de minerais presentes no solo e subsolo devido ao intemperismo, os processos atmosféricos de evapotranspiração, a decomposição da matéria orgânica, a lixiviação natural de nutrientes, fatores hidrológicos ligados ao regime de escoamento e processos biológicos que alteram a composição física e química da água [3].

Castro [4] destaca que, no Brasil, os níveis e concentrações de diversos elementos que prejudicam a qualidade das águas são monitorados e utilizados como referência para a classificação dos corpos hídricos em classes de qualidade. Diante desse contexto, é justificável a investigação da qualidade da água em diferentes corpos hídricos a fim de entender como as ações de gestão podem ser aprimoradas. Esta vivência prática em amostragem de sistemas fluviais, tem como objetivo contribuir para a importância do monitoramento constante dos padrões de qualidade das águas, por meio das amostras pontuais das análises dos parâmetros dos sistemas fluviais deste trabalho nas áreas próximas à Usina Hidrelétrica de Curuá-Una (UHC), no município de Santarém. Através dessas análises, espera-se identificar os principais fatores que influenciam a qualidade dos recursos hídricos na região e contribuir para o desenvolvimento sustentável do meio ambiente para as presentes e futuras gerações.

2. METODOLOGIA

A vivência prática foi executada em aulas de campo no período de 28 a 29 de março de 2025, nas proximidades da Usina Hidrelétrica de Curuá-Una (UHC), com ensaios de análise em campo e na Base Científica da UFOPA (Universidade Federal do Oeste do Pará) localizada em área da usina hidrelétrica. A UHC fica localizada no km 72 da PA-370 (Rodovia Transurarará), partindo de Santarém/PA. As instalações da UHC ficam em território santareno, ao sudeste da sede municipal de Santarém.

Além dos professores da disciplina de Hidrologia e Qualidade de Água do ProfÁgua (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua) na UFOPA (Campus Tapajós em Santarém/PA), as aulas práticas contaram com apoio de todos os discentes da turma de 2024 do ProfÁgua que se fizeram presentes na aula de campo, o apoio operacional com relação as refeições e manutenção de alojamento ficou a cargo do efetivo da base científica, logística de ida e vinda da UHC foi realizada no ônibus da UFOPA.

A distribuição de tarefas em campo para elaboração deste estudo ficou da seguinte forma: Coleta de dados - Rui Rodrigues de Brito; Registro Fotográfico (câmeras de celulares) – Sabrina Marques de Oliveira; Registro de dados em fichas – Suellen de Souza Baia.

As metodologias de análise dos parâmetros físicos, químicos e de plâncton praticadas foram de acordo com os métodos do padrão internacional de exame de água e efluentes (Figura 1) em consonância com protocolos de cada equipamento e com o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostra [5].

O material de apoio das coletas e análise se deram por meio dos seguintes equipamentos e demais materiais descritos no Quadro (1) abaixo:

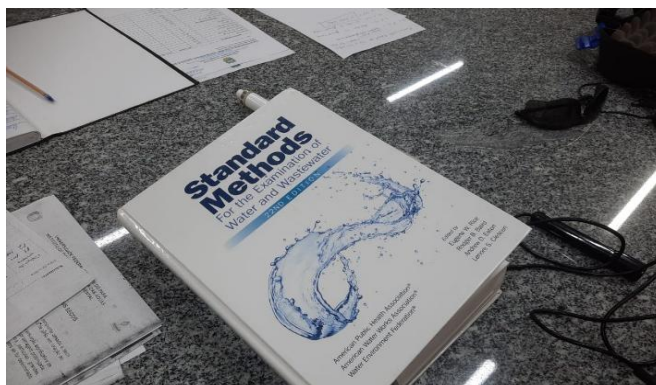


Figura 1 – Manual de análises de água e efluentes

Quadro 1: materiais de apoio, com algumas observações durante a coleta de campo

Equipamentos
Garrafa de Van Dorn; Amostrador de Sedimento em Suspensão (AMS-8); Draga coletora de sedimento (Petersen); Micromolinetes fluviométrico; Disco de Secchi; Rede de plâncton, foi realizado a filtragem de 200L (em P1 e P2), para obtenção de cerca de 150 ml de amostra no frasco coletor da rede; Oxímetro; pHmetro; Condutivímetro; GPS; Sistema de filtração; Kit analisador de cor; Turbidímetro; Estereomicroscópio;

microscópio fotográfico; Incubadora de DBO; Medidor portátil de OD; Medidore multiparâmetro; Sonar portátil (leitura de profundidade e temperatura); Pluviômetro (funil e garrafa pet) para coleta de precipitação que atravessa a floresta e em campo aberto (não houve ocorrência de chuvas significativas para coleta de amostras).

Demais materiais

Água ultrapura; Caneta permanente; lâminas e lamínulas; papel toalha; picetas e pipetas; placas de petri; soluções de calibração; trena; tubos de falcon; fita crepe para marcação; frascos de coleta de amostras; canoa e ônibus para transporte.

As amostragens foram realizadas em 4 pontos de coleta, distribuídos de acordo com a NBR nº 9897 de planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores [6], sendo eles:

- Ponto 1 (P1) – W 54°17'57.01" S 2° 48' 58.94": à montante da barragem da UHC, próximo à tomada de água da usina;
- Ponto 2 (P2) – W 54°17'52.42" S 2° 48' 41.55": à jusante da barragem da UHC nas águas de saída das turbinas da UHC, próximo ao encontro das águas do vertedouro;
- Ponto 3 (P3) – W 54°17'6.21" S 2° 50' 39.57": na ponte que atravessa o rio Corta Corda tributário à margem direita do rio Curuá-Una; e
- Ponto 4 (P4) – W 54°16'38.40" S 2° 47' 3. 13": na ponte que corta o igarapé do Guaraná próximo à margem esquerda do rio Curuá-Una a jusante da UHC.

Além das coletas fluviais, foi realizado a coleta de água (800ml de amostra) subterrânea, para comparação de parâmetros de águas subterrâneas com águas fluviais, amostra essa coletada da torneira da Base Científica da UFOPA, poço de origem do abastecimento fica na escola a frente da base científica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em um primeiro momento (a partir das 14h, pois durante o percurso até a UHC, houve a necessidade de trocar de ônibus), os professores apresentaram as instalações da Base Científica da UFOPA na UHC, demonstrando os laboratórios de limnologia e plâncton, com demonstração de equipamentos além dos que seriam utilizados para as análises dos parâmetros físicos, químicos e de plâncton das águas dos pontos de coleta nas proximidades do ambiente da UHC.

Após os resultados das análises, foi perceptível a diferença de valores de um mesmo parâmetro entre os pontos. Abaixo (Tabela 1) resumo com resultados dos ensaios realizados em campo, na Base Científica da UFOPA na UHC e no Laboratório de Biologia Ambiental (LBA) do Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas (ICTA) localizado no campus Tapajós, pois devido à falta de filtros como a exemplo para análises de sedimentos em suspensão, algumas amostras foram encaminhadas para o LBA, o que foi um ponto negativo a ser notado, pois estudos de campo podem ser inviabilizados com a constatação de falta de materiais específicos a determinadas análises possíveis de serem realizadas em campo, o que não é o caso de análises como de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) que demanda um período maior para obtenção de resultados.

Tabela 1: Resultados das análises das coletas realizadas em campo

PARÂMETROS	P1	P2	P3			P4		
Data da coleta	29/03/2025	29/03/2025	28/03/2025			29/03/2025		
Período de coleta	11:20h às 12h	10:20h às 11h	17h às 18:45h			8h às 9:50h		
Largura (m)	Não realizado	Não realizado	28m			10,5		
Profundidade (m)	Não realizado	Não realizado	ME	C	MD	ME	C	MD
			2,9	4,8	3,2	2,10	3,5	2,10
Velocidade da corrente (m/s) - micromolinetete fluviométrico	Não realizado (ambiente lântico – compõe o reservatório da UHC)	Não realizado (fluxo de vazão elevado, comprometendo a segurança dos acadêmicos)	Não detectável (ambiente lântico – compõe o reservatório da UHC)			0,53	0,57	0,63

Vazão (m³/s) – pelo método do micromolinete fluviométrico	Não realizado	Não realizado	Não realizado	15,53
Transparência Secchi (m)	Não realizado	Não realizado	1,2	0,82
Temperatura (°C)	29,4	28,7	27,6	25,7
Sólidos totais	33	50	27	28
Sólidos totais em suspensão (mg/L)	2,25	2,25	3,75	4,5
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	30,75	47,75	23,5	23,5
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cor aparente (mg.pt/L)	53,3	52,4	84,5	79,3
Cor verdadeira	65,8	61,8	112	101
Turbidez (UNT)	14,5	14	13,1	19,4
Condutividade elétrica (µs/cm)	30	27,9	36,1	16,25
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	4,83	4,42	6,3	6,58
potencial hidrogeniônico - pH	7,78	6,06	7,24	7,09
Amônia (mg/l)	4,23	3,23	1,25	1,52
Ferro dissolvido (mg/L)	0,67	0,71	0,39	0,42
DBO (mg/L)	1,5	0,5	1,2	2,9
Sódio (mg/L)	3	0,3	0,3	0,2

Água (800ml) subterrânea coletada (logo após a chegada das coletas da manhã do dia 29/03/2025) na torneira da Base Científica da UFOPA, poço de origem do abastecimento fica na escola da UHC

Cor Aparente (mg.pt/L)	14,5
Turbidez (UNT)	0,39
Dureza Total (ppm)	4
pH	5,84
Condutividade (µs/cm)	120,8
Total de Sól. Dis. (mg/L)	60.4

Após análise e comparação dos parâmetros físicos e químicos de acordo com a Resolução do CONAMA n.º 357, que classifica as águas doces no Brasil em classes, obtivemos a indicação de que as águas em relação aos pontos de amostragem apresentaram desconformidade com a resolução, o que é recomendável complementar a análise com outros parâmetros, a exemplo microbiológicos [7].

Os sólidos totais em suspensão nos pontos a montante e a jusante da UHC apresentaram os mesmos valores (2,25 mg/L), o que confere com valores de turbidez semelhantes, uma vez que a turbidez é afetada diretamente pelos sólidos em suspensão. Os pontos 3 e 4 apresentaram valores mais elevados, mesmo o rio Corta Corda (Ponto 3) sendo afluente do rio Curuá-Una, ele sofre influência direta do reservatório da UHC, porém o desmatamento, estrada de chão e plantações agrícolas nas proximidades são mais visíveis, o que pode contribuir diretamente com o resultado obtido. O ponto 4 pode ter influência relacionada à velocidade do fluxo do igarapé do Guaraná, sugerindo uma vazão que pode ser suficiente para transportar sedimentos e nutrientes, sofrendo contribuições também por ações agropecuárias nas proximidades.

Nos pontos analisados (P1 a P4), as taxas de ferro dissolvido foram acima de 0,3 mg/L, isso pode indicar a presença de contaminação, possivelmente devido a atividades humanas, como a mineração ou o descarte inadequado de resíduos industriais. Essa concentração pode afetar a qualidade da água, tornando-a inadequada para consumo humano e prejudicial à vida aquática. Além

disso, atividades agrícolas que utilizam fertilizantes e pesticidas também podem contribuir para a liberação de ferro no ambiente aquático. O entorno da bacia do rio Curuá Una é caracterizado pelo crescimento do agronegócio na região.

Em relação aos plânctons coletados pela rede coletora, a didática foi mais visual de identificação dos zooplânctons em microscópio. Foi realizada coleta de algas para identificação de fitoplânctons também. Os plânctons (fitoplânctons e zooplânctons) são essências ao monitoramento da qualidade das águas superficiais, uma vez que, além de serem a base da cadeia alimentar do ambiente aquático, atuam como indicadores de qualidade ambiental.

Nos pontos P1 e P2, tanto a cor aparente como a cor verdadeira se apresentaram mais baixos, já nos pontos P3 e P4, os resultados foram mais elevados. A cor da água pode ser causada por ácidos fúlvicos e húmicos, algas, ferro e manganês, decomposição da matéria orgânica em ambientes aquáticos, principalmente vegetais, bem como introdução de esgotos industriais e domésticos [8].

Em relação à amostra da água do poço, o resultado de pH está abaixo do valor mínimo (6) aceitável para o padrão de potabilidade de consumo humano, sendo considerada uma água ácida. Os demais parâmetros estão dentro do aceitável. Tais resultados demonstram a necessidade de correções e análises de demais parâmetros. Sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água potável para consumo humano, supridos por poço, devem realizar análise dos parâmetros de turbidez, cor verdadeira, pH, fósforo total, nitrogênio amoniacal total, condutividade elétrica e dos parâmetros inorgânicos, orgânicos e agrotóxicos [9].

Nos pontos 1 e 2 foram observados maior concentração de amônia e menos taxa de oxigênio dissolvido em relação aos pontos 3 e 4. Pois se trata de pontos a montante e jusante próximos a barragem da UHC. Um ponto importante de frisar é o avanço da cultura de soja na região, fertilizantes agrícolas também contribuem com a poluição. A amônia pode contribuir para a eutrofização, em que o excesso de nutrientes leva ao crescimento excessivo de algas. Quando essas algas morrem e se decompõem, o processo de decomposição consome ainda mais oxigênio.

A variação da Amônia pode estar associada também a características ambientais locais, a amônia é precursora de nitrito que, ligeiramente é oxidada a nitrato, num processo em duas etapas, conhecido como nitrificação, ocasionando a alteração da qualidade das águas para consumo humano. O inverso, o nitrato ser reduzido a nitrito, podendo ocorrer em menor escala, por meio de processos biológicos, como a ação de bactérias do gênero *Nitrosomonas* [10].

As atividades antrópicas, como de origens agropecuárias podem estar contribuindo com assoreamento e aporte de compostos e nutrientes aos recursos hídricos, proporcionado a degradação do ambiente aquático. A referida resolução necessita de adequações para bacias hidrográficas da Amazônia, visto que alguns parâmetros que apresentaram valores em desconformidade com a legislação refletem condições naturais da região [7, 11].

Nos pontos de coleta P3 e P4, foram observados desmatamento nas proximidades, estradas com tráfegos elevados de carros e pessoas, podem elevar o nível da coloração da água devido a ação antrópica. Além do que em época de chuva, os rios e igarapés com menores volumes de água, tem sua cor comprometida devido à grande concentração de matéria suspensa carregada pelas chuvas.

A localização dos pontos de coleta, à montante e a jusante da UHC, pode ter contribuído para o resultado das análises, além de terem sofrido alterações devido as chuvas ocorridas na região, tendo em vista as coletas terem sido realizadas no período mais chuvoso da região, porém sem chuvas durante o período de estudo na UHC. Além disso, podem ter ocorrido alterações nos resultados esperadas devido a ações antrópicas como desmatamento e atividades agropecuárias nas proximidades dos pontos de coleta. O que incentiva a implantação de monitoramento constante dos parâmetros de qualidade da água para a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes para atividades realizadas ao longo da bacia, uma vez que as coletas e análises tiveram finalidade acadêmicas de ensino e foram realizadas em um único período curto de tempo.

4. Considerações finais

A ANA estabelece metas progressivas intermediárias e uma meta final de qualidade da água para cada trecho de rio. Isso está de acordo com o uso mais exigente a que esse trecho se destina,

além de reforçar ações preventivas no combate à poluição das águas. Os impactos da barragem vão muito além da área diretamente alagada pelo reservatório, afetando tanto a jusante quanto a montante do rio [3].

Este relato de experiência técnica sobre as aulas práticas realizadas nas proximidades da Usina Hidrelétrica de Curuá-Una (UHC) demonstra que os complexos fatores na área podem influenciar a qualidade da água. A análise dos parâmetros físicos e químicos, conforme a Resolução CONAMA n.º 357 [7], indicou desconformidade nos pontos de amostragem. Recomenda-se a inclusão de parâmetros microbiológicos e estudos mais específicos, a exemplo da variação do pH que pode estar relacionada a características ambientais locais. Essas informações são fundamentais para a preservação e gestão sustentável dos recursos hídricos na região.

É importante salientar que os estudos sobre a qualidade da água de sistemas fluviais são fundamentais para compreendermos a complexidade do uso e ocupação do solo, além de analisarmos de forma abrangente como a proteção dos mananciais é um elemento importante a ser considerado na qualidade final da água das bacias. Portanto, é necessário o monitoramento constante da qualidade da água dos ambientes aquáticos para a conservação e preservação dos recursos hídricos, bem como para avaliar os impactos das atividades antrópicas. Por meio de uma gestão participativa e integrada das águas, na contribuição de um entendimento mais profundo das dinâmicas ambientais dos sistemas fluviais que envolve as bacias hidrográficas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), através do Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua) e a Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

Referências bibliográficas

- [1] VIEIRA, I.; DARWICH, A. J. **Sinecologia da ictiofauna de Curuá-Una, Amazônia: características hidroquímicas, climáticas, vegetação e peixes**. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 11, n. 2, p. 41-64, 1999.
- [2] ALMEIDA, Alfredo Wagner Berno de; MARIN, Rosa Elizabeth Acevedo. Coordenação Geral. **Boletim informativo: Hidrelétrica de Curuá-Una**. Projeto Mapeamento Social como Instrumento de Gestão Territorial contra o desmatamento e a devastação. Organização e resistência das comunidades rurais do lago e do entorno da hidrelétrica de Curuá-una. Nova cartografia social da Amazônia, n.º 3, junho de 2014. Pág. 4, 8-11. Disponível em: <https://www.ppgcspa.uema.br/wp-content/uploads/2017/08/03-hidreletrica-curua-una.pdf>. Acesso em: 02 de abril de 2025.
- [3] ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Relatório Digital de Qualidade da Água Superficial no Brasil**. Brasília, 22 de março de 2024. Disponível em: <https://qualidadedaagua.ana.gov.br/>. Acesso em: 26 de março de 2025.
- [4] CASTRO, César Nunes de. **Água, problemas complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Rio Janeiro, 2022.
- [5] ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. Pág. 35 Brasília, 2011.
- [6] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR nº 9897: **Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro – RJ, junho de 1987.
- [7] BRASIL. Resolução nº 357: **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**. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Brasília, 17 de março de 2005.
- [8] MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, v. 3, n. 4, p. 33-38, out./dez. 2002.
- [9] BRASIL. Portaria GM/MS Nº 888: 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. Art. 42, § 2º. Ministério da Saúde. Brasília, 4 de maio de 2021.

[10] CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Nitrato e Nitrito.** Ficha de Informação toxicológica. Divisão de Toxicologia Humana e Saúde Ambiental. São Paulo/SP, dezembro de 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2022/12/Nitrato-e-Nitrito.pdf>. Acesso em: 10/04/2025.

[11] AGUIAR, Christiane Patrícia Oliveira de; PELEJA, José Reinaldo Pacheco; SOUSA, Keid Nolan Silva. **Qualidade da água em microbacias hidrográficas com agricultura nos municípios de Santarém e Belterra, Pará.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.38, n.6, p.983-992, 2014.