

1.1.1 Relatório de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais e efluentes

UHE Ferreira Gomes

Macapá – AP
Março 2024



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo geral.....	4
2.2. Objetivos específicos.....	4
3. METODOLOGIA	5
3.1. Localização	5
3.2. Metodologia de Coleta e Análise das Amostras.....	9
4. RESULTADOS.....	14
4.1. Parâmetros Físicos, Químicos e Biológicos.....	14
4.2. Índice de Qualidade das Águas – IQA	36
4.3. Índice de Estado Trófico – IET.....	37
4.4. Densidade de Algas Cianobactérias	38
4.5. Granulometria dos Sedimentos.....	40
5. MONITORAMENTO DOS EFLUENTES GERADOS NA UHE FERREIRA GOMES.....	41
5.1. Introdução	41
5.2. Objetivos.....	42
5.3. Metodologia de Coleta e Análise das Amostras.....	42
5.4. Caracterização e Descrição do Observado nas Estações de Coleta	44
5.5. Resultados Obtidos.....	46
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
8. EQUIPE TÉCNICA.....	53
9. ANEXOS.....	54

IDENTIFICAÇÃO

EMPREENDEDOR	
Nome	Ferreira Gomes Energia S/A
CNPJ	12.489.315/0002-04
Endereço	Km 346 a 348 da Rodovia BR 156, CEP 68915-000 – MargemEsquerda do Município de Ferreira Gomes, Estado do Amapá.
Licenças de Operação	Nº 0317/2014; Processo nº 32000.1047/2008; e nº 0368/2017; Processo nº 32000.1047/2008.
Atividade Licenciada	Geração de Energia Elétrica - Potência Instalada: 252MW
Área Inundada	17,72 km ²
Nº de funcionários	31 colaboradores entre FGE e terceirizadas.
Responsável	Lucineia Brito - lbrito@alupar.com.br Tel.: 11 98706-2818
Representante Legal	Jorge Francisco Manica Pires – Diretor Técnico e Operacional

RESPONSABILIDADE TÉCNICA	
Nome	Studio.com
CNPJ	11.347.939/0001-43
Endereço	Rodovia Juscelino Kubitschek SN
Telefone	31 997332475 / 81 981928845
E-mail	studio.arquiteturaengenharia@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório apresenta os objetivos, a metodologia e os resultados obtidos durante o monitoramento da qualidade das águas e efluentes realizado no reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Ferreira Gomes, referente as campanhas realizadas no período de setembro de 2023 a fevereiro de 2024, em atendimento a condicionante 2.2 da Licença de Operação nº 0368/2017. O monitoramento visa avaliar os aspectos físicos, químicos e biológicos das águas na área de influência do reservatório, bem como os sedimentos, os efluentes sanitários e oleosos produzidos e tratados na casa de força da UHE Ferreira Gomes. O programa também busca monitorar a dinâmica limnológica do Rio Araguari, e avaliar os impactos gerados, propondo, se necessário, possíveis medidas de controle.

Tal avaliação foi realizada pela empresa Studio, contratada pela Ferreira Gomes, para execução do Programa.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O objetivo do Monitoramento da Qualidade das Águas e Efluentes da UHE Ferreira Gomes é realizar um diagnóstico da qualidade das águas na área de influência do reservatório, bem como acompanhar os efluentes sanitários e oleosos produzidos e tratados nas Estações de Tratamento de Efluentes (ETE) da UHE Ferreira Gomes, por meio da coleta e análise de amostras de água e efluentes nas estações de tratamento da usina e em locais estratégicos do reservatório e do rio Araguari em um conjunto de parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados, que permitem avaliar a qualidade ambiental e sanitária do sistema hídrico, auxiliando no manejo adequado do reservatório, na gestão sustentável do recurso hídrico, na proteção da saúde pública e do meio ambiente.

2.2. Objetivos específicos

- Monitorar e assegurar a qualidade da água na Área de Influência Direta da UHE Ferreira Gomes;
- Estabelecer os usos permitidos, de acordo com a classe em que o rio se enquadra, e realizar ações de mitigação, caso haja necessidade, elaborando diagnósticos de modo a definir intervenções necessárias;
- Avaliar o comportamento, em regime estacionário, da hidrodinâmica superficial no trecho do rio Araguari correspondente à área diretamente afetada pelo reservatório;
- Elaborar um histórico da qualidade hídrica do rio Araguari onde se encontra o reservatório da UHE, com o objetivo de monitorar sua condição;
- Avaliar os efluentes gerados em sanitários, chuveiros e lavagem de pias, realizados a partir de amostragens nas fossas sépticas, também avaliar os efluentes oriundos de manutenções, realizados a partir de amostragens nas caixas separadoras de água e óleo instaladas no maquinário, analisando se o efluente está dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente.

3. METODOLOGIA

3.1. Localização

Para execução do Monitoramento da Qualidade das Águas e Efluentes da UHE Ferreira Gomes foram determinadas sete (07) estações amostrais para o monitoramento da qualidade das águas. Os sedimentos foram coletados em 03 (três) estações amostrais, sendo uma localizada a montante do barramento, na altura da estação P02 (zona intermediária do reservatório) de qualidade das águas, e 02 (duas) localizadas a jusante da barragem, na altura das estações P06 (jusante da ponte da BR-156) e P07 (jusante da captação da Concessionária de Saneamento do Amapá (CSA) de qualidade das águas, respectivamente.

A relação das estações amostrais é apresentada na Tabela 1 e na Figura 1.

Tabela 1. Coordenadas geográficas das estações de amostragem do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas da UHE Ferreira Gomes, rio Araguari, Amapá.

PONTO AMOSTRAL	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS UTM (22N)	
		Leste	Norte
P01 (Figura 2)	Rio Araguari, à jusante do reservatório da UHE Coaracy Nunes	473371	100158
P02 (Figura)	Rio Araguari, na Zona intermediária do reservatório	476695	97332
P03 (Figura)	Reservatório, em frente à barragem da UHE Ferreira Gomes – Superfície, Meio e Fundo	477752	94850
P04 (Figura)	Reservatório, no braço do igarapé do Prata	477387	92281
P05 (Figura)	Rio Araguari, à jusante da barragem, no canal de fuga	478307	94804
P06 (Figura)	Rio Araguari, à jusante da barragem, na ponte da BR-156	479406	95038
P07 (Figura)	Rio Araguari, à jusante da barragem, na captação da CAESA	480009	95360

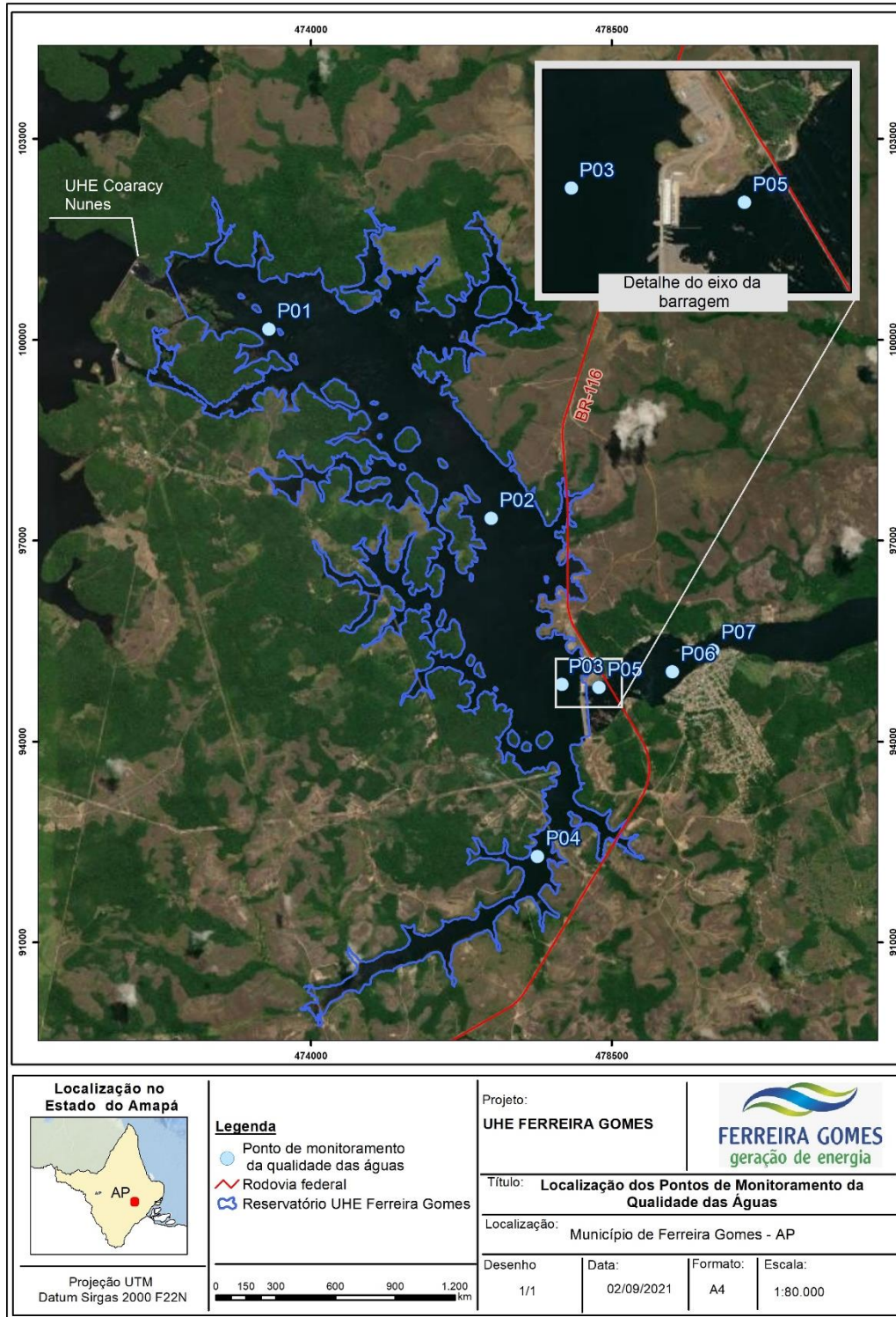


Figura 1. Localização das estações de amostragem do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas da UHE Ferreira Gomes.



Vista de Montante



Vista de Jusante

Figura 2. Estação amostral P01. Rio Araguari, à jusante do reservatório da UHE Coaracy Nunes.



Vista de Montante



Vista de Jusante

Figura 3. Estação amostral P02. Rio Araguari, Zona Intermediária do reservatório.



Vista de Montante



Vista de Jusante

Figura 4. Estação amostral P03. Reservatório, em frente à barragem da UHE Ferreira Gomes.

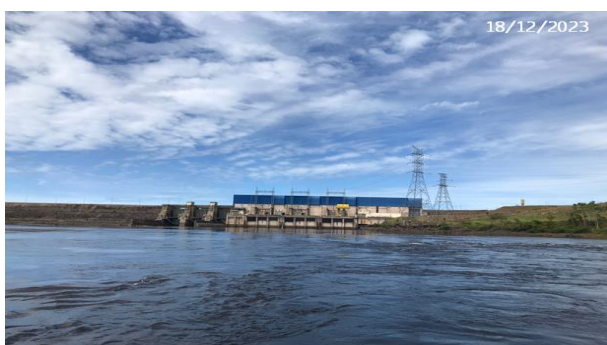


Vista de Montante



Vista de Jusante

Figura 5. Estação amostral P04. Reservatório, no braço do Igarapé do Prata.



Vista de Montante



Vista de Jusante

Figura 6. Estação amostral P05. Rio Araguari, à jusante da barragem, no canal de fuga.



Vista de Montante



Vista de Jusante

Figura 7. Estação amostral P06. Rio Araguari, à jusante da ponte da BR-156.



Vista de Montante



Vista de Jusante

Figura 8. Estação amostral P07. Rio Araguari, à jusante da barragem, na captação da CAESA.

3.2. Metodologia de Coleta e Análise das Amostras

Os trabalhos de campo para as campanhas em pauta do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas e Efluentes na Área de Influência da UHE Ferreira Gomes foram realizados no período de setembro de 2023 a fevereiro de 2024.

Em cada estação amostral foram analisados os seguintes parâmetros físicos, químicos e biológicos:

- **Físicos e Químicos:** Alumínio Dissolvido, Cloretos Totais, Cor Verdadeira, Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Nitratos, Nitritos, Nitrogênio Amoniacal, Óleos e Graxas, Oxigênio Dissolvido, pH, Sólidos Dissolvidos Totais, Temperatura da Água e Turbidez.
- **Biológicos:** Coliformes Termotolerantes, clorofila-a e Densidade de Algas Cianobactérias, de acordo com a Portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde.

Dentre a coleta dos parâmetros físicos e químicos, os parâmetros oxigênio dissolvido, pH, temperatura da água foram medidas in situ, por meio de sonda multiparâmetros.

Para avaliação dos demais parâmetros, as amostras de água coletadas foram preservadas em gelo e/ou fixadas e posteriormente enviadas para laboratório.

Os procedimentos de coleta de água seguiram as normas da ABNT NBR 9.897 (Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores), NBR 9.898 (Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores), bem como o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB/ANA, 2011).

Além das coletas de água nas sete estações amostrais, também foram realizadas amostragens no meio (7,5 metros) e no fundo (15 metros) da coluna d'água das estações P01 e P03. Essa amostragem foi realizada com uso de Garrafa de van Dorn e seu objetivo foi analisar a qualidade das águas nos diferentes extratos da coluna d'água nesse ponto do reservatório.

Para a análise das densidades de algas cianobactérias, coletou-se um litro de água a 20 cm de profundidade, armazenando a amostra em um frasco de polietileno e realizando a fixação com 5 ml de lugol acético.

Todos os procedimentos foram realizados de acordo com as diretrizes da Portaria nº 05/2017 do Ministério da Saúde, sendo os resultados expressos em células por mililitro.

Os sedimentos foram coletados com uso de uma concha acoplada a uma haste.

As análises físicas, químicas, biológicas e sedimentos foram realizadas de acordo com os métodos padronizados por APHA, 2017, em laboratório Acreditado na Norma ABNT/NBR ISO/IEC 17025/2017 do INMETRO sobre o número CRL 1532.

A análise dos resultados dos parâmetros físicos, químicos e biológicos foi realizada considerando as diretrizes da Resolução CONAMA nº 357/2.005, 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, e dá outras providências"*. Nesse caso, foram utilizados os limites de enquadramento para águas de Classe 2.

O uso e ocupação dos solos na bacia de drenagem da área de estudo, presença de indústrias e influência antrópica foram avaliados em campo, e considerados na avaliação dos resultados obtidos.



Coleta de efluentes para análises laboratoriais



Coleta de efluentes para análises laboratoriais



Coleta de efluentes para análises laboratoriais



Coleta de água para análises laboratoriais



Coleta de água para análises laboratoriais



Coleta de água para análises laboratoriais

Figura 9. Métodos de amostragem.

Além da relação com as diretrizes legais, a partir dos resultados físicos, químicos e biológicos das águas avaliadas, o Índice de Qualidade das Águas (IQA) e o Índice de Estado Trófico (IET) foram calculados para todas as estações amostrais (águas superficiais). Esses índices permitem classificar as águas de acordo com o seu grau de poluição e de eutrofização, respectivamente. Os valores obtidos para esses índices foram comparados com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira e pela literatura científica.

Desenvolvido pela National Sanitation Foundation (NSF), o IQA é um índice bastante aplicado para o monitoramento da qualidade das águas de corpos hídricos brasileiros, utilizando um conjunto de nove parâmetros qualidade de água que, ao final, permitem atribuir uma nota ao corpo hídrico, a qual está correlacionada à qualidade de suas águas.

Para o cálculo do IQA, a seguinte fórmula é utilizada:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

- IQA = Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;
- Qi = qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida e,
- Wi = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Onde:

n = número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

O Índice do Estado Trófico (IET) tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas.

O IET calculado no presente estudo foi baseado nos parâmetros fósforo total e clorofila-a obtidos nas sete estações de amostragens.

Para seu cálculo, foi adotado o Índice de Estado Trófico de Carlson, modificado por Toledo et al (1984), sendo suas respectivas equações apresentadas abaixo.

$$\text{IET (CL)} = 10.\{6 - [(0,92-0,34.\ln \text{CL}) / \ln 2]\}$$

$$\text{IET (P)} = 10.\{6 - [(1,77-0,42.\ln \text{P}) / \ln 2]\}$$

Onde:

P = concentração de fósforo total medida à superfície da água, expressa em $\mu\text{g/l}$;

CL = concentração de clorofila-a medida à superfície da água, expressa em $\mu\text{g/l}$;

ln = logaritmo natural.

Para a classificação deste índice, foram adotados os estados de trofia: ultraoligotrófico, oligotrófico, mesotrófico, eutrófico e hipereutrófico (Toledo, 1990).

A expressão do índice utilizada é a seguinte, onde o IET representa a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e à clorofila-a:

$$\text{IET} = [\text{IET (P)} + \text{IET (CL)}] / 2$$

4. RESULTADOS

4.1. Parâmetros Físicos, Químicos e Biológicos

Os resultados das avaliações dos parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados nas campanhas realizadas no período, no âmbito do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas e Efluentes na Área de Influência da UHE Ferreira Gomes, podem ser observados na Tabela 2.

Nos casos em que os parâmetros avaliados apresentaram concentrações acima dos limites de detecção laboratorial dos métodos, os resultados também foram expostos sob a forma de gráficos, visando facilitar a percepção de alterações entre estações e campanhas realizadas.

Para discussão dos resultados encontrados, os parâmetros limnológicos foram reunidos em alguns grupos temáticos. Esses grupos refletem os principais aspectos ecológicos que podem ser avaliados a partir dos dados coletados nas diferentes estações do ano e nas diferentes profundidades do reservatório. A análise dos grupos temáticos permitiu identificar as principais características limnológicas do reservatório e os fatores que influenciam sua dinâmica, são estes:

- Parâmetros relacionados ao equilíbrio ácido-básico e iônico da água (pH);
- Parâmetros relacionados aos nutrientes dissolvidos na água (Fósforo Total, Nitratos, Nitritos e Nitrogênio Amoniacal);
- Parâmetros indicadores da concentração material orgânico e dos níveis de oxigenação das águas (Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, Oxigênio Dissolvido e Temperatura da Água);
- Parâmetros relacionados aos teores de sólidos e compostos dissolvidos nas águas (Alumínio Dissolvido, Cloretos Totais, Cor Verdadeira, Ferro Dissolvido, Óleos e Graxas, Sólidos Dissolvidos Totais e Turbidez);
- Parâmetros biológicos (Clorofila-a e Coliformes Termotolerantes).

Os resultados também foram comparados às diretrizes da Resolução CONAMA nº 357/2005, considerando os limites previstos para águas de Classe 2.

Tabela 2. Resultado das análises dos parâmetros físicos, químicos e biológicos nas estações de amostragem da UHE Ferreira Gomes no período de setembro de 2023 a fevereiro de 2024.

Parâmetros	Unidade	Limite Resolução 357/05 (Classe 2)	Estações Amostras																							
			P01S		P01M		P01F		P02		P03S		P03M		P03F		P04		P05		P06		P07			
			CAMP 1	CAMP 2	CAMP 1	CAMP 2	CAMP 1	CAMP 2	CAMP 1	CAMP 2	CAMP 1	CAMP 2	CAMP 1	CAMP 2	CAMP 1	CAMP 2	CAMP 1	CAMP 2	CAMP 1	CAMP 2	CAMP 1	CAMP 2	CAMP 1	CAMP 2		
Alumínio Dissolvido	mg/l	0,1	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01		
Cianobactérias	Cél/ml	20000	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5		
Cloretos Totais	mg/l	250	7,09	3,55	7,09	7,09	7,09	7,09	7,09	3,55	7,09	3,55	3,55	3,55	7,09	3,55	3,55	7,09	3,55	7,09	3,55	7,09	3,55			
Clorofila-a	µg/l	30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
Cor Verdadeira	uH	75	19	20,00	18,00	20,00	17,00	19,00	17	22,00	16	18,00	16	17,00	18	17,00	15	15,00	18	20,00	20	19,00	18	24,00		
Colif. Termotolerantes	UFC/100 ml	1000	15	94,00	22,00	110,00	21,00	84,00	10	79,00	26	140,00	17	94,00	15	84,00	23	84,00	17	70,00	25	79,00	27	84,00		
DBO	mg/l	5	1,35	1,75	1,65	1,95	1,73	1,98	1,4	1,70	1,42	2,02	1,69	2,10	1,71	2,05	1,23	1,81	1,43	1,75	1,39	1,80	1,45	1,84		
Ferro Dissolvido	mg/l	0,3	0,22	0,04	0,21	0,04	0,20	0,04	0,2	0,03	0,17	0,11	0,18	0,05	0,17	0,03	0,25	0,03	0,18	0,02	0,17	0,03	0,18	0,04		
Fósforo Total	mg/l	0,03 (lêntico) 0,05 (intermediário) 0,1 (lótico)	0,06	0,02	0,01	0,01	0,09	0,02	0,03	0,01	0,1	0,03	0,06	0,02	0	0,02	0,07	0,02	0,09	0,01	0,02	0,01	0,36	0,02		
Nitratos	mg/l	10	2,1	5,20	2,40	4,00	3,90	5,10	3,5	3,90	3,1	6,60	8,2	4,70	6,8	6,10	4,2	4,70	3,4	5,00	3,5	4,40	4,5	6,70		
Nitritos	mg/l	1	0,11	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,009	0,01	0,017	0,05	0,013	0,01	0,011	0,03	0,009	0,03	0,008	0,01	0,012	0,01	0,013	0,01		
Nitrogênio Amoniacal	mg/l	*	0,34	0,18	0,34	0,28	0,11	0,66	0,35	0,52	0,35	0,57	0,41	0,52	0,24	0,55	0,34	0,55	0,32	0,52	0,29	0,48	0,18	0,38		
Óleos e Graxas	mg/l	VA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
Oxigênio Dissolvido	mg/l	> 5	6,86	6,94	6,79	6,81	6,80	6,78	6,89	6,92	6,88	6,89	6,79	6,78	6,77	6,79	6,84	6,89	6,93	6,92	6,92	6,93	6,91	6,90		
pH		6 a 9	6,35	6,37	6,21	6,22	6,21	6,21	6,31	6,34	6,29	6,33	6,25	6,22	6,24	6,23	6,23	6,29	6,3	6,31	6,34	6,31	6,31	6,30		
Sólidos Dissolvidos	mg/l	500	12,99	13,45	12,29	12,58	6,69	12,37	8,53	12,33	9,76	12,33	11,8	12,37	12,05	12,84	11,08	12,84	13,12	12,57	12,69	12,44	12,39	15,54		
Temperatura Água	°C	ND	28,9	28,60	28,50	28,40	28,10	28,30	29,2	29,00	29,5	29,60	28,6	28,60	28,2	28,50	29,7	29,70	29,9	30,20	29,9	30,20	30,2	30,20		
Transparência Água	m	ND	1,30	1,20	-	-	-	-	1,30	1,10	1,30	1,20	-	-	-	-	1,20	1,15	1,20	1,10	1,20	1,10	1,20	1,15		
Turbidez	NTU	100	0,82	1,26	1,14	1,18	0,97	1,77	0,94	2,23	0,83	1,17	0,94	1,51	0,98	1,41	0,99	1,41	1,05	2,16	0,92	2,04	1,07	1,23		

Parâmetros Relacionados ao Equilíbrio Ácido-Básico e Iônico da Água

As análises dos parâmetros relacionadas ao equilíbrio ácido-básico das águas são relevantes para verificar se elas apresentam condições favoráveis em relação ao pH e à capacidade de neutralizar entradas de substâncias ácidas (Esteves, 1988). Esse equilíbrio envolve processos de autoionização da água, transferência de prótons entre ácidos e bases, e formação de soluções tampão. O pH é uma medida da concentração de íons hidrogênio na água e pode ser determinado por métodos eletrométricos. A força dos ácidos e das bases é expressa pelas constantes de ionização, que indicam o grau de ionização ou dissociação dessas substâncias em meio aquoso.

Os resultados dos estudos sobre a qualidade das águas da área de influência da UHE Ferreira Gomes mostraram, durante as duas campanhas realizadas em setembro de 2023 (campanha 1) e dezembro de 2023 (campanha 2), a presença de águas superficiais com pH estável e sempre próximo da neutralidade, variando entre um mínimo de 6,21 e máximo de 6,37 na série avaliada (Figura 10).

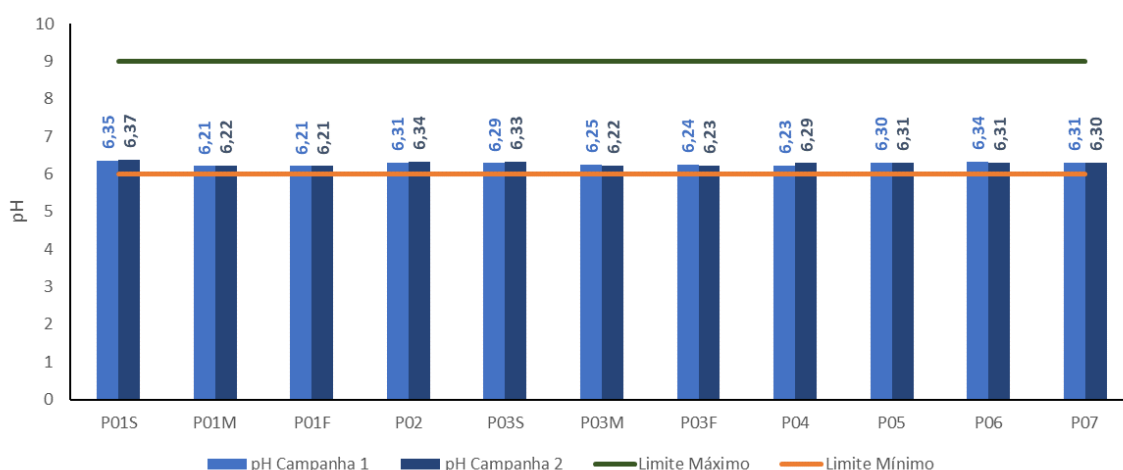


Figura 1. Parâmetros relacionados ao equilíbrio ácido-básico e iônico da água. Nota: (1) Limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 (Classe 2) indicado nos gráficos, quando cabível.

Observa-se o incremento natural e cíclico do pH nas águas durante estas campanhas realizadas no período de estiagem, com valores pouco superiores a 6, característico de águas amazônicas, em toda a área de monitoramento, sem que houvesse registro de leituras fora da faixa entre 6 e 9 estabelecida na legislação vigente, refletindo uma estabilidade hidrogeniônica ao longo de toda a área de influência do empreendimento (Figura 1).

Importante ressaltar, conforme exposto acima, que em todos os pontos monitorados os valores medidos se mantiveram em patamares totalmente compatíveis com o necessário para a plena manutenção da biota aquática, sem indicarem contaminação por origem antrópica das águas monitoradas (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008).

Parâmetros Relacionados aos Nutrientes Dissolvidos na Água

No que se refere aos nutrientes presentes nas águas, foram avaliados os parâmetros fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitratos e nitritos, todos considerados macronutrientes, ou seja, exigidos em maior quantidade pelos organismos aquáticos (Tabela 2).

As concentrações de nutrientes na coluna d'água são um dos fatores determinantes para a estruturação de toda cadeia trófica presente no ecossistema aquático.

Conforme IGAM (2010), a presença de fósforo nas águas pode ter origem natural ou antrópica. No primeiro caso as fontes podem ser a degradação da matéria orgânica carregada pelo escoamento superficial, a liberação direta de fósforo pela biota aquática ou por meio do fósforo inorgânico aderido às argilas também carregadas pelas águas pluviais. No caso da origem antrópica, esta pode ser oriunda de lançamento de efluentes domésticos, industriais e/ou que contenham detergentes que provocam a eutrofização dos corpos hídricos.

Nesse sentido, no estudo em questão, nas duas campanhas realizadas com relação as concentrações de fósforo total na área de influência da UHE Ferreira Gomes durante as campanhas realizadas, encontrou-se valores discretamente acima do limite previsto na Resolução CONAMA nº 357/2005 para ambientes lênticos (pontos a montante do barramento), destaque para as estações P01, P03 e P04 e o ponto P07 em ambiente lótico (pontos a jusante do barramento), salientando que todos esses pontos foram da campanha 1, na campanha 2 todos os pontos monitorados encontraram-se dentro dos limites supra citados, como mostram a Tabela 2 e a figura 11.

Vale mencionar que, a maior fonte oriunda de atividade humana nas proximidades da UHE Ferreira Gomes é a cidade de Porto Grande que representa a maior fonte de efluentes de origem antrópica que deságua no reservatório da UHE Ferreira Gomes. Segundo o Atlas Esgotos – Despoluição das Bacias Hidrográficas, programa da Agência Nacional de Águas (ANA, 2023), o município de Porto Grande apresenta 77,44% de seu esgoto sem coleta e sem tratamento e 22,21% com soluções individuais, como fossa séptica e sumidouro, apresentando uma carga gerada de esgoto de 35.577

Kg DBO/dia, sendo boa parte despejada diretamente no rio Araguari, à montante da UHE Ferreira Gomes .

A concentração de fósforo na água pode ser influenciada pelo tempo de detenção hidráulica (TDH).

O TDH é o tempo que a água permanece em um sistema de tratamento, como um tanque de sedimentação ou um lago, antes de ser descarregada. Quanto maior o TDH, maior o tempo que o fósforo tem para se acumular e se concentrar na água.

Neste sentido, é natural o leve aumento na da concentração de fósforo com relação no período chuvoso em função principalmente do aumento do tempo de detenção hidráulica do mesmo, mas no caso, de forma geral não afetou a qualidade do reservatório, pois o IQA permanece excelente.

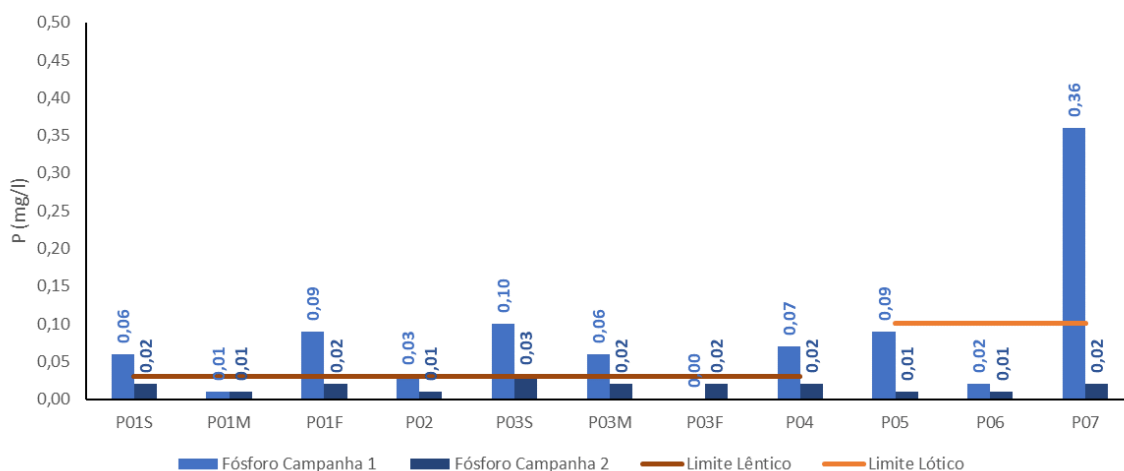
Na UHE Ferreira Gomes, seu reservatório está a jusante de duas outras hidrelétricas, UHE Cachoeira Caldeirão e UHE Coaraci Nunes, em sequência. Sendo característica comum nos reservatórios a variação do tempo de detenção hidráulica, significativamente mais baixo no período chuvoso e elevado no período de estiagem, o que pode afetar diretamente a concentração de alguns elementos, dentre eles, o fósforo, como demonstrado em relatórios anteriores, o aumento da concentração de fósforo diretamente afetado com o avanço do período de estiagem, e constatou-se que a campanha 1 apresentou concentrações de fósforo discretamente acima da campanha 2, que apresentou todos os resultados abaixo do limite previsto na Resolução nº CONAMA 357/2005.

Os compostos nitrogenados (nitratos, nitritos e nitrogênio amoniacal) também foram marcados por valores dentro dos limites previstos na Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas de Classe 2 (Figura 11 e Tabela 2).

Para esses compostos, os resultados mostram pequena disponibilidade de nitratos considerando as duas campanhas realizadas, que é a forma mais assimilável desse grupo de nutrientes para os produtores primários presentes no Rio Araguari.

Em todas as análises realizadas nas campanhas neste período, os valores de nitratos se mantiveram substancialmente abaixo do limite de 10 mg/l estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005 (Figura 11 e Tabela 2).

Trata-se de resultados importantes considerando que os nitratos representam a forma mais assimilável dos compostos nitrogenados para os produtores primários, enquanto os nitritos e nitrogênio amoniacal (amônia), que representam formas mais instáveis de nitrogênio nas águas, são utilizadas para avaliar aportes de efluentes nos corpos hídricos (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008), o que os resultados sugerem não ter ocorrido.



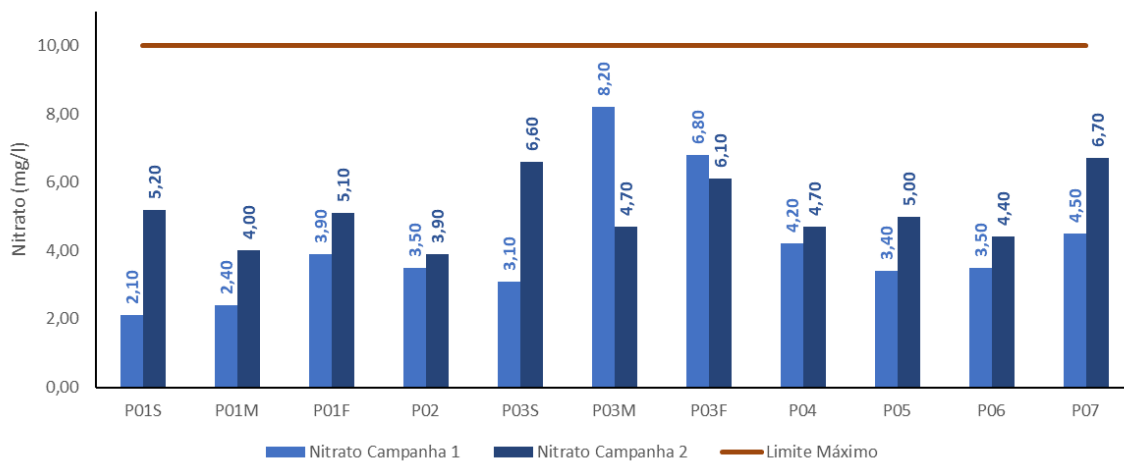


Figura 21. Parâmetros relacionados aos nutrientes dissolvidos na água. Nota: (1) Limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 (Classe 2) indicado nos gráficos, quando cabível.

Parâmetros Indicadores da Concentração de Material Orgânico e dos Níveis de Oxigenação das Águas

A matéria orgânica nas águas é uma mistura complexa de compostos de origem vegetal ou animal, que podem ser produzidos no próprio ambiente aquático ou introduzidos por meio de despejos ou carreamento. A presença de matéria orgânica nas águas pode causar alterações físicas e químicas, como cor, odor, turbidez e consumo de oxigênio dissolvido. O oxigênio dissolvido é essencial para a vida aquática e para a decomposição da matéria orgânica por microrganismos. A avaliação dos parâmetros indicadores da concentração de matéria orgânica e dos níveis de oxigenação das águas fornece informações acerca da qualidade da água e do seu potencial de uso.

Com isso, as análises realizadas nas campanhas em questão, mostraram a presença de águas com temperatura variando entre 28,1°C e 30,2°C, como mostra a Figura 3. Esses resultados refletem as temperaturas ambientes que vigoram nessa região do país (OD) (Wetzel, 2001).

Os níveis de oxigenação das águas superficiais indicaram concentrações de oxigênio dissolvido (OD) altamente satisfatórias em todas as estações amostrais, com os valores medidos nas águas superficiais sempre acima do limite mínimo de 5 mg/l estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas de Classe 2 (Figura 12), os quais asseguram o pleno desenvolvimento da biota aquática.

No caso das estações P01 médio e fundo e P03 médio e fundo em ambas as campanhas os resultados de OD acima 5 mg/l sugerem a presença de um meio amplamente favorável à presença de organismos aeróbicos, como peixes, nos extratos mais profundos do reservatório.

A oxigenação das águas é um indicador importante da qualidade ambiental e da preservação da vida aquática. Um dos fatores que certamente contribuiu para os bons resultados de oxigenação das águas foi a adequação na concentração de material orgânico, medida pelo parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, uma vez que ocorre consumo de oxigênio no processo de degradação do material orgânico dissolvido. A DBO representa a quantidade de oxigênio necessária para que os microrganismos decomponham a matéria orgânica presente em uma amostra. Quanto maior a DBO, menor a concentração de oxigênio dissolvido na água e maior o nível de poluição.

Nesse contexto, os registros de DBO oscilaram entre 1,23 mg/l e 2,10 mg/l nas campanhas realizadas, sempre abaixo do limite de 5 mg/l estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas de Classe 2 (Figura 3), revelando a presença de cargas reduzidas de compostos orgânicos na área de influência do reservatório da UHE Ferreira Gomes, durante o período de estiagem.

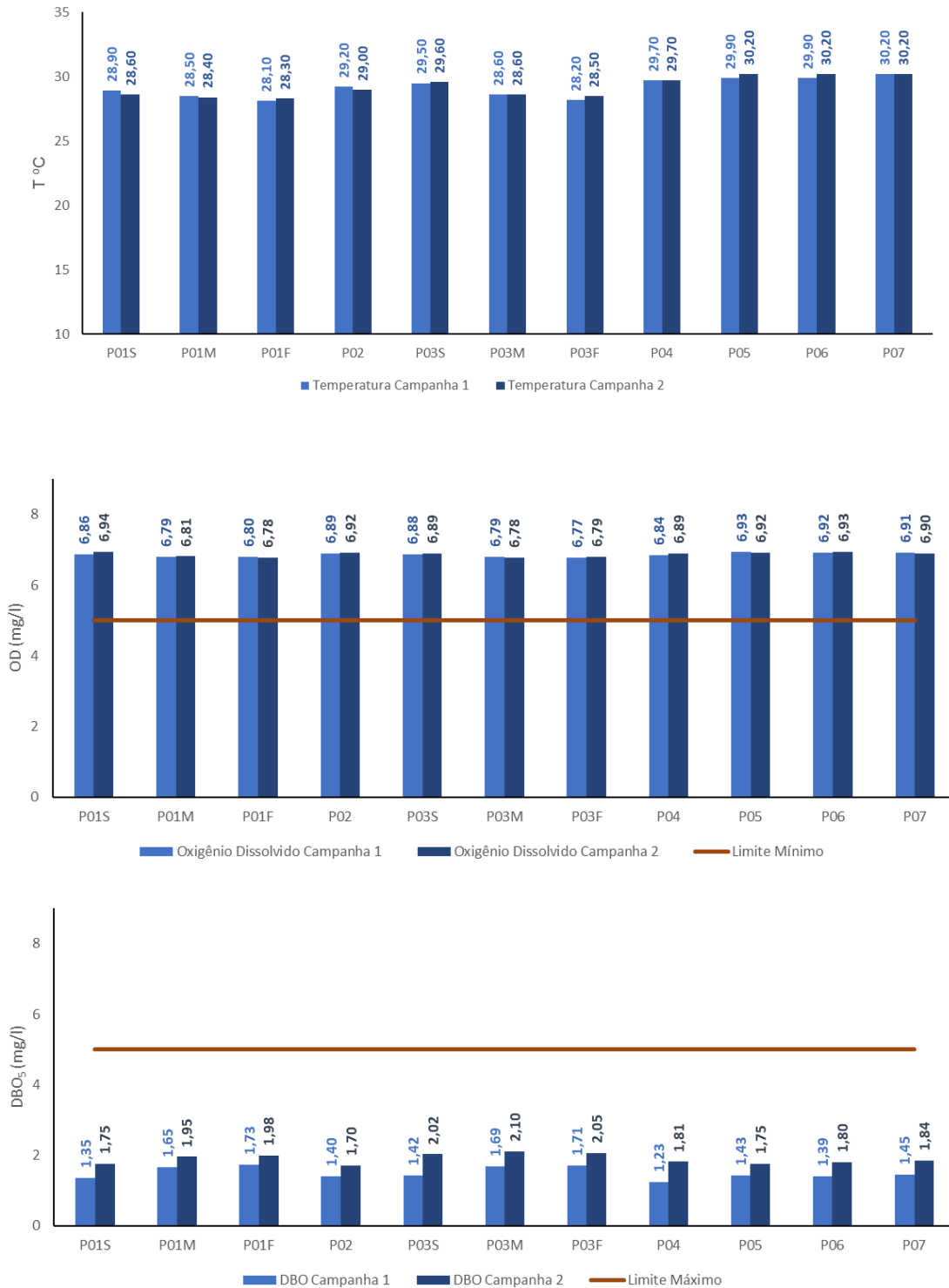


Figura 3. Parâmetros indicadores da concentração de material orgânico e dos níveis de oxigenação das águas. Nota: (1) Limite da Resolução CONAMA 357/2005 (Classe 2) indicado nos gráficos, quando cabível.

Parâmetros Relacionados aos Teores de Sólidos e Compostos Dissolvidos nas Águas

Os teores de sólidos e compostos dissolvidos nas águas são indicadores da sua qualidade e do seu uso potencial. Entre esses parâmetros, a análise dos sólidos dissolvidos e da turbidez das águas é relevante, pois eles afetam diretamente a dinâmica da biota aquática, alterando fatores como a fotossíntese, a mobilidade planctônica, a filtração e a sedimentação (Wetzel, 2001). Além disso, eles fornecem informações valiosas para o consumo humano e o uso industrial das águas.

Os resultados indicaram concentrações reduzidas e muito uniformes de sólidos dissolvidos em todas as estações amostrais monitoradas no período, com valores entre 6,69 mg/l e 15,54 mg/l. Em todos os casos os registros se mantiveram muito abaixo do limite de 500 mg/l estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005 (Figura 4).

A turbidez das águas foi marcada por valores igualmente adequados, e também homogêneos, como mostra a Figura 4, onde nota-se registros de turbidez inferiores a 2,16 NTU considerando as campanhas realizadas, estando substancialmente abaixo do limite de 100 NTU previsto na Resolução CONAMA 357/2005 (Figura 4).

Em relação à transparência da água, medida com uso do Disco de Secchi, os resultados novamente indicaram homogeneidade na área de estudo, com valores entre 1,00 e 1,30 (Figura 4).

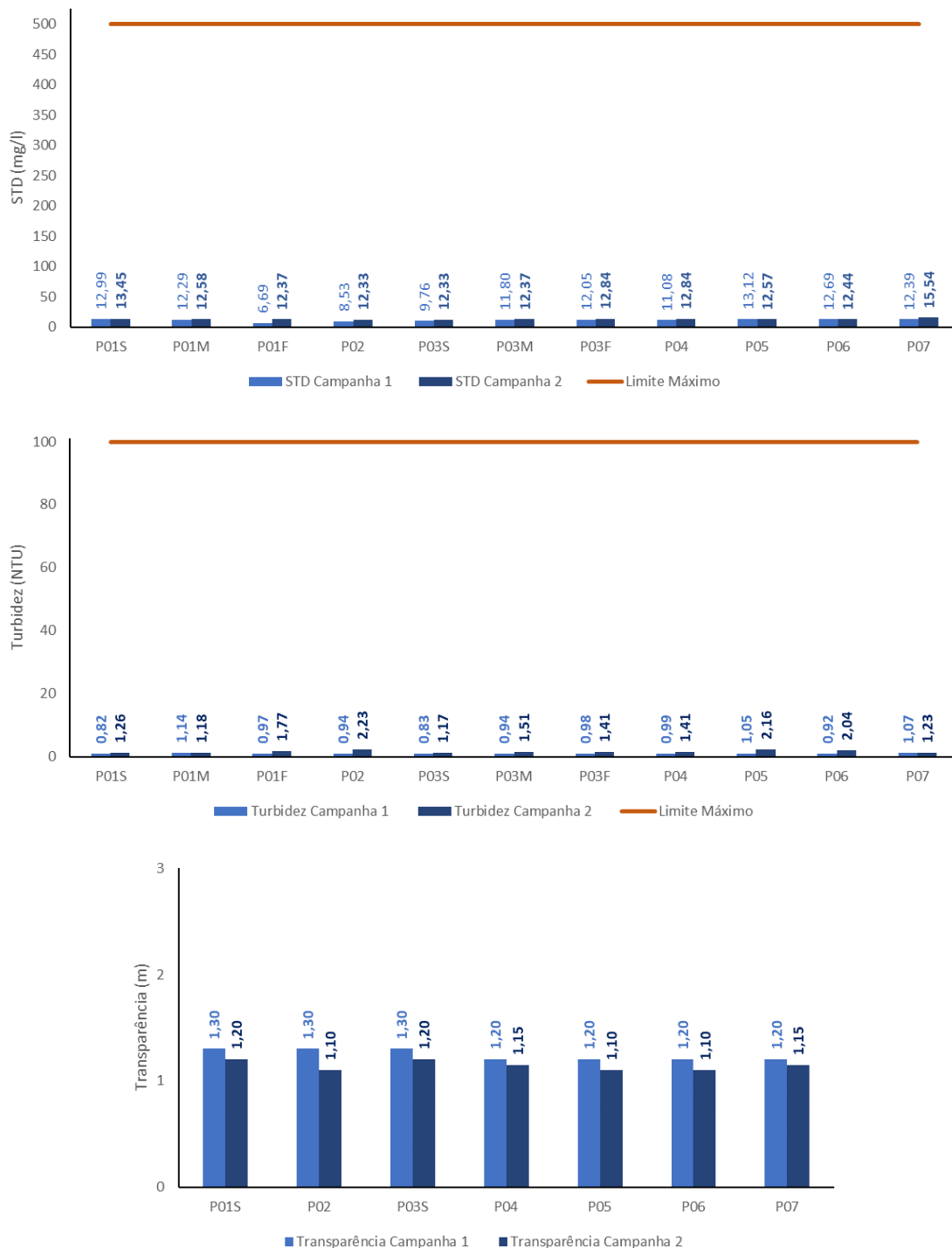


Figura 4. Parâmetros relacionados aos teores de sólidos e compostos dissolvidos nas águas. Nota: (1) Limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 (Classe 2) indicado nos gráficos, quando cabível.

Os resultados adequados de sólidos dissolvidos, assim como da turbidez das águas, sugerem baixos índices de lixiviamento do solo e escoamento superficial da bacia de drenagem do reservatório da UHE Ferreira Gomes, fenômeno que está intimamente relacionado com o bom estado de preservação da vegetação ciliar e áreas no entorno do curso hídricos, com inúmeros benefícios para a qualidade das águas, conforme demonstrado na análise desses parâmetros relacionados aos teores de sólidos dissolvidos e turbidez nas águas. Além disso, os resultados sugerem uma grande capacidade de diluição do rio Araguari, o que é positivo do ponto de vista ambiental.

Os parâmetros que avaliam a qualidade da água são divididos em físicos, químicos e biológicos. Eles indicam as características da água e os possíveis impactos que ela pode sofrer devido a fatores naturais ou antropogênicos. Neste contexto, focaremos nos parâmetros relacionados aos compostos dissolvidos na água, que são de natureza química e podem afetar a saúde humana e o equilíbrio do ecossistema aquático. Os compostos dissolvidos nas águas reúnem um conjunto de elementos com capacidade para indicar a ocorrência de impactos sobre o ecossistema aquático, uma vez que englobam substâncias tóxicas e também os metais, possibilitando, inclusive, um direcionamento quanto ao conhecimento das fontes poluidoras.

Os compostos dissolvidos na água são aqueles que passam através de um filtro de asbesto e representam a matéria em solução ou em estado coloidal presente na amostra de água. Eles podem ser classificados em inorgânicos e orgânicos, sendo os metais pesados um exemplo do primeiro grupo e os óleos e graxas, do último. Alguns desses compostos podem ser tóxicos para os organismos vivos, como o alumínio e o ferro dissolvidos, ou podem indicar a presença de poluição, como os cloretos totais e a cor verdadeira.

Na Tabela 2, na Figura 14 e na Figura 15 apresentamos os resultados da avaliação dos seguintes parâmetros: alumínio dissolvido, cloretos totais, cor verdadeira, ferro dissolvido e óleos e graxas. Esses parâmetros foram escolhidos por serem relevantes para indicar a ocorrência de impactos sobre o ecossistema aquático e as possíveis fontes poluidoras. A seguir, explicamos brevemente o que cada um desses parâmetros significa e quais são os seus padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA.

- Alumínio dissolvido: é um metal que pode estar presente na água devido à erosão natural do solo ou à atividade industrial. O alumínio pode causar problemas neurológicos e ósseos em humanos e afetar a reprodução e o crescimento de peixes e crustáceos. O padrão de qualidade para águas doces é de 0,1 mg/l.

- Cloretos totais: são íons que podem estar presentes na água devido à influência marinha ou à contaminação por esgotos domésticos ou industriais. Os cloretos podem causar corrosão em tubulações metálicas e alterar o sabor da água. O padrão de qualidade para águas doces é de 250 mg/l.

- Cor verdadeira: é a cor da água após a remoção dos sólidos em suspensão. Ela pode ser causada por substâncias orgânicas ou inorgânicas dissolvidas na água, como matéria orgânica decomposta, ferro, manganês ou esgotos. A cor verdadeira pode interferir na estética da água e dificultar o seu tratamento. O padrão de qualidade para águas doces é de 75 uH.

- Ferro dissolvido: é um metal que pode estar presente na água devido à erosão natural do solo ou à atividade industrial. O ferro pode causar manchas em roupas e utensílios domésticos, alterar o sabor da água e favorecer o crescimento de bactérias que produzem gás sulfídrico. O padrão de qualidade para águas doces é de 0,3 mg/l.

- Óleos e graxas: são substâncias orgânicas que podem estar presentes na água devido ao despejo de esgotos domésticos ou industriais, principalmente aqueles provenientes de atividades petrolíferas. Os óleos e graxas podem formar uma camada superficial na água que impede a troca gasosa com a atmosfera, prejudicando a vida aquática. O padrão de qualidade para águas doces é de 0,05 mg/l.

Dentre as análises dos metais, os resultados de alumínio dissolvido e ferro solúvel mostraram níveis dentro dos padrões estabelecidos.

As concentrações de alumínio dissolvido variaram entre 0,01 mg/l e 0,04 mg/l nas campanhas realizada no período, com todas as leituras se mantendo abaixo do limite de 0,1 mg/l estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005 (Figura 5).

O ferro dissolvido também se mostrou presente nas águas da área de influência da UHE Ferreira Gomes, variando, entre 0,02 e 0,25 mg/l no período, valores que revelam concentrações naturais desse elemento nas águas do Rio Araguari, todos os pontos amostrais apresentaram resultados abaixo do limite de 0,3 mg/l previsto na Resolução CONAMA nº 357/2005 (Figura 5. Os resultados obtidos indicam ausência de fontes pontuais de contribuição de ferro e alumínio para as águas do rio Araguari.

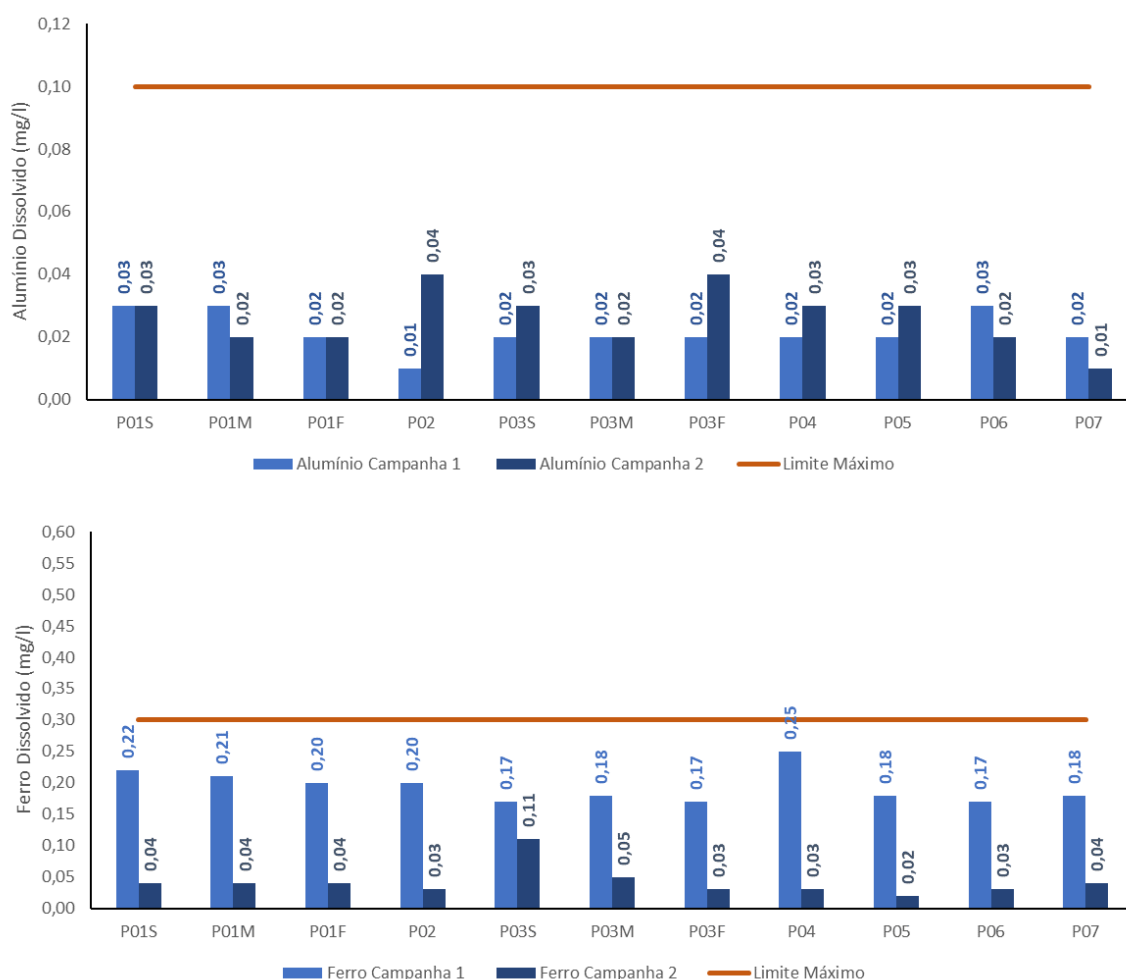


Figura 5. Parâmetros relacionados aos compostos dissolvidos nas águas. Nota: (1) Limite da Resolução CONAMA 357/2005 (Classe 2) indicado nos gráficos, quando cabível.

Um dos fatores que influencia a qualidade da água é a presença de ferro dissolvido, que pode alterar a cor verdadeira. A cor verdadeira é uma medida da absorção de luz pelas substâncias dissolvidas na água, como os compostos orgânicos húmicos e fúlvicos, os metais (ferro e manganês) e o plâncton. Nas campanhas de monitoramento realizadas no período, as leituras de cor verdadeira nas águas superficiais e profundas ficaram abaixo do limite estabelecido pela norma vigente (Figura 15).

As águas do reservatório da UHE Ferreira Gomes apresentaram baixos níveis de cloretos nas campanhas realizadas, conforme mostrado na Figura 15. O valor máximo registrado foi de 7,09 mg/l, muito inferiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 de 250 mg/l. Isso indica que as águas avaliadas não sofrem influência de atividades antrópicas que possam aumentar a concentração desse composto. Além disso, a localização do empreendimento distante da costa também favorece a redução dos cloretos nas águas.

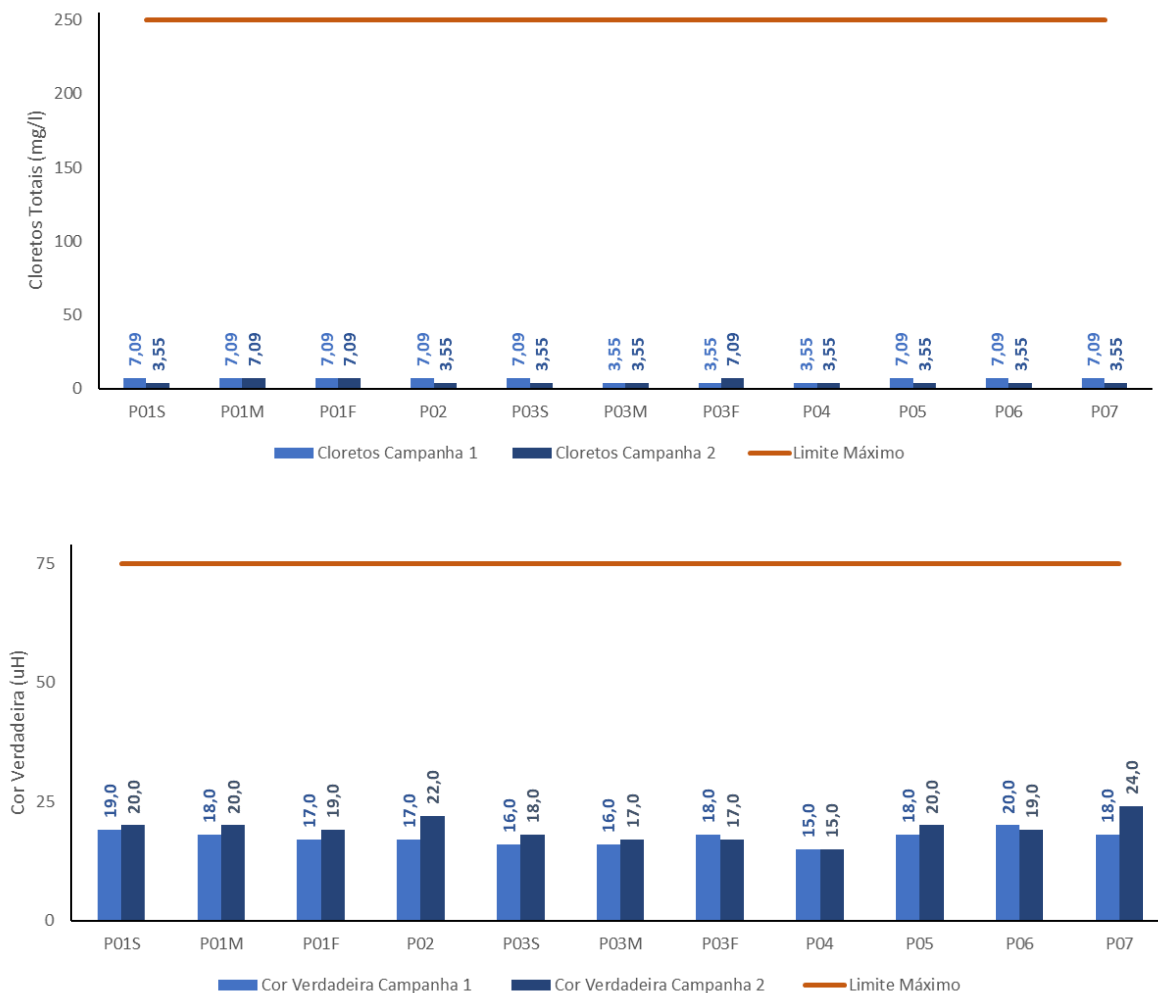


Figura 6. Parâmetros relacionados aos compostos dissolvidos nas águas. Nota: (1) Limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 (Classe 2) indicado nos gráficos, quando cabível.

De acordo com os dados apresentados, as análises de óleos e graxas nas águas da área de influência do reservatório da UHE Ferreira Gomes mostraram que os níveis dessas substâncias estão abaixo do limite de detecção laboratorial e em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005, que estabelece as condições e padrões de qualidade para as águas superficiais. Essa resolução classifica as águas em diferentes classes, de acordo com os seus usos preponderantes, e define os critérios para o seu enquadramento.

No caso dos óleos e graxas, a resolução determina que eles devem ser "virtualmente ausentes" (Tabela 2) em todas as classes de águas doces, salobras e salinas. Portanto, os resultados das análises indicam que as águas do reservatório da UHE Ferreira Gomes não apresentam contaminação por óleos e graxas que possa comprometer os seus usos ou causar impactos ambientais negativos. Esse é um aspecto positivo do monitoramento da qualidade das águas.

Parâmetros Biológicos

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, o limite máximo permitido para coliformes termotolerantes em águas doces é de 1.000 UFC/100 ml. Essas bactérias são indicadoras de contaminação fecal, pois fazem parte da flora intestinal de animais homeotérmicos e fermentam a lactose a temperaturas entre 44,5 e 45,5°C, produzindo ácido e gás. A *Escherichia coli* é a principal representante desse grupo e pode causar doenças como diarreia, infecções urinárias e meningites.

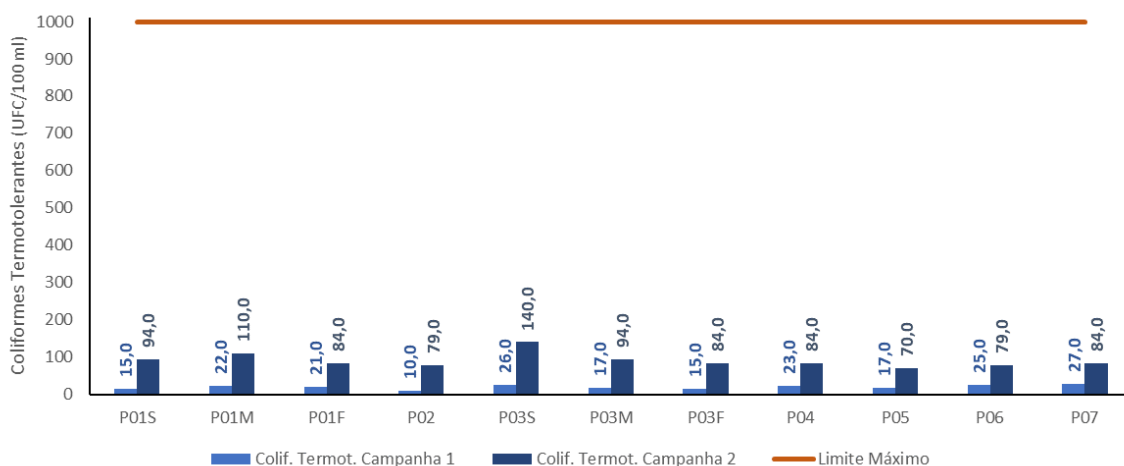
Os coliformes termotolerantes são um grupo de bactérias que podem fermentar a lactose com produção de gás em temperaturas elevadas, entre 44,5 e 45,5°C. Essas bactérias são usadas como indicadores de contaminação fecal em águas doces, pois algumas delas são encontradas no intestino de animais e humanos, como a *Escherichia coli*. A presença de coliformes termotolerantes em águas superficiais pode significar um risco para a saúde pública, pois pode estar associada à presença de parasitas e outros patógenos.

A UHE Ferreira Gomes é uma usina hidrelétrica localizada no estado do Amapá, que utiliza o rio Araguari como fonte de energia e que não influencia na alteração da qualidade da água com a sua operação.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2 e na Figura 16, as concentrações de coliformes termotolerantes na região da UHE Ferreira Gomes foram muito baixas, não ultrapassando 140 UFC/100 ml em nenhuma estação amostral nas campanhas do período. Isso indica que não houve infração ao limite de 1.000 UFC/100 ml estabelecido pela legislação vigente (Resolução CONAMA nº 357/2005). Portanto, pode-se concluir que a água na região da UHE Ferreira Gomes apresenta baixo risco de contaminação fecal e boa qualidade microbiológica.

Os resultados mostram que o reservatório da UHE Ferreira Gomes e o rio Araguari a jusante da UHE possui uma ótima qualidade ambiental, com baixa carga bacteriológica nas águas monitoradas. Isso favorece a conservação da qualidade ecológica local e a boa qualidade das águas (Figura 16). Esses dados também indicam que o empreendimento não afeta negativamente as águas do rio Araguari.

O parâmetro biológico clorofila-a é um indicador da quantidade de algas e da produtividade primária em ambientes aquáticos. A clorofila-a é um pigmento verde que absorve a luz solar e transforma em energia química durante a fotossíntese. Os resultados das análises desse parâmetro no reservatório mostraram valores muito baixos, inferiores a 1 µg/l, o que significa que a concentração algal era muito pequena e a qualidade da água era boa. Esse valor está muito abaixo do limite máximo de 30 µg/l estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas de Classe 2 (Figura 16). Portanto, pode-se concluir que o reservatório apresentava uma comunidade fitoplanctônica (algas) pouco densa e que não compromete o equilíbrio ecológico do ambiente.



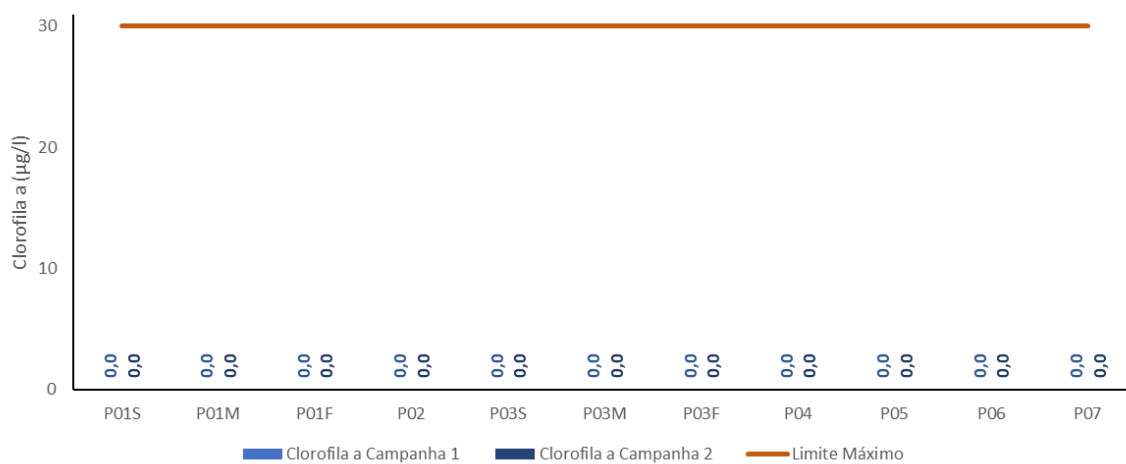


Figura 7. Parâmetros biológicos. Nota: (1) Limite da Resolução CONAMA nº 357/2005 (Classe 2) indicado nos gráficos, quando cabível.

4.2. Índice de Qualidade das Águas – IQA

A Figura 8 mostra o resultado final do Índice de Qualidade das Águas (IQA) calculado para as estações amostrais avaliadas na UHE Ferreira Gomes, nas campanhas realizadas no período, no âmbito do monitoramento da qualidade das águas do reservatório do empreendimento.

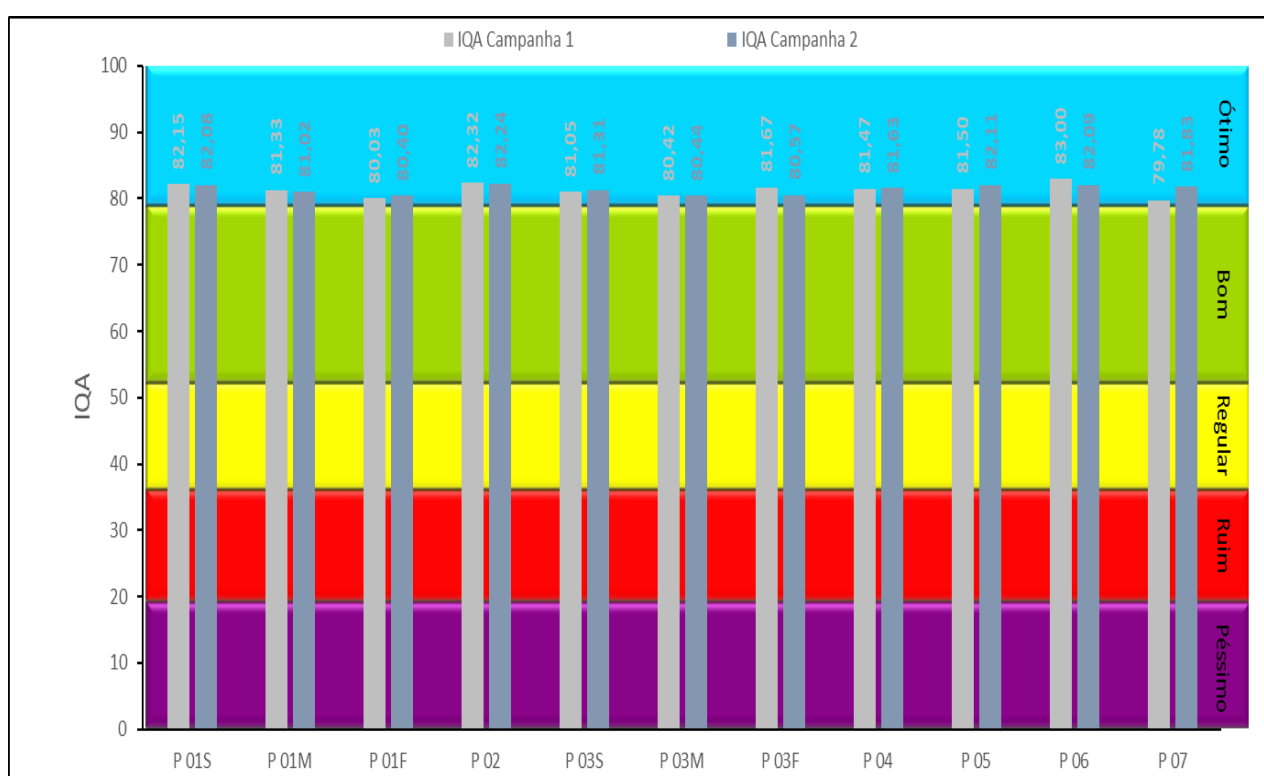


Figura 8. Índice de Qualidade das Águas – IQA das estações de amostragem da UHE Ferreira Gomes. Nota: Coloração das colunas de acordo com a faixa de classificação (CETESB, 2020).

O IQA é um indicador que avalia a qualidade da água, considerando nove parâmetros que refletem o grau de poluição. Os resultados do IQA sintetizam as discussões realizadas ao longo da análise dos parâmetros físicos, químicos e biológicos e mostram a presença de águas com qualidade classificada como ótima (entre 79 e 100 pontos no IQA) na totalidade das estações amostrais monitoradas, com elevada pontuação no IQA.

Os fatores que influenciaram positivamente os resultados foram o pH e a oxigenação adequadas e os baixos níveis de material orgânico, sólidos e turbidez, além das quantidades de compostos fosfatados e nitrogenados e, sobretudo, da conformidade nas cargas bacteriológicas, conforme descrito anteriormente.

4.3. Índice de Estado Trófico – IET

O Índice do Estado Trófico (IET) é um indicador que permite classificar os corpos de água em diferentes níveis de produtividade biológica, de acordo com a concentração de nutrientes e a biomassa de algas ou macrófitas aquáticas. O IET é calculado a partir da medição do fósforo total e da clorofila-a na superfície da água, usando fórmulas específicas para ambientes lóticos (rios) e lênticos (lagos e represas). O IET é uma ferramenta útil para avaliar o grau de eutrofização dos ecossistemas aquáticos, que é o processo de enriquecimento excessivo por nutrientes que pode causar diversos problemas ambientais, como a redução da transparência, a mortandade de peixes, a alteração da biodiversidade, a contaminação da água para consumo humano e a interferência nos usos múltiplos da água. Os valores do IET são classificados em cinco classes de estado trófico: ultraoligotrófico, oligotrófico, mesotrófico, eutrófico e hipereutrófico, cada uma com características próprias quanto à qualidade da água.

Os cálculos do Índice do Estado Trófico – IET das estações de amostragem da UHE Ferreira Gomes, no período são apresentados na Figura 9.

O IET mostra que o reservatório da UHE Ferreira Gomes tem uma qualidade de água excelente, com baixo nível de nutrientes e pouca probabilidade de ocorrerem problemas como algas e plantas aquáticas em excesso. Esses resultados são consistentes com o IQA, que também indica boas condições ambientais na área de influência do reservatório. O fator principal que contribui para esse cenário é o mediano teor de fósforo total e de baixo teor de clorofila-a nas águas, que refletem um estado trófico muito baixo. Portanto, o IET revela que o reservatório da UHE Ferreira Gomes está distante de sofrer um processo de eutrofização.

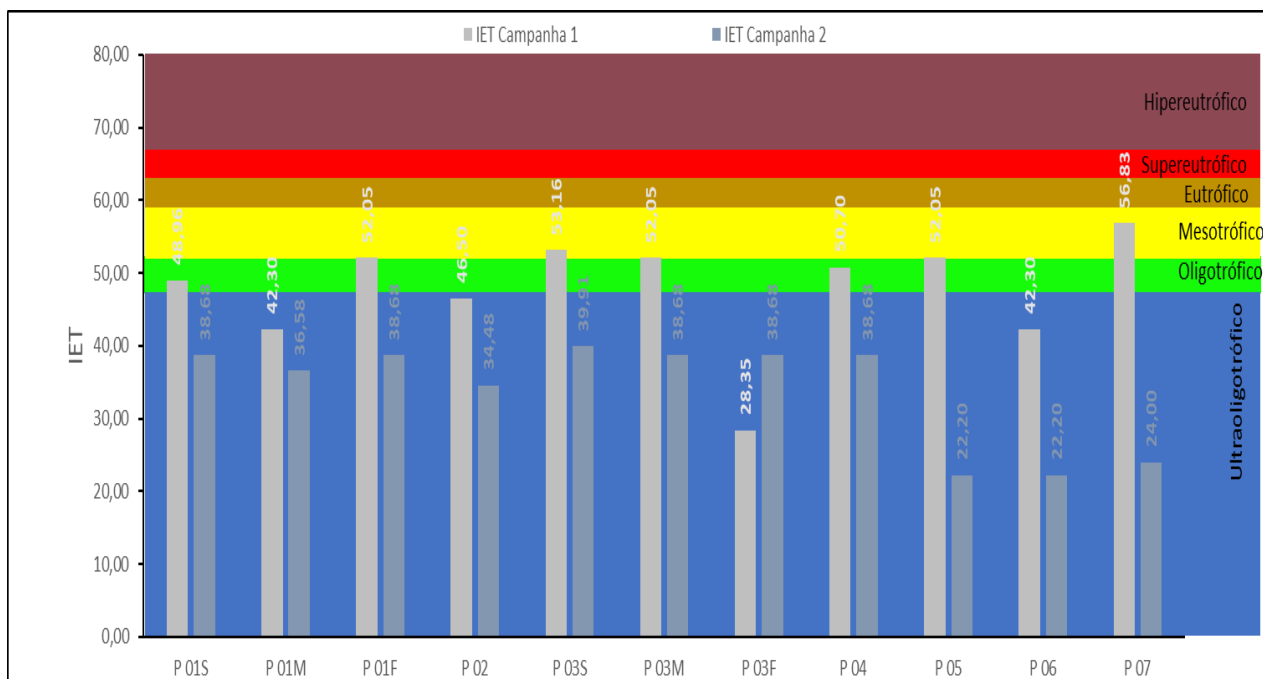


Figura 9. Resultados do Índice de Estado Trófico – IET calculado para as estações de amostragem da UHE Ferreira Gomes. Nota: Classificações de grau de trofia de acordo com ANA/CETESB.

4.4. Densidade de Algas Cianobactérias

As algas cianobactérias (Classe Cyanophyceae) são micro-organismos procariontes que realizam fotossíntese, mas não possuem cloroplastos. Elas são consideradas as bactérias fotossintetizantes e também são chamadas de algas azuis. Esses organismos são muito antigos e foram responsáveis pelo aumento do oxigênio na atmosfera primitiva. As algas cianobactérias podem viver isoladas ou em colônias, e são encontradas em diversos ambientes aquáticos e terrestres. Algumas espécies de algas cianobactérias podem fixar o nitrogênio atmosférico e utilizá-lo para a síntese de compostos orgânicos. No entanto, outras espécies podem produzir toxinas que causam danos ao meio ambiente e à saúde humana.

As algas cianobactérias podem se reproduzir de forma assexuada por divisão binária ou fragmentação de filamentos.

As cianobactérias possuem adaptações que as tornaram excelentes competidoras nos ambientes aquáticos, tornando comum à sua dominância nesses locais. Exemplo disso é a maior tolerância a altas intensidades luminosas, requerimento de pouca energia para suas funções vitais, presença de vesículas de ar que as elevam às camadas superiores da coluna d'água facilitando o acesso à luz, capacidade de estocagem de fósforo e de fixação de nitrogênio atmosférico, presença de esporos de resistência e produção de toxinas, denominadas cianotoxinas (Zagatto et al, 1998).

Os resultados das contagens específicas realizadas no período para esses organismos planctônicos são apresentados na Tabela 3, que apresenta suas respectivas densidades em cada campanha e estação amostral.

Todo o procedimento metodológico e de análises laboratoriais foram realizados seguindo as diretrizes da Portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde, que prevê as contagens de densidades de algas cianobactérias em células por mililitro.

Tabela 3. Contagens das algas cianobactérias, em cel/ml, nas estações de amostragem da UHE FG. Nota: (1) Contagens realizadas de acordo com as diretrizes da Portaria de Consolidação 05/2017 do MS.

DENSIDADE DE CIANOBACTÉRIAS (cel/ml)														
ORGANISMO	P01S		P02		P03S		P04		P05		P06		P07	
	CAMP1	CAMP2	CAMP1	CAMP2	CAMP1	CAMP2	CAMP1	CAMP2	CAMP1	CAMP2	CAMP1	CAMP2	CAMP1	CAMP2
<i>Cianobactérias</i>	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5

Em todos os casos, os valores registrados foram menores que 5 cel/ml, revelando uma presença muito baixa desses organismos na área de estudo, com densidades substancialmente abaixo do limite de 20.000 cel/ml previsto na Resolução CONAMA nº 357/2005, como mostra a Tabela 3.

4.5. Granulometria dos Sedimentos

Os resultados da caracterização granulométrica dos sedimentos do rio Araguari, nas campanhas realizadas no período, são apresentados na Tabela 4.

O monitoramento é realizado em um ponto a montante do barramento, na altura da estação P02, e em dois pontos a jusante da barragem, com amostragem na altura das estações P06 e P07.

Os resultados das análises granulométricas permitem afirmar a presença de sedimentos predominantemente arenosos nas três estações com mais de 99% da composição dos sedimentos formada por areia, de diferentes tamanhos, devendo ser destacada as elevadas participações relativas de areias grossas e/ou muito grossas compondo os sedimentos presentes nesse trecho do rio Araguari.

Tabela 4. Resultado das análises granulométricas dos sedimentos coletados em estações de amostragem (1 ponto a montante e 2 a jusante do barramento) da UHE Ferreira Gomes.

Fração Granulométrica	Unidade	Estação Amostral					
		P02		P06		P07	
		CAMP1	CAMP2	CAMP1	CAMP2	CAMP1	CAMP2
Argila (< 0,002 mm)	%	0,03	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03
Silte (0,053-0,002 mm)	%	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
Areia Total (2,00-0,053 mm)	%	99,93	99,94	99,94	99,96	99,92	99,93
Areia Muito Grossa (2,00-1,00 mm)	%	25,62	27,81	26,85	28,67	29,78	29,43
Areia Grossa (1,00-0,50 mm)	%	31,02	29,14	26,29	22,68	20,89	19,42
Areia Média (0,50-0,210 mm)	%	16,49	19,35	18,40	18,58	19,78	20,06
Areia Fina (0,210-0,105 mm)	%	14,60	14,02	18,35	18,54	20,02	20,87
Areia Muito Fina (0,105-0,053 mm)	%	12,20	9,62	10,05	11,49	9,45	10,15

Uma observação importante a ser feita é que o baixo percentual de argila nos sedimentos do rio Araguari torna o reservatório menos vulnerável à eventuais contaminações por metais, considerando que a argila possui elevada capacidade de adsorção e incorporação desses elementos, sendo inclusive amplamente utilizada como remediador em sistemas de tratamentos e descontaminações ambientais.

5. MONITORAMENTO DOS EFLUENTES GERADOS NA UHE FERREIRA GOMES

5.1. Introdução

Os efluentes líquidos são resíduos que podem contaminar as águas dos rios, lagos e oceanos se não forem tratados adequadamente antes de serem despejados. O tratamento de efluentes líquidos envolve processos físicos, químicos e biológicos que visam remover as substâncias poluentes e reduzir o impacto ambiental. Os processos físicos separam as partículas sólidas ou flutuantes da água por meio de gradeamento, decantação ou flotação. Os processos químicos usam reagentes para precipitar, neutralizar ou oxidar os contaminantes dissolvidos na água. Os processos biológicos transformam os compostos orgânicos em substâncias mais simples por meio da ação de micro-organismos aeróbios ou anaeróbios. O tratamento de efluentes líquidos é uma medida essencial para preservar os recursos hídricos e a saúde pública, além de atender às normas ambientais vigentes.

No caso das usinas hidrelétricas em fase de operação, é sabido que a demanda de tratamento dos efluentes sanitários é reduzida, em virtude do baixo volume de efluentes gerados pela equipe que opera o empreendimento. No entanto, independente da magnitude desse processo, é realizado o controle desses efluentes além de efluentes oleosos oriundos das unidades geradoras antes de seu descarte no curso d'água.

O tratamento dos efluentes é uma atividade essencial para garantir a qualidade ambiental e a saúde pública. Para isso, é preciso escolher um método de esgotamento adequado que possa transportar e isolar os efluentes sem comprometer os parâmetros ambientais (Von Sperling, 2005). Assim, o dimensionamento correto dos equipamentos de coleta e tratamento dos efluentes vai influenciar na segurança do sistema de esgotamento sanitário planejado para a área. Afinal, a poluição não pode ser simplesmente deslocada de lugar ou forma. É preciso entender o princípio de funcionamento de cada operação unitária empregada e a sequência de associação dessas operações que definem os processos necessários para o tratamento.

Nesse contexto, visando a avaliação da eficácia dos sistemas de tratamento de efluentes sanitários e oleosos implantados na UHE Ferreira Gomes, foi realizada a caracterização de aspectos físicos, químicos e biológicos dos efluentes, cujos resultados das coletas realizadas no período são apresentados no presente documento.

5.2. Objetivos

Têm-se por finalidade apresentar a caracterização dos efluentes da UHE Ferreira Gomes, localizada na bacia do Rio Araguari, no estado do Amapá. Os efluentes são os resíduos líquidos provenientes das atividades humanas e operacionais realizadas na usina, tais como o uso de sanitários, chuveiros e pias, e efluentes oriundos da manutenção das máquinas. Esses efluentes são coletados em sistemas de tratamento específicos, como fossas sépticas e caixas separadoras de água e óleo (Caixa SAO), antes de serem descartados no rio. O objetivo da caracterização dos efluentes é avaliar se eles atendem aos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação vigente.

5.3. Metodologia de Coleta e Análise das Amostras

Na oportunidade, os procedimentos de coleta das amostras seguiram as normas da ABNT NBR 9897 (Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.) e NBR 9898 (Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores) (Figura).

Todas as análises foram realizadas seguindo as metodologias descritas no livro "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" (APHA, 2017), em laboratório Acreditado na Norma ABNT/NBR ISO/IEC 17025/2017 sobre o número CRL 1532.

A avaliação dos resultados obtidos foi realizada considerando as diretrizes da Resolução CONAMA nº 430/2011, a qual *"Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005..."*.



Coleta de efluentes na saída da caixa SAO.



Coleta de efluentes na saída da caixa SAO.



Coleta de efluentes na fossa séptica.



Coleta de efluentes na fossa séptica.

Figura 19. Métodos de amostragem.

Os parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados nos efluentes da UHE Ferreira Gomes, bem como os limites previstos na legislação, estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5. Parâmetros analisados nos efluentes da UHE Ferreira Gomes, com os respectivos limites previstos na Resolução CONAMA 430/11.

Local / Parâmetro		Unidade	Limite
Fossa Séptica - ETE 1 – Casa de Força (elevação 14) - ETE 2 (Portaria)	Temperatura da Amostra	°C	< 40
	DBO	mg/l	120*
	pH	-	5 a 9
	Materiais Flutuantes	-	Ausência
	Óleos e Graxas	mg/l	100
	Sólidos Sedimentáveis	ml/l	1
	Surfactantes (MBAS)	mg/l	-
Caixa SAO - Caixa SAO 1 – Bloco de serviço (elevação -16,45) - Caixa SAO 2 – Transformadores e gerador (elevação 14)	Temperatura da Amostra	°C	< 40
	pH	-	5 a 9
	Materiais Flutuantes	-	Ausência
	Óleos e Graxas	mg/l	20
	Sólidos Sedimentáveis	ml/l	1
	Surfactantes (MBAS)	mg/l	-
	Benzeno	µg/l	1.200,00
	Tolueno	µg/l	1.200,00
	Etilbenzeno	µg/l	840
Xilenos	µg/l	1.600,00	

OBS: * Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C): máximo de 120 mg/l, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor (Resolução CONAMA 430/11).

5.4. Caracterização e Descrição do Observado nas Estações de Coleta

A Tabela 6 e as figuras a seguir apresentam os pontos de monitoramento dos efluentes da UHE Ferreira Gomes.

Para garantir o tratamento adequado dos efluentes gerados na usina, foram instalados tanques sépticos no lado externo da casa de força e da portaria da UHE Ferreira Gomes. Esses tanques possuem pontos de entrada e saída dos efluentes, que são monitorados periodicamente e descartados no rio Araguari, respeitando os padrões ambientais exigidos.

O tratamento primário do esgoto doméstico é feito pela tanque séptico, que é uma unidade de fluxo horizontal, onde ocorrem processos de sedimentação, flotação e digestão da matéria orgânica (NBR 7229/93). O tanque séptico recebe os efluentes sanitários e as águas servidas da casa de força, retendo as partículas sólidas, que são digeridas anaerobicamente por microrganismos (von Sperling, 2005).

A limpeza dos tanques sépticos (Figura 20) é realizada conforme cronograma específico, por meio de contratação de empresa especializada.

Tabela 6. Pontos de amostragem de efluentes da UHE Ferreira Gomes.

Ponto de Amostragem	Descrição	Descrição das Estruturas	Local Coleta	
			Entrada	Saída
Fossa Séptica	Resíduos gerados em sanitários e lavagem de pias	ETE 1 – Casa de Força (elevação 14)	X	X
		ETE 2 (Portaria)	X	X
Caixa Separadora água e óleo	Separadoras de água e óleo, águas de arrefecimento, águas de drenagem	Caixa SAO 1 – Bloco de serviço (elevação 16,45)		X
		Caixa SAO 2 – Transformadores e gerador (elevação 14)		X



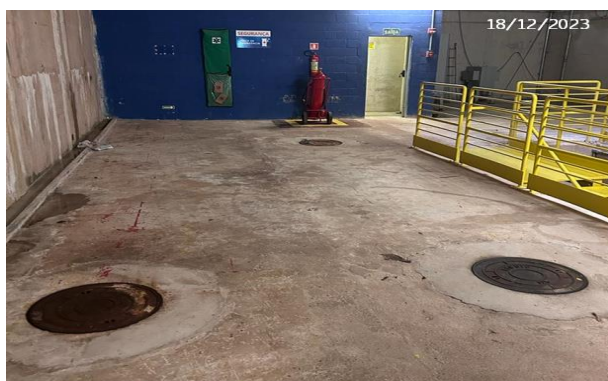
ETE 1 – Casa de Força (elevação 14)



ETE 2 – Portaria

Figura 10. Fossa Séptica.

Os efluentes do maquinário presente na casa de força, além de geradores e transformadores, é tratado por dois sistemas de caixas separadoras de água e óleo, onde o óleo é retido na parte superior da CSAO, antes do efluente ser descartado no rio Araguari (Figura 11).



CSAO 1 – Bloco de serviço (elevação -16,45)



CSAO 2 – Transformadores e gerador (elevação 14)

Figura 11. Caixas Separadoras de Água e Óleo.

5.5. Resultados Obtidos

Os resultados da caracterização dos efluentes dos tanques sépticos e caixas SAO da UHE Ferreira Gomes, referentes as campanhas do período, podem ser observados na Tabela 7 (Tanque séptico) e na Tabela 8 (CSAO).

Em relação aos efluentes sanitários tratados nos dois tanques sépticos instalados na UHE Ferreira Gomes, os resultados das análises laboratoriais indicaram adequação, em relação ao efluente final, para a totalidade dos parâmetros monitorados em atendimento aos limites definidos na Resolução CONAMA nº 430/2011, tanto no sistema que trata os efluentes gerados na casa de força (ETE 1) quanto aqueles gerados na portaria (ETE 2) do empreendimento (Tabela 7).

Com relação aos compostos analisados, as concentrações de DBO, óleos e graxas, surfactantes, materiais flutuantes nos pontos de lançamento estiveram dentro dos limites preconizados na Resolução CONAMA nº 430/2011, assim como o pH dos efluentes, como mostra a Tabela 7.

Diante do exposto, têm-se um resultado muito significativo, que demonstra a qualidade dos efluentes sanitários tratados na UHE Ferreira Gomes para serem lançados no rio Araguari. Esses resultados também indicam, no caso das estações de tratamento de esgoto, que as atividades de limpeza e manutenção realizadas periodicamente garantem a eficiência desse sistema.

Tabela 7. Resultados das análises dos efluentes sanitários tratados nas ETE's da UHE Ferreira Gomes. Nota: (1) Limites válidos para a saída da estação de tratamento.

Parâmetro	Unidade	Limite (Saída)	Fossa Séptica Campanha 1			
			ETE 1 – Casa de Força (elevação 14)		ETE 2 (Portaria)	
			Entrada	Saída	Entrada	Saída
DBO	mg/l	120*	129,56	41,87	61,86	–**
Eficiência Remoção de DBO	%	60%	67,68		100	
pH	-	5 a 9	6,72	6,85	6,79	–**
Materiais Flutuantes	-	Ausência	Ausentes	Ausentes	Ausentes	–**
Óleos e Graxas	mg/l	100	7,0	0	9	–**
Surfactantes (MBAS)	mg/l	-	ND	ND	ND	–**

Parâmetro	Unidade	Limite (Saída)	Fossa Séptica Campanha 2			
			ETE 1 – Casa de Força (elevação 14)		ETE 2 (Portaria)	
			Entrada	Saída	Entrada	Saída
DBO	mg/l	120*	118,53	39,12	70,45	–**
Eficiência Remoção de DBO	%	60%	67,00		100	
pH	-	5 a 9	6,70	6,87	6,79	–**
Materiais Flutuantes	-	Ausência	Ausentes	Ausentes	Ausentes	–**
Óleos e Graxas	mg/l	100	4,0	0	4,0	–**
Surfactantes (MBAS)	mg/l	-	ND	ND	ND	–**

QBS: *Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C): máximo de 120 mg/l, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor (Resolução CONAMA 430/11). **A saída da ETE 2 não apresentou efluentes por ausência de utilização

Os efluentes oleosos provenientes das duas caixas separadoras (CSAO) instaladas no empreendimento foram tratados de forma adequada, conforme também verificado para os efluentes sanitários. Os resultados das análises mostraram que os efluentes lançados no Rio Araguari

atenderam aos padrões de qualidade exigidos para os parâmetros de surfactantes, materiais flutuantes, óleos e graxas, pH e BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos) (Tabela 8).

Tabela 8. Resultados das análises dos efluentes das Caixas SAO da UHE Ferreira Gomes. Nota: (1) Limites válidos para a saída da estação de tratamento.

Parâmetro	Unidade	Limite (Saída)	Caixa SAO			
			Caixa SAO 1 Bloco de serviço (elevação 16,45) (Saída)		Caixa SAO 2 Transformadores e Gerador (elevação 14) (Saída)	
			CAMP1	CAMP2	CAMP1	CAMP2
pH	-	5 a 9	6,98	6,80	7,02	6,85
Materiais Flutuantes	-	Ausência	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Óleos e Graxas	mg/l	20	0	0	0	0
Sólidos Sedimentáveis	ml/l	1	0	0	0	0
Surfactantes (MBAS)	mg/l	-	ND	ND	ND	ND
Benzeno	µg/l	1.200,0	ND	ND	ND	ND
Tolueno	µg/l	1.200,0	ND	ND	ND	ND
Etilbenzeno	µg/l	840,0	ND	ND	ND	ND
Xilenos	µg/l	1.600,0	ND	ND	ND	ND

Os resultados indicam que os tanques sépticos e as caixas SAO da UHE Ferreira Gomes estão funcionando adequadamente e contribuindo para a melhoria da qualidade dos recursos hídricos da região. Dessa forma, o monitoramento indicou adequação do efluente aos limites previstos na Resolução CONAMA nº 430/2011, permitindo afirmar que os sistemas de contenção de efluentes sanitários e oleosos da UHE Ferreira Gomes obtiveram resultados muito satisfatórios, os quais tornam viável o lançamento desses efluentes tratados no corpo hídrico receptor (Rio Araguari).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas e Efluentes é uma iniciativa que visa garantir o cumprimento das normas ambientais e assegurar a preservação dos recursos hídricos na região da UHE Ferreira Gomes em atendimento às definições do processo de licenciamento. Por meio desse programa, são realizadas coletas e análises periódicas das águas superficiais, dos sedimentos e dos efluentes gerados pela usina hidrelétrica. Esses dados permitem avaliar as condições físicas, químicas, bacteriológicas e biológicas das águas. O programa também contribui para o planejamento e a implementação de medidas preventivas e mitigadoras que visem à proteção da qualidade das águas e do meio ambiente como um todo.

De acordo com os dados obtidos nas campanhas 1 e 2 de monitoramento, a qualidade das águas na área de influência do reservatório da UHE Ferreira Gomes foi considerada excelente, atendendo aos critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, neste sentido, pode-se afirmar que o reservatório da UHE Ferreira Gomes apresenta um alto padrão de qualidade ambiental não apresentando intervenções ocasionados com a operação da UHE.

Vale mencionar que, a maior fonte oriunda de atividade humana nas proximidades da UHE Ferreira Gomes é a cidade de Porto Grande que representa a maior fonte de efluentes de origem antrópica que deságua no reservatório da UHE Ferreira Gomes. Segundo o Atlas Esgotos – Despoluição das Bacias Hidrográficas, programa da Agência Nacional de Águas (ANA, 2023), o município de Porto Grande apresenta 77,44% de seu esgoto sem coleta e sem tratamento e 22,21% com soluções individuais, como fossa séptica e sumidouro, apresentando uma carga gerada de esgoto de 35.577 Kg DBO/dia, sendo boa parte despejada diretamente no rio Araguari, à montante da UHE Ferreira Gomes .

Nas campanhas do período, apenas alguns registros de fósforo na campanha 1 apresentaram valores acima dos definidos na legislação vigente, mas foram resultados pontuais, que não indicam uma contaminação significativa ou uma relação com a presença da poluição nesse trecho do rio, já na campanha 2 todos os pontos analisados estavam dentro dos padrões estabelecidos. Portanto, a

qualidade da água do rio Araguari não está comprometida, comprovado pelo excelente IQA, índices esperados para o período de estiagem, que é o caso das duas campanhas em questão.

A boa qualidade das águas foi evidenciada por meio de indicadores calculados, no caso, Índice de Qualidade das Águas (IQA) e Índice do Estado Trófico (IET), que demonstraram a existência de águas de excelente qualidade e com nível de trofia muito satisfatórios em todas as estações de amostragem.

Durante as campanhas, observou-se que as densidades de algas cianobactérias estão em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005, apresentando valores muito inferiores ao limite estabelecido.

Os sedimentos de pontos a montante e a jusante da barragem da UHE FG foram analisados quanto à granulometria e mostraram-se predominantemente arenosos nas três estações, com mais de 99% da composição dos sedimentos constituída por areia, o que indica a existência de ambientes estáveis e pouco afetados por processos erosivos ou de exposição do solo na bacia hidrográfica do rio Araguari.

O monitoramento dos efluentes sanitários e oleosos da UHE Ferreira Gomes mostrou que os sistemas de tratamento instalados na usina são eficientes e adequados para garantir a qualidade das águas do corpo hídrico receptor. Os resultados das análises indicaram que os efluentes finais atenderam aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011. Desta forma, pode-se afirmar que os efluentes sanitários e oleosos da UHE Ferreira Gomes não causaram poluição ou contaminação das águas, nem comprometeram os usos determinados pela classe de enquadramento do corpo receptor.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Indicadores de Qualidade - Índice do Estado Trófico**. Portal da Qualidade das Águas. 2009. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceET.aspx>>. Acesso em: Ago. 2015.

AQUINO, ALEXANDRE. **A importância dos separadores de água e óleo para o meio ambiente**. Revista Meio Filtrante. Ano X. Ed. 53. Novembro/Dezembro. 2011. Disponível em: <http://www.meiofiltrante.com.br/materias_ver.asp?action=detalhe&id=746&revista=n53>. Acesso em Dezembro de 2015.

APHA / AWWA / WEF: 2017. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 23st. Ed., USA, APHA.

BICUDO, C.E.M & MENEZES, M. 2006. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil (chave para identificação e descrições)**. Segunda edição – São Carlos: RiMa. 502p.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C, & MOLICA, R, 2003, **Cianobactéria Invasora: Aspectos Moleculares e Toxicológicos de *Cylindrospermopsis raciborskii* no Brasil**, Rev, Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, 30: 82-90.

CETESB/ANA. 2011. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras de Água: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Org.: Carlos Jesus Brandão et al. São Paulo e Brasília. 326 p.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2020. **IQA – Índice de Qualidade das Águas**. Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/42-%C3%8Dndice-de-Qualidade-das-%C3%81guas-\(iqa\)](http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/42-%C3%8Dndice-de-Qualidade-das-%C3%81guas-(iqa)).

CHAPMAN, D. (Ed.). 1992. **Water quality assessment**. UNESCO, UNEP, WHO. Londres Chapman & Hall.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Qualidade da Água**. São Paulo. 2009. Disponível em: < <http://www.sabesp.com.br/Calandraweb/CalandraRedirect/?Proj=sabesp&Pub=T&Temp=0>>. Acesso em: Dez. 2015.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **IET - Índice do Estado Trófico**. [s. d.]. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/04.pdf>>. Acesso em: Ago. 2015.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2012**. São Paulo: CETESB, 2013. 356 p

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Significado Ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem (Apêndice A)**. Qualidade das águas superficiais do Estado de São Paulo 2009. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: Ago. 2015.

ESTEVES, F. A, 1988. **Fundamentos de limnologia**. Interciência, FINEP, Rio de Março, 575p.

KIMMEL, B.L.; LIND, O.T. & PAULSON, G.R. 1990. **Reservoir Primary Production**. In: THORNTON, K.W.; KIMMEL, B.L. & PAYNE, F.E. (Eds). Reservoir limnology: Ecological perspectives. John Wiley & Sons, Inc., Somerset, New Jersey.133-194 pp.

LAMPARELLI, M.C. 2004. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. São Paulo: USP/ Departamento de Ecologia., 2004. 235 f. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo.

SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; WERNER, V.R; DOGO C.R.; RIOS, F.R. & CARVALHO, L.R. 2008. **Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil**. Algological Studies 126 251–265 Stuttgart, April 2008.

TOLEDO Jr., A.P.; AGUDO, E.G.; TALARICO, M.; CHINEZ, S.J. 1984. **A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais**. Trabalho apresentado no XIX Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária Ambiental. Santiago do Chile, 11 a 16 de novembro de 1984. 56p.

TOLEDO, Jr., A.P. 1990. **Informe preliminar sobre os estudos para a obtenção de um índice para a avaliação do estado trófico de reservatórios de regiões quentes tropicais**. São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 12 p.

TUNDISI, J.G. & MATSUMURA-TUNDISI, 2008. **Limnologia**. São Paulo. Oficina de Textos. 631 pp.

VASCONCELOS, F. M.; TUNDISI, J. G. & TUNDISI, T.M.; 2009. **Avaliação da Qualidade de Água: Base Tecnológica para a Gestão Ambiental**. Belo Horizonte, Minas Gerais: SMEA, 323 p.

VON SPERLING, M. 2005. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais.

WETZEL, R.G. 2001. *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Academic Press, San Diego. 1006 p.

ZAGATTO, P.A., ARAGÃO, M.A., DOMINGUES, D.F., BURATINI, S.V. & ARAÚJO, R.P.A. 1998. **Avaliação ecotoxicológica do Reservatório do Guarapiranga, SP, com ênfase à problemática das algas tóxicas e algicidas**. – Anais do IV Congresso Iberoamericano de Ficologia, p. 63–81.

8. EQUIPE TÉCNICA

O profissional responsável pela coordenação do projeto e elaboração do relatório técnico foi:

- ROBERTO MÁRCIO SILVEIRA JÚNIOR

Formação: Engenharia Sanitária e Ambiental

Registro profissional: CREA: 1414777574

A equipe foi composta ainda por um auxiliar de campo, um motorista e um barqueiro.

9. ANEXOS

10.1 Anexo I – Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do profissional responsável pelo desenvolvimento das atividades.

Página 1/1



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-AP

ART 001 - Obra/Serviço
Nº AP20220064983

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Amapá

001 - Inicial

1. Responsável Técnico

ROBERTO MARCIO SILVEIRA JUNIOR
Título profissional: ENGENHEIRO SANITARISTA E AMBIENTAL RNP: 1414777574
Registro: 302601AP

2. Dados do Contrato

Contratante: STUDIO.COM LTDA CPF/CNPJ: 11.347.939/0001-43
RODOVIA JUSCELINO KUBITSCHEK Nº: S/N
Complemento: CONDOMÍNIO ARBORETO, CASA 65 Bairro: UNIVERSIDADE UF: AP CEP: 68903419
Cidade: MACAPÁ

Contrato: Não especificado Celebrado em:
Valor: R\$ 30.000,00 Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado
Ação Institucional: 002 - Autônomo (sem vínculo contratual com Pessoa Jurídica)

3. Dados da Obra/Serviço

RODOVIA Rod. BR 156 Nº: s/nº
Complemento: Km 346/348 Bairro: Margem esquerda do Rio Araguari
Cidade: FERREIRA GOMES UF: AP CEP: 68915000
Data de Início: 01/10/2022 Previsão de término: 01/12/2025 Coordenadas Geográficas: 0.878563, -51.187221
Finalidade: 020 - Saneamento básico Código: Não Especificado
Proprietário: STUDIO.COM LTDA CPF/CNPJ: 11.347.939/0001-43

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
8 - Consultoria		
11 - Coleta de dados > MEIO AMBIENTE > CONTROLE E MONITORAMENTO AMBIENTAL > #TOS_7.1.2 - DE MONITORAMENTO AMBIENTAL	1,00	un
11 - Coleta de dados > MEIO AMBIENTE > GESTÃO AMBIENTAL > #TOS_7.6.5 - DE CONTROLE DE QUALIDADE AMBIENTAL	1,00	un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

COORDENAÇÃO GERAL E REALIZAÇÃO DE CAMPANHAS DE CAMPO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO HÍDRICO, DE EFLUENTES E MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA UHE FERREIRA GOMES, RIO ARAGUARI, MUNICÍPIO DE FERREIRA GOMES, ESTADO DO AMAPÁ, INCLUINDO COLETAS LIMNOLÓGICAS DE AMOSTRAS DE ÁGUA, EFLUENTES, SEDIMENTOS E MACRÓFITAS AQUÁTICAS, ALÉM DE ELABORAÇÃO E REVISÃO DOS REFERIDOS RELATÓRIOS TÉCNICOS.

6. Declarações

- Declaro estar ciente que é obrigatória a colocação e manutenção de placas visíveis e legíveis ao público enquanto durar a execução de obras/serviços de engenharia, art. 16 da Lei 5.194/66, sob pena das cominações legais.

7. Entidade de Classe

000 - Não Optante

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

ROBERTO MARCIO SILVEIRA JUNIOR - CPF: 117.411.866-09

Local _____ de _____ data _____

STUDIO.COM LTDA - CNPJ: 11.347.939/0001-43

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: R\$ 233,94 Registrada em: 02/01/2023 Valor pago: R\$ 233,94 Nosso Número: 9978728956

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <http://crea-ap.sitac.com.br/publico/>, com a chave: B5bDC
Impresso em: 05/01/2023 às 09:59:51 por: ip: 192.168.100.1



www.creaap.org.br
Tel: (96) 3223-0318

atendimento@creaap.org.br
Fax: (96) 3222-3555

CREA-AP
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Amapá

10.2 Anexo II – Cadastro Técnico Federal (CTF/IBAMA) do profissional responsável pela coordenação no desenvolvimento das atividades.

 Ministério do Meio Ambiente Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR			
Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
8269917	28/01/2024	28/01/2024	28/04/2024
Dados básicos:			
CPF: 117.411.866-09			
Nome: ROBERTO MÁRCIO SILVEIRA JÚNIOR			
Endereço:			
logradouro: RODOVIA JUSCELINO KUBITSCHKE			
N.º: 1291		Complemento: CONDOMÍNIO ROMA	
Bairro: FAZENDINHA		Município: MACAPA	
CEP: 68903-197		UF: AP	
Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais – CTF/APP			
Código	Descrição		
17-67	Recuperação de áreas degradadas		
20-6	Exploração de recursos aquáticos vivos		
21-46	Controle de plantas aquáticas - Resolução CONAMA nº 467/2015		
Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais e de prestação de informações ambientais sobre as atividades desenvolvidas sob controle e fiscalização do Ibama, por meio do CTF/APP.			
O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/APP não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades			
O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/APP não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.			
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA			
Código CBO	Ocupação	Área de Atividade	
2140-05	Engenheiro Ambiental	Controlar emissões de poluentes	
2140-05	Engenheiro Ambiental	Elaborar projetos ambientais	
2140-05	Engenheiro Ambiental	Gerenciar implantação do sistema de gestão ambiental-sga	
2140-05	Engenheiro Ambiental	Gerir resíduos	
2140-05	Engenheiro Ambiental	Implantar projetos ambientais	
2140-05	Engenheiro Ambiental	Implementar procedimentos de remediação	
2140-05	Engenheiro Ambiental	Prestar consultoria, assistência e assessoria	
Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa física está em conformidade com as obrigações cadastrais do CTF/AIDA.			
A inscrição no Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental – CTF/AIDA constitui declaração, pela pessoa física, do cumprimento de exigências específicas de qualificação ou de limites de atuação que porventura sejam determinados pelo respectivo Conselho de Fiscalização Profissional.			
O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/AIDA não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades, especialmente os documentos de responsabilidade técnica, qualquer o tipo e conforme regulamentação do respectivo			

IBAMA - CTF/AIDA

28/01/2024 - 16:03:53

Conselho de Fiscalização Profissional, quando exigíveis.

O Certificado de Regularidade no CTF/AIDA não produz qualquer efeito quanto à qualificação e à habilitação técnica da pessoa física inscrita.

Chave de autenticação	U7WQBAP96WUDBGHE
------------------------------	------------------

10.3 Anexo III – Acreditação Inmetro Laboratorial.



[imprimir](#)

.: RBLE - Detalhe do Laboratório .:

Número da Acreditação	CRL 1532
Data da Acreditação	17/01/2021
ACREDITAÇÃO VIGENTE	Clique aqui para mais informações.
Última Revisão do Escopo	17/01/2021
Situação	Ativo
Razão Social	Multianálises S/S LTDA
Laboratório	Multianálises S/S LTDA
Endereço	Avenida Serzedelo Corrêa, 370/1º andar
Bairro	Batista Campos
Cidade	Belém
CEP	66093265
UF	PA
País	BRASIL
Telefone	(91) 3224.8848
Fax	(91) 3224.8848
Gerente Técnico	Yan Akiyoshi Souza Kiyoi
Email	qualidade@multianalises.com.br

[Visualizar Escopo de Acreditação deste Laboratório](#)

