

Relatório Técnico

Dinâmica fluvial e caracterização físico-química das águas do Rio Amazonas na cidade de Parintins-AM

Gabriellen Yasmine de Oliveira Pedreno
2023



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

P371r Pedreno, Gabriellen Yasmine de Oliveira.
Relatório técnico [livro eletrônico] : dinâmica fluvial e
caracterização físico-química das águas do Rio Amazonas na cidade
de Parintins-AM / Gabriellen Yasmine de Oliveira Pedreno, Rafael
Jovito de Souza, Neliane de Sousa Alves. – Parintins, AM: Ed. do
Autor, 2023.
48 p. : il.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5872-652-4

1. Amazonas, Rio – Parintins (AM). 2. Água – Qualidade.
3. Amazonas, Rio – Bacia hidrográfica. I. Souza, Rafael Jovito de,
1979-. II. Alves, Neliane de Sousa. III. Título.

CDD 386.3

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



2023, Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA).

Universidade do Estado do Amazonas (UEA)
Centro de Estudos Superiores de Parintins (CESP)
Avenida Odovaldo Novo, sn, Djard Vieira
CEP: 69151-470, Parintins – AM

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação Geral

Gabriellen Yasmine de Oliveira Pedreno

Supervisão

Neliane de Sousa Alves

Rafael Jovito de Souza

ORGANIZAÇÃO E EDIÇÃO

Gabriellen Yasmine de Oliveira Pedreno

Fotografias

Gabriellen Yasmine de Oliveira Pedreno

Davy Rabelo

Foto da capa: Davy Rabelo

Arte da Capa: Alan Rodrigues

Todos os direitos reservados

É permitida a reprodução de dados e informações contidos nesta publicação, desde que haja citação da fonte.

PARCERIAS

Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua

Centro de Estudos Superiores de Parintins – CESP / UEA

Laboratório de Biologia e Química ProfÁgua Parintins – LabRios

Laboratório do Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO _____	5
OBJETIVOS _____	6
MATERIAL E MÉTODOS _____	7
DINÂMICA FLUVIAL _____	18
CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA _____	22
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA _____	24
CONSIDERAÇÕES FINAIS _____	37
RECOMENDAÇÕES _____	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA _____	41
APÊNDICES _____	44

INTRODUÇÃO

A água é substância responsável pela manutenção da vida. Por esse motivo faz-se necessário o desenvolvimento de mecanismos que promovam a segurança hídrica, a fim de garantir às gerações atuais e futuras acesso a água de qualidade e em quantidade suficiente para suprir as necessidades de abastecimento humano, assim como suas aplicações industriais.

Neste sentido, a cidade de Parintins se destaca, por ser conhecida como a Capital Mundial do Folclore, pela promoção do Festival Folclórico de Parintins onde os bumbás Garantido e Caprichoso disputam o título de campeão do festival. Além de referência cultural, Parintins também é conhecida por suas belezas naturais. Às margens do rio Amazonas, a Ilha Tupinambarana, contraditoriamente enfrenta dificuldades relacionados à qualidade da água subterrânea que abastece a população parintinense (Galúcio, 2012; Teixeira, 2019; Marmos; Aguiar, 2022).

Da mesma forma como outros sistemas territoriais localizados na bacia amazônica, a cidade de Parintins é afetada pela dinâmica fluvial do rio Amazonas. A subida e descida das águas pode tanto submergir parte das áreas residenciais de cidades em áreas alagadiças, quanto a descida e o período da vazante, pode deixar localidades inteiras em isolamento, por conta do estreitamento do canal fluvial (Lima, 2016). Embora existam diversos meios que permitam a obtenção de água potável, ainda são as águas do rio Amazonas que matam a sede de muitas famílias, especialmente as que possuem pouco poder aquisitivo. Estas águas, em muitos lugares, são o único meio de transporte das populações.

Tendo em vista os aspectos mencionados, conhecer o regime hidrológico e as características físico-químicas das águas da Bacia Hidrográfica do Amazonas, no trecho que abrange a cidade de Parintins é de suma importância para traçar estratégias que promovam a segurança hídrica, sejam construídas estratégias de gestão e governança de forma adequada, considerando as demandas ambientais do rio Amazonas na cidade de Parintins, seus pontos mais vulneráveis à degradação, contaminação ou ação antrópica que possa comprometer os ecossistemas à ela associadas.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

- ◆ Analisar a variabilidade anual dos parâmetros físico-químicos das águas do rio Amazonas na cidade de Parintins-AM em função da dinâmica fluvial, como subsídio à gestão dos recursos hídricos no município.

Objetivos específicos

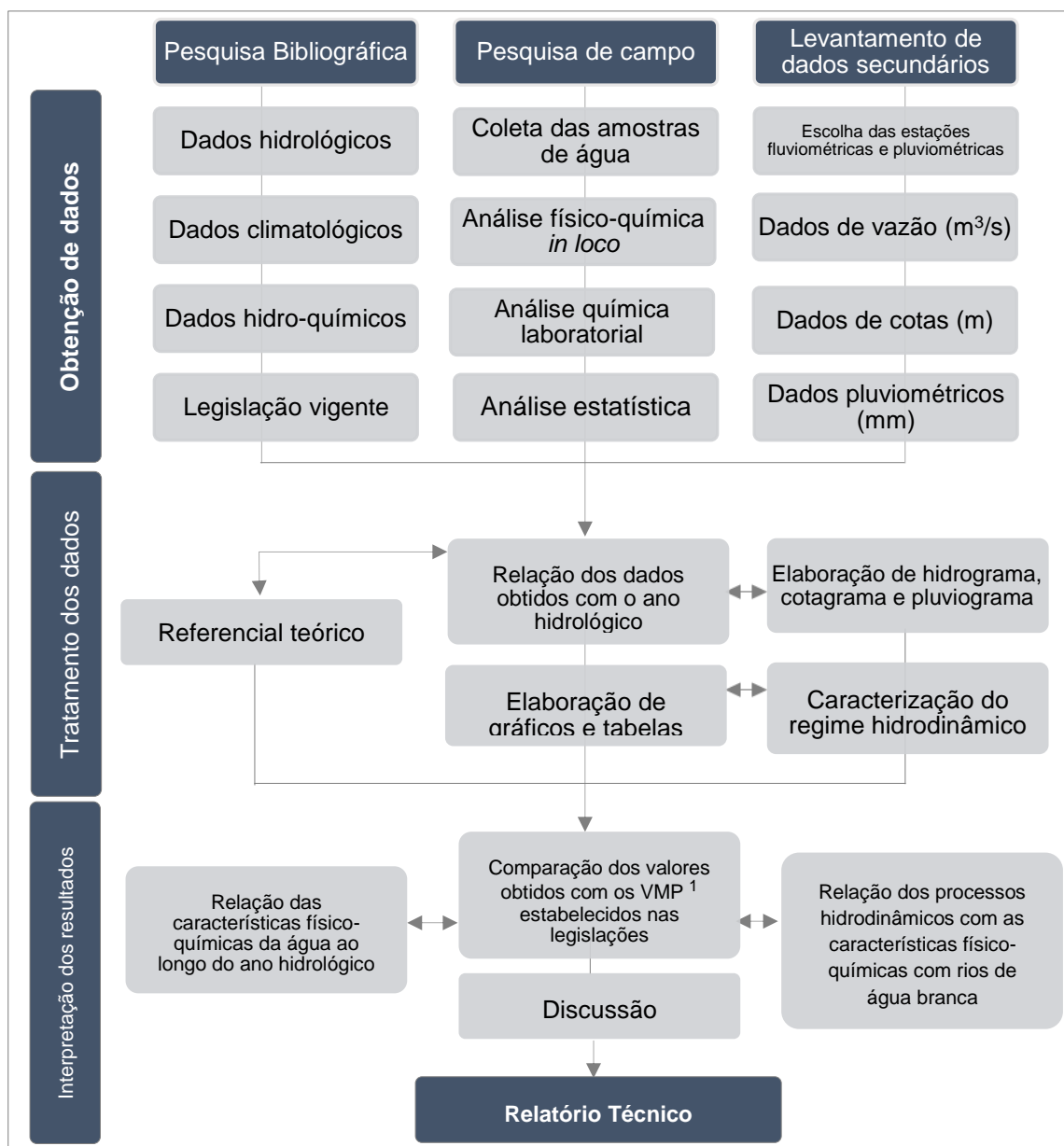
- ◆ Descrever o regime pluviométrico e os processos da dinâmica fluvial (cheias e vazantes) do rio Amazonas na cidade de Parintins-AM.
- ◆ Verificar as características físico-químicas das águas do rio Amazonas e sua relação com os processos hidrodinâmicos ao longo do ano hidrológico na área de estudo.
 - ◆ Elaborar relatório técnico consubstanciado acerca da qualidade e variabilidade sazonal das águas do rio Amazonas na cidade Parintins-AM ao longo do ano hidrológico como subsídio à gestão dos recursos hídricos no município.

MATERIAL E MÉTODOS

◆ Etapas da pesquisa

Para alcançar os objetivos propostos, foram sistematizadas etapas metodológicas que compreenderam desde o levantamento de dados até análise e discussão dos resultados que culminaram na elaboração deste Relatório Técnico, como exigência do mestrado profissional, de acordo com o fluxograma (Figura 1):

Figura 1: Fluxograma das etapas da pesquisa.

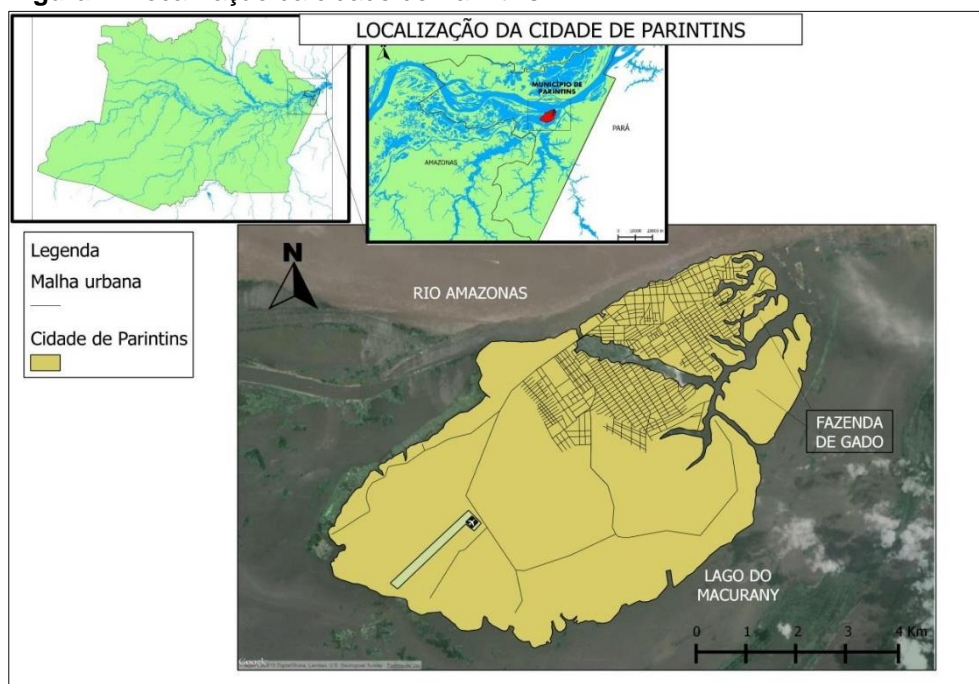


Elaboração: Pedreno (2023).

◆ Local da pesquisa

O município de Parintins ocupa uma área territorial de 5.956,047 km², na região do Baixo Amazonas e mesorregião Centro Amazonense e está situado em formações que remetem ao período Quaternário e terraços da época do Holoceno (Souza, 2013; IBGE, 2022; Brasil, 2022). A cidade de Parintins, também conhecida popularmente como Ilha Tupinambarana (Figura 2) traz em seus nomes designativos a lembrança dos primeiros habitantes da região: os indígenas.

Figura 2: Localização da cidade de Parintins.



Fonte: Carvalho e Bartoli (2013).

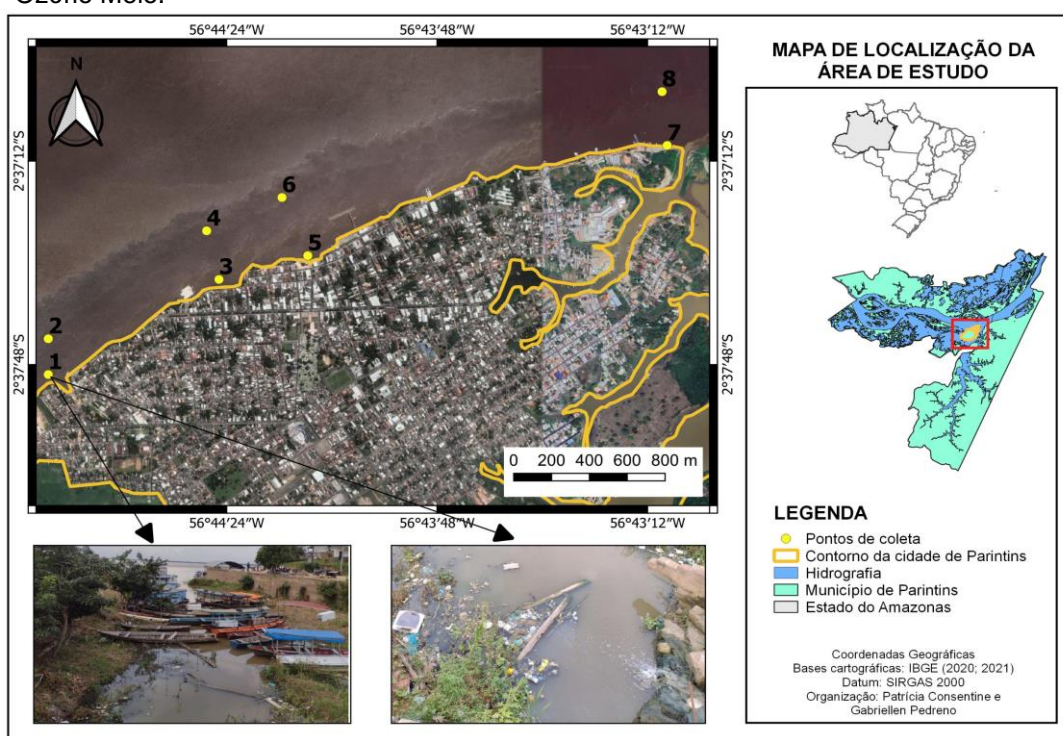
É um conjunto de ilhas localizada à margem direita do Rio Amazonas, onde acredita-se que primeiramente foi habitada por indígenas das etnias Aratu, Apocuitara, Yara, Godui e Curiatós, os quais por volta do ano de 1560-1580 foram subjugados pela etnia Tupinambá (entre os quais viviam um grupo designado Parintintins, cujo nome veio ser incorporado à cidade), que simultaneamente ocuparam regiões contemporaneamente pertencentes ao Maranhão e ao Pará (Bitencourt, 2001; Cerqua, 2009).

A pesquisa de campo teve duas etapas: análise *in loco* e análise laboratorial. A análise *in loco* tem por objetivo analisar os parâmetros temperatura, turbidez, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico e oxigênio dissolvido no local de obtenção das mostras de água do rio Amazonas na cidade de

Parintins em pontos estratégicos com o emprego de uma sonda multiparâmetro. E a análise laboratorial foi executada para obter dados do íon nitrato dissolvido na água, com auxílio de um aparelho colorímetro.

Foram selecionados quatro pontos de referência para coleta das amostras de água do rio Amazonas ao longo da orla da cidade de Parintins-AM (no sentido de montante para jusante). Em cada um dos pontos escolhidos, foram coletadas amostras tanto na margem, quanto à 100 m da margem do canal fluvial, totalizando oito pontos de coletas selecionados (Figura 3). As localidades escolhidas foram: Baixa do São José (bairro São José), Rua Faria Neto (bairro Centro); Mercado Municipal Leopoldo Neves (bairro centro); proximidades do Matadouro Frigorífico Ozório Melo (bairro Santa Clara).

Figura 3: Pontos de coleta de amostra de água do rio Amazonas: 1 e 2 Baixa do São José, 3 e 4 Rua Faria Neto, 5 e 6 Mercado Municipal Leopoldo Neves, 7 e 8 Matadouro Frigorífico Ozório Melo.



Fonte: Consentine e Pedreno (2023).

A escolha dos pontos de coleta e análise da água do rio Amazonas se deu em função da observação de locais, ao longo da margem do rio Amazonas na cidade de Parintins, onde são mais perceptíveis influências antrópicas, tais como circulação de embarcações, despejo de efluentes de esgoto, locais onde o fenômeno das terras caídas apresenta maior incidência (Figura 4).

Figura 4: 1 e 2 Baixa do São José, 3 e 4 Rua Faria Neto, 5 e 6 Mercado Municipal Leopoldo Neves, 7 e 8 Matadouro Frigorífico Ozório Melo.



Fonte: 2, 3 e 6 Pedreno (2023); 1, 4 e 7 Davy Rabelo (2022); 5 Yuri Pinheiro (2021); Júnior Cabral (2021).

Os pontos selecionados foram georreferenciados utilizando aparelho GPSMAP 76Cx da marca GARMIN, para que as coletas posteriores fossem realizadas nos mesmos locais. A frequência de coletas e análises de água foi determinada em função da sazonalidade do regime hidrológico do rio Amazonas considerados no levantamento de dados secundários e as designações adotadas por esta pesquisa, foram as empregadas por Bittencourt e Amadio (2007): enchente, cheia, vazante e seca. Assim sendo, foram feitas coletas nos períodos: enchente (subida das águas), cheia (período de cotas e vazões máximas), vazante (descida das águas) e seca (período de cotas e vazões mínimas), totalizando 128 coletas de amostras de água e análises em quatro viagens realizadas em embarcações tipo lancha ao longo do ano de 2022.

◆ **Análise físico-química *in loco***

As análises *in loco* foram realizadas de acordo com as orientações estabelecidas pela *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1999) e pelo Guia Nacional de coleta e preservação de amostras (CETESB, 2011). Assim sendo, nesta pesquisa foram analisados sete parâmetros físico-químicos. Dos quais, seis deles analisados *in loco*: temperatura (°C); Turbidez (NTU); Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L); Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$); potencial hidrogeniônico (pH) e Oxigênio Dissolvido (mg/L).

Os parâmetros analisados *in loco* foram mensurados com auxílio de uma sonda Multiparâmetro modelo HI98194 HANNA e um Turbidímetro portátil Fast Tracker HI98703 HANNA (Quadro 1).

A sonda digital HI98194 HANNA (Quadro 1) é equipada com sensores de reconhecimento automático e calibração rápida, com capacidade de leitura para até 14 parâmetros, sendo sete deles medidos e sete calculados (Hanna, 2022a). No entanto, para esta pesquisa, foram selecionados apenas cinco mais relevantes dadas as características da área de estudo. O Turbidímetro HI98703 HANNA, por sua vez, é composto por um sistema ótico com lâmpadas equipadas de filamentos de tungstênio, calibráveis e de alta precisão capaz de mensurar a turbidez das amostras em uma faixa que varia de 0.00 a 1000 NTU através de microprocessadores que corrigem os valores por meio de um algoritmo (Hanna, 2022b).

Quadro 1: Equipamento empregado na análise físico-química in loco.

Parâmetro	Equipamento	Modelo
Temperatura Sólidos Totais Dissolvidos Condutividade Elétrica Potencial Hidrogeniônico Oxigênio Dissolvido		Sonda Multiparâmetro HI98194 HANNA
Turbidez		Turbidímetro portátil Fast Tracker HI98703 HANNA

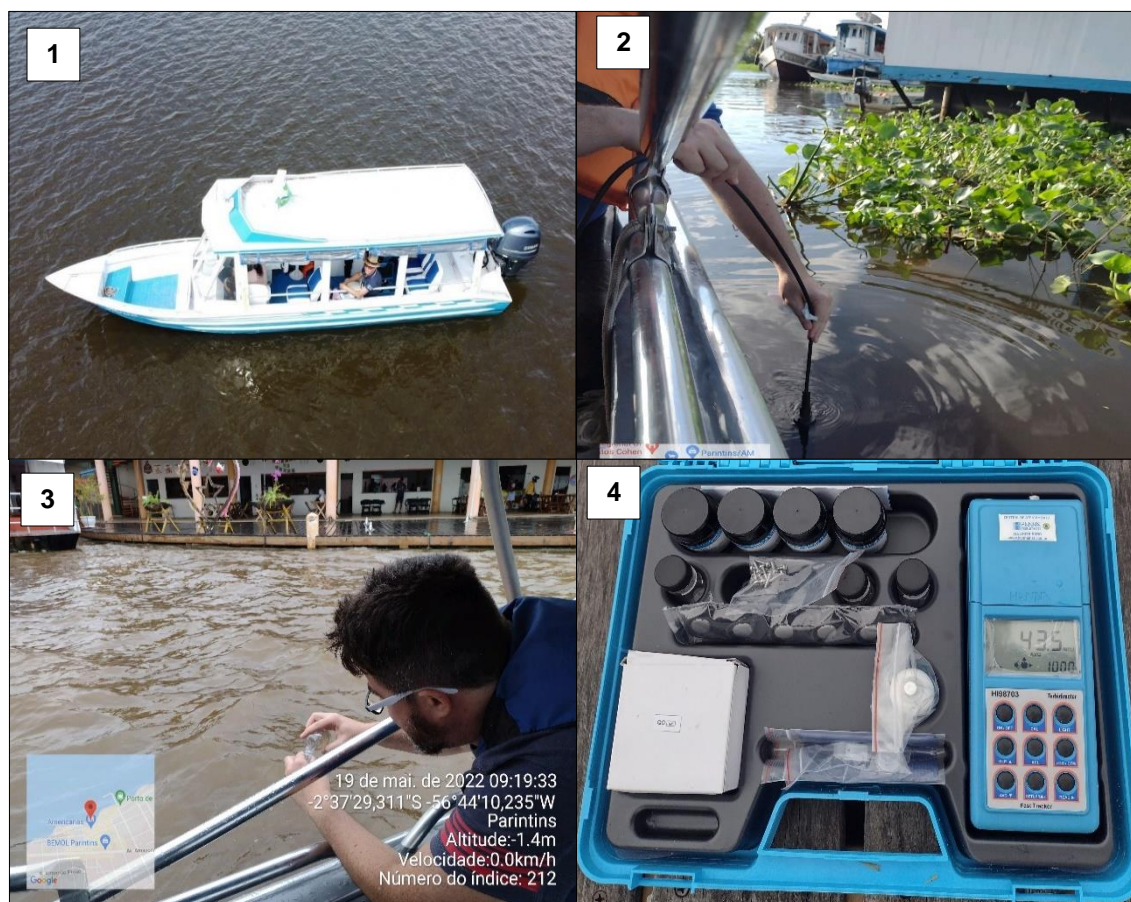
Fonte: HANNA (2022a) e HANNA (2022b).

Os procedimentos de análise *in loco* consistiram em executar as recomendações técnicas dos equipamentos levados à campo. Para a sonda Multiparâmetro digital, foi feita inserção dos sensores nas águas do rio Amazonas nos pontos selecionados e os valores dos parâmetros foram indicados na tela de medição do aparelho (Figura 5 e Quadro 1).

Para análise de turbidez (Figura 5), foram retiradas amostras dos pontos de análise com auxílio de um Becker esterilizado. A água retirada do corpo hídrico com o Becker, foi adicionado em uma cubeta que foi tampada, limpada para retirada de digitais ou gotas de água que possam ter se alojado na parte externa da cubeta e colocada no Turbidímetro para que a leitura pudesse ser efetuada e exibida no monitor do instrumento.

Entre as coletas nos diferentes pontos, os sensores da sonda, o Becker e as cubetas do Turbidímetro foram higienizados com água destilada. Os dados obtidos foram inseridos em uma planilha do Excel, tabulados e para cada parâmetro mensurado, fora calculada a média aritmética.

Figura 5: 1. embarcação utilizada para chegar aos pontos de análise; 2. Análise com sonda Multiparâmetro; 3. coleta da água para análise de turbidez; 4. Turbidímetro.



Fonte: 1 Davy Rabelo (2022); 2, 3 e 4 Pedreno (2022).

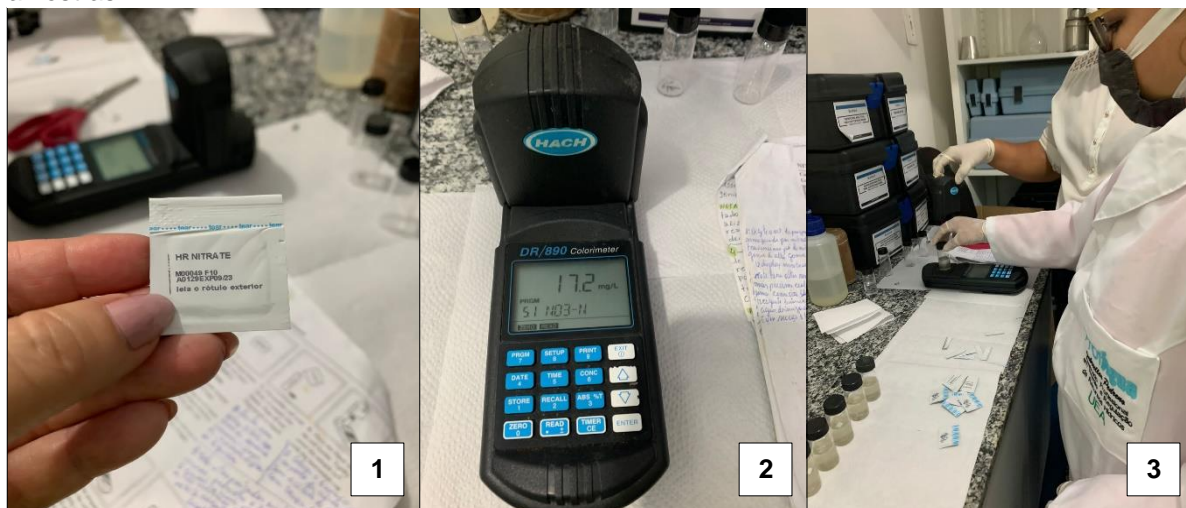
◆ Análise química laboratorial – Nitrato

Foram coletadas amostras de água do rio Amazonas segundo as instruções contidas NBR 9898 que estabelece parâmetros para “Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores” (ABNT, 1987). As amostras coletadas foram depositadas em recipientes de poli tereftalato de etila (PET) de 1 L, os quais foram higienizados com água destilada e transportadas ao laboratório do Sistema Autônomo de Água e Esgoto – SAAE – Parintins acondicionadas em caixas térmicas de isopor.

De cada amostra coletada, foi retirada 10 mL para ser empregada na análise físico-química laboratorial. As oito amostras coletadas nos quatro pontos de análises, foram acondicionadas em recipientes de vidro onde fora adicionado o reagente Nitrater, da marca Hax, cujo ficou em contato com a amostra por 5 minutos. Em

seguida as amostras foram colocadas no aparelho Colorímetro, modelo DR/890, onde foi feita a leitura da quantidade de nitrato presente na amostra em mg/L. (Figura 6).

Figura 6: 1. reagente utilizado para análise de nitrato; 2. Colorímetro DR/890; 3. análise das amostras.



Fonte: Pedreno (2022).

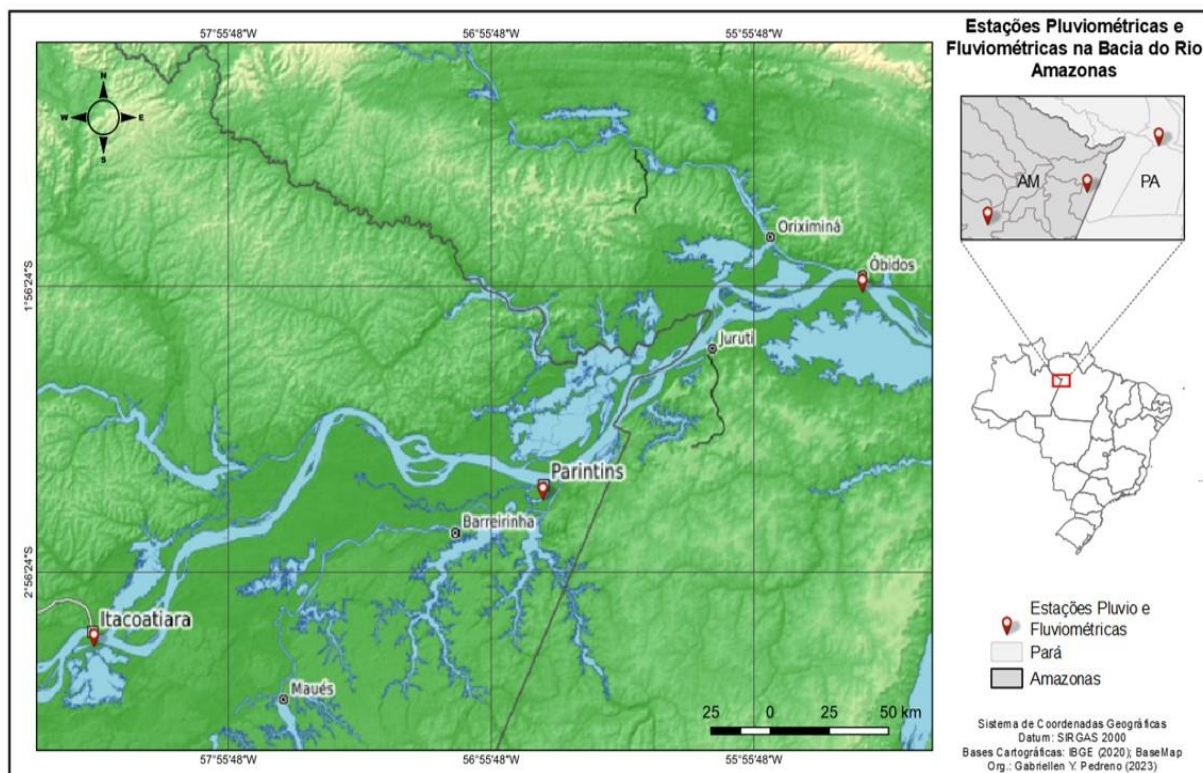
O componente analisado foi o Nitrato e sua escolha foi feita em decorrência dos altos índices dessa substância detectada nas águas subterrâneas que alimentam o sistema de abastecimento público da cidade de Parintins-AM (Galúcio, 2012; Teixeira, 2019; Marmos; Aguiar, 2022), a fim de encontrar relações quantitativas e/ou sazonais de presença e ausência dessa substância entre os mananciais superficiais e subterrâneos.

◆ **Levantamento de dados secundários para caracterização hidrológica e pluviométrica do rio Amazonas nas cidades de Itacoatiara, Parintins e Óbidos**

Para a caracterização do regime hidrológico e pluviométrico na área de estudo selecionada, foram empregados dados de cota do nível da água (m), vazão (m^3/s) e precipitação (mm) do rio Amazonas obtidos de estações fluviométricas e pluviométricas instaladas nas cidades de Parintins-AM, Itacoatiara-AM e Óbidos-PA (Figura 7).

O objetivo da caracterização hidrológica e pluviométrica foi dar subsídio à escolha das datas para análise da qualidade água do rio Amazonas, de acordo com os processos hidrodinâmicos observados ao longo do ano hidrológico.

Figura 7: Estações pluviométricas e fluviométricas para caracterização da dinâmica fluvial e pluviométrica do rio Amazonas.



Fonte: IBGE (2022).

A escolha de agregar dados pluviométricos e fluviométricos das cidades de Itacoatiara-AM e Óbidos-PA à análise da área de estudo, se deu pela ausência de uma série histórica consistente de dados de vazão na estação fluviométrica da cidade de Parintins, e pela sua localização, a montante e jusante da área de estudo, respectivamente.

◆ Caracterização hidrológica do rio Amazonas

Para caracterização do regime hidrológico do rio Amazonas na região da cidade de Parintins-AM, foram empregados dados de cota (m) e vazão (m^3/s) disponíveis na plataforma online Hidroweb, mantida pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), empregando também dados hidrológicos das estações das cidades de Itacoatiara-AM e Óbidos-PA (Quadro 2).

Os dados das três estações foram extraídos da plataforma Hidroweb em formato .mdb (Arquivo de banco de dados do Microsoft Access) e inseridos no software Hidro 1.4 onde foram filtrados de acordo com os níveis de consistência indicados pelo software.

Quadro 2: Informações adicionais das estações fluviométricas utilizadas nesta pesquisa.

Cidade	Código da estação	Dados disponibilizados	Período da série histórica disponibilizado	Tipo de gráfico	Localização
Itacoatiara	16030000	Cota (m)	1927-2021	Cotagrama	Lat. -3,15 Long. -58,41
		Vazão (m³/s)	2008-2021	Hidrograma	
Parintins	16350002	Cota (m)	1967-2021	Cotagrama	Lat. -2,63 Long. -56,75
Óbidos	17050001	Cota (m)	1968-2022	Cotagrama	Lat. -1,90 Long. -55,52
		Vazão (m³/s)	1968-2022	Hidrograma	

Fonte: ANA (2022). Org. Pedreno (2023).

Os dados filtrados foram exportados para o software Excel onde ocorreu a elaboração das ferramentas gráficas que viabilizaram a análise da sazonalidade do rio Amazonas nas estações analisadas a partir da obtenção das médias mensais da série histórica, com a equação (Equação 1):

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

Onde:

\bar{x} = Média dos valores;

n = número de valores;

x_i = valor individual;

As vazões e cotas médias mensais, representam o valor de cada mês dos anos analisados, onde nos gráficos (cotagrama e hidrograma) foram atribuídos ao eixo das abscissas os meses do ano e no eixo das ordenadas, as médias mensais de cota e vazão. Nos gráficos confeccionados também foram indicados os períodos de picos da cheia, picos da vazante e as médias de cota e vazão da série histórica disponíveis na plataforma.

◆ Caracterização pluviométrica

Para caracterização da variabilidade sazonal das chuvas nas 3 estações pluviométricas escolhidas (Itacoatiara-AM, Parintins-AM e Óbidos-PA) foi construído um gráfico de chuva médias mensais da série histórica: o pluviograma. A chuva média

mensal das séries históricas das estações estudadas, foram determinadas utilizando a média aritmética (Equação 1) as quais foram empregadas na construção de um pluviograma, uma ferramenta gráfica que mostra a intensidade de precipitação em um determinado período (Collischonn; Dorneles, 2015).

Os dados de precipitação (mm) utilizados na elaboração do pluviograma foram obtidos no Banco de Dados Meteorológicos (Quadro 3) do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) em formato CSV., inseridos no software Excel, onde foram filtrados e organizados. No pluviograma, ao eixo das abscissas foram atribuídos os meses, enquanto ao eixo das ordenadas foi atribuída a média de precipitação (mm).

Quadro3: Informações adicionais das estações pluviométricas utilizadas nesta pesquisa.

Cidade	Código da estação	Período da série histórica disponibilizado	Situação	Localização
Itacoatiara	82336	1980-2022	Operante	Lat. -3,13 Long. -58,44
Parintins	82240	1980-2016	Desativada	Lat. -2,63 Long. -56,73
Óbidos	82178	1980-2021	Fechada	Lat. -1,90 Long. -55,52

Fonte: INMET (2022). Org. Pedreno (2023).

Assim como nos gráficos de cota e vazão, nos pluviograma com as séries históricas de precipitação, para cada estação analisada foi indicado o pico do período mais chuvoso e o pico do período mais seco, média de precipitação da série histórica e desvio de precipitação (Equação 2) das médias mensais (Silva *et al.*, 2008):

$$\text{Desvio} = \text{Precipitação mensal observada} - \text{Precipitação média mensal} \quad (2)$$

Precipitação observada = valor da chuva do mês da observação

Precipitação média mensal = precipitação obtido durante o período de estudo

DINÂMICA FLUVIAL

O regime hidrológico do rio Amazonas entre as cidades de Itacoatiara, Parintins e Óbidos foi determinado a partir da análise dos dados de cota (cm) e vazão (m^3/s) obtidos das estações fluviométricas instaladas nas referidas cidades. O quadro 4 apresenta a descrição dos dados que foram utilizados para elaboração dos cotogramas e hidrogramas empregados na determinação da dinâmica fluvial.

Quadro 4: Dados utilizados para análise da dinâmica fluvial do rio Amazonas.

Estação	Unidade de medida	Dados disponibilizados	Total de anos analisados	Tipo de gráfico
16030000 Itacoatiara	cm	1927-2021	33	Cotagrama
	m^3/s	2008-2021	10	Hidrograma
16350002 Parintins	cm	1967-2021	46	Cotagrama
17050001 Óbidos	cm	1968-2022	51	Cotagrama
	m^3/s	1968-2022	51	Hidrograma

Fonte: ANA (2022). Org. Pedreno, (2022).

Das séries históricas analisadas nesta pesquisa, apenas a da estação de Itacoatiara que mensura a vazão, não apresenta uma série histórica com mais de 20 anos. Verifica-se, no entanto, pelos gráficos observados nos tópicos subsequentes, que a série histórica corrobora com outros resultados observados ao longo das outras estações fluviométricas analisadas.

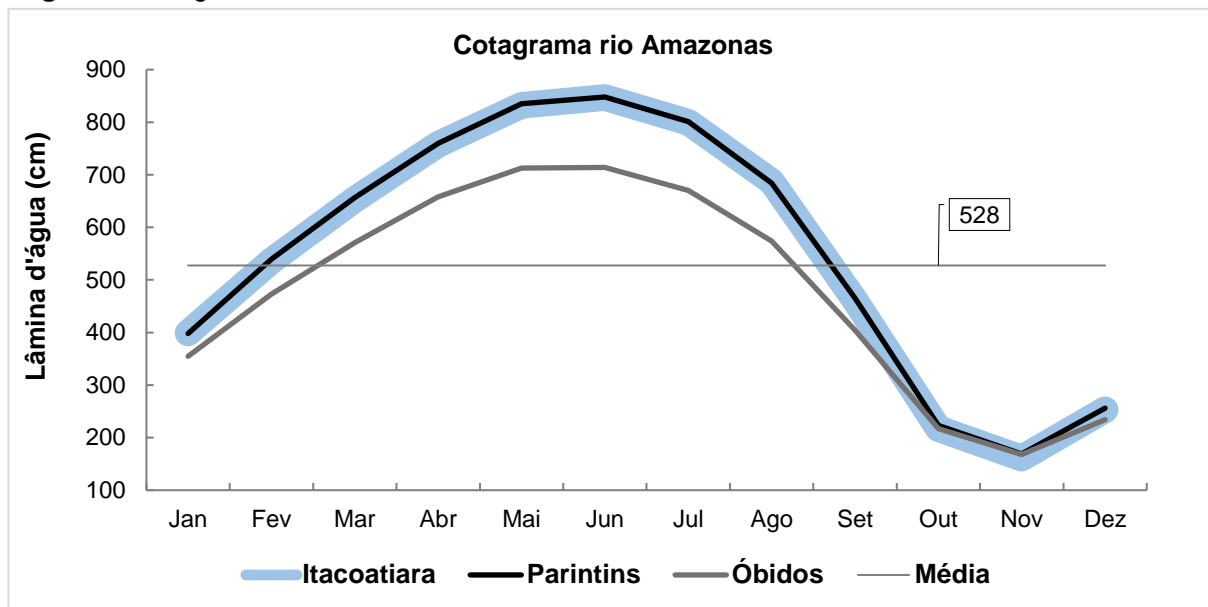
◆ **Cotagrama e Hidrograma (Itacoatiara, Parintins e Óbidos) – Regime Hidrológico**

A análise dos dados das séries históricas de cota e vazão obtidos através das estações fluviométricas de Itacoatiara, Parintins e Óbidos (Figura 8 e Figura 9) indica que a cheia nos trechos do rio Amazonas, acontecem nos meses de maio, junho e julho. Período seco, por sua vez, se estende entre os meses de outubro, novembro e dezembro.

As cotas observadas nestes períodos corroboram com a proposta apresentada por Bittencourt e Amadio (2007). Embora a cidade de Parintins se encontre mais de 200 km distante da cidade de Manaus, a variação do pulso de inundação acompanha o período proposto por Bittencourt e Amadio (2007). Acidade

de Óbidos-PA, por sua vez, apresenta variação maior em relação à amplitude das cotas, divergindo da variação das vazões (Figura 8).

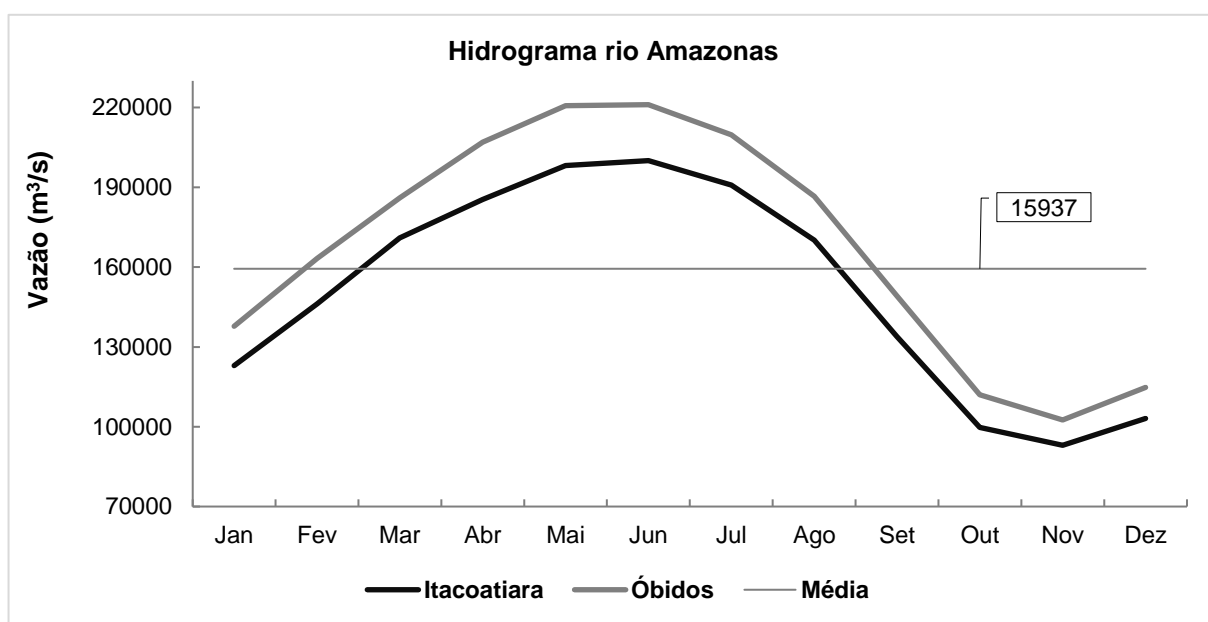
Figura 8: Cotagrama rio Amazonas - Itacoatiara-AM, Parintins-AM e Óbidos-PA.



Fonte: ANA (2022); Org. Pedreno (2023).

Em relação aos dados de vazão, é possível relacionar entre as duas figuras, que a amplitude da análise de cotas da estação de Itacoatiara é superior à de Óbidos, todavia, as vazões observadas na estação de Óbidos, apresentam valores superiores durante os períodos analisados.

Figura 9: Cotagrama rio Amazonas - Itacoatiara-AM, Parintins-AM e Óbidos-PA.



Fonte: ANA (2022); Org. Pedreno (2023).

Vale ressaltar, que a estação fluviométrica de Parintins, apresenta apenas dados de série histórica do nível d'água, e apenas alguns dados pontuais de vazão (Tabela 1). Observa-se na estação fluviométrica de Parintins, tal qual a estação de Itacoatiara e Óbidos, que os dados de vazão aumentam em função da elevação ou diminuição da lâmina d'água.

Tabela 1: Dados de vazão rio Amazonas - Estação Fluviométrica Parintins 16350002.

Data	Vazão (m³/s)	Cota (cm)	Período
09/03/2020	186235	612	Enchente
21/09/2019	161000	493	Vazante
02/12/2018	108000	130	Seca
20/05/2014	250106	919	Cheia
Média	176335	538	-

Fonte: ANA (2022). Org. PEDRENO (2023).

◆ **Dinâmica fluvial do rio Amazonas (Itacoatiara, Parintins e Óbidos) e a gestão dos recursos hídricos**

As estações fluviométricas analisadas apresentam semelhanças quanto à análise dos períodos de enchente, cheia, vazante e seca bem como o período de duração do ano hidrológico, de acordo com o cotograma e hidrograma obtido a partir da tabulação dos dados disponíveis nas séries históricas (Quadro 5). As cheias e secas, são conhecidas como eventos hidrológicos críticos.

De acordo com os dados analisados, o ano hidrológico do rio Amazonas, podem começar em novembro ou dezembro e se encerrar em outubro (estação de Itacoatiara), ou novembro, de acordo com as definições dadas por Collischonn e Dorneles (2015). Com efeito, para esta pesquisa, serão considerados os seguintes períodos, como indicado pelo Quadro 5:

Quadro 5: Dinâmica fluvial do rio Amazonas (Itacoatiara, Parintins e Óbidos).

Período	Ano hidrológico	Enchente	Cheia	Vazante	Seca
	Dez – nov.	Dez. – abr.	Maio – jun.	Jul. – ago.	Out – nov.

Fonte: ANA (2022). Org. Pedreno (2023).

Vale ressaltar, no entanto, que o regime hidrológico não é uniforme ao longo de toda bacia hidrográfica do Amazonas. De acordo Filizola *et al.*, (2006), as cheias na bacia Amazônica, são registradas entre junho e junho, enquanto as secas, entre

setembro e outubro, mas é importante considerar que as cheias podem ser observadas entre em diferentes períodos nos afluentes, antes do rio principal, e o mesmo fenômeno pode acontecer na vazante.

Tendo em vista os fatos apresentados, da análise das séries históricas de cota e vazão, o regime hidrológico nas estações analisadas, verifica-se o regime equatorial alterado, com hidrogramas e cotogramas monomodais, com um pico de cheia e um pico de vazante ao longo do ano hidrológico, onde os picos de vazão são influenciados pelo barramento hidráulico do rio Amazonas, aos seus tributários (Molinier, *et al.*, 1996; Filizola *et al.*, 2002; Filizola *et al.*, 2006).

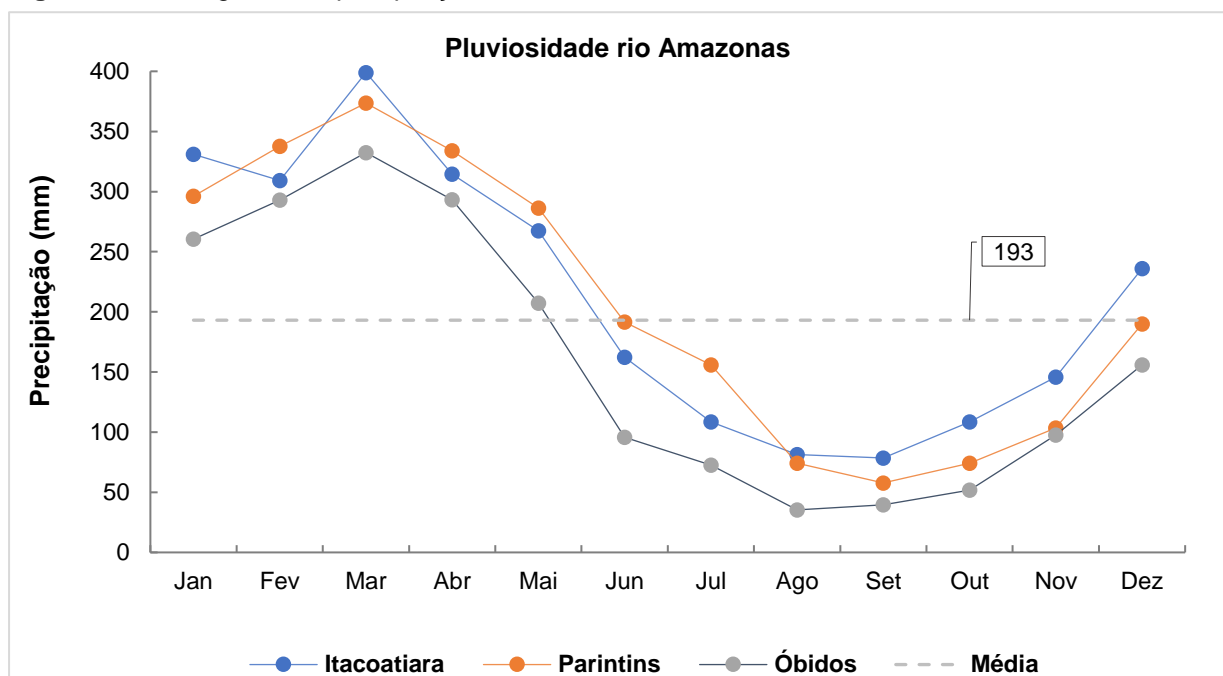
Quanto à segurança hídrica, vale destacar que é um conceito em construção a partir de organizações internacionais com interesse na gestão dos recursos hídricos, para subsidiar a compreensão, discussão e adequação ao contexto das bacias hidrográficas brasileiras, nas dimensões estabelecidas no Plano Nacional de Segurança Hídrica – PNSH (Melo; Johnsson, 2017; Brasil, 2019). Assim sendo, os efeitos socioambientais relacionados às cheias, são associados ao alagamento de áreas urbanas, agrícolas, aumento de doenças com veiculação hídrica, causando calamidade pública, enquanto as secas, no âmbito socioambiental, os principais prejuízos estão associados à geração de energia hidroelétrica, transporte fluvial de pessoas e mercadorias, doenças de veiculação hídrica com maior percentual que na cheia (Filizola *et al.*, 2006).

No âmbito urbano, a questão com os recursos hídricos, estão relacionadas ao saneamento e infraestrutura para distribuição água no ambiente, quanto à falta de tratamento de esgoto, onde o efluentes podem vir a contaminar canais fluviais urbanos; ocupação inadequada do leito de inundação ribeirinho que pode vir a sofrer inundações sazonais; impermeabilização dos canais fluviais urbanos, resultando no aumento de vazão nas cheias, diminuição da disponibilidade hídrica para abastecimento humano e eutrofização dos corpos hídricos (Tucci, 2008).

CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

Foi analisado um período de 40 anos de séries históricas das estações pluviométrica localizadas ao longo do rio Amazonas, nos municípios de Itacoatiara-AM, Parintins-AM e Óbidos-AM. A média mensal de precipitação do período analisado é de 193 mm/mês e são observados dois períodos bem distintos: um período úmido com chuvas à cima da média e outro seco, com chuvas à baixo da média (Figura 10). Por outro lado, a precipitação média anual da série histórica analisada, é de 2.317 mm/ano.

Figura 10: Pluviograma de precipitação nas cidades de Itacoatiara, Parintins e Óbidos.



Fonte 1: INMET (2022). Org. Pedreno (2023).

O pluviograma de precipitação (Figura 10) apresenta curva de frequência com um pico e um vale em cada um dos períodos bem definidos (um seco e outro úmido), cujo ano hidrológico começa a partir do mês de outubro, se encerra em setembro, acompanhando a variação do desvio de precipitação onde foram identificados nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril e maio valores positivos (acima da média) indicando períodos mais úmidos, bem como, entre junho, julho, agosto, setembro, outubro novembro, valores negativos (abaixo da média) referentes a períodos secos.

As estações pluviométricas de Itacoatiara, Parintins e Óbidos apresentaram diferentes valores máximos, mínimos, médios, medianas das médias mensais da série histórica e do total de precipitação anual (Tabela 2).

Tabela 2: Dados mensais de precipitação das estações pluviométricas de Itacoatiara-AM, Parintins-AM e Óbidos-PA.

Estação Pluviométrica	Máximo (mm)	Mínimo (mm)	Média (mm)	Mediana (mm)	Total anual (mm)
Itacoatiara – AM	399	79	212	199	2542
Parintins – AM	374	58	206	191	2475
Óbidos – PA	332	35	161	127	1934

Fonte 1: INMET (2022). Org. Pedreno (2023).

No que se refere às dimensões de segurança hídrica, conhecer os valores de precipitação está relacionado ao quantitativo de águas naturais que podem ser estocadas tanto de forma natural, quanto artificial e empregadas nos mais diversos usos múltiplos de acordo com as demandas dos usuários, em eventos climáticos extremos (Brasil, 2019). A dimensão da resiliência da segurança hídrica pode ser descrita como o processo no qual a água evapora da superfície terrestre, flui pela atmosfera na forma de vapor até condensar e precipitar novamente à superfície, através de um mecanismo invisível capaz de se adaptar, persistir e transformar os padrões da ciclagem da umidade em todo o planeta, influenciando assim, o fluxo dos usos consuntivos e não consuntivos dos recursos hídricos (Keys *et al.*, 2019).

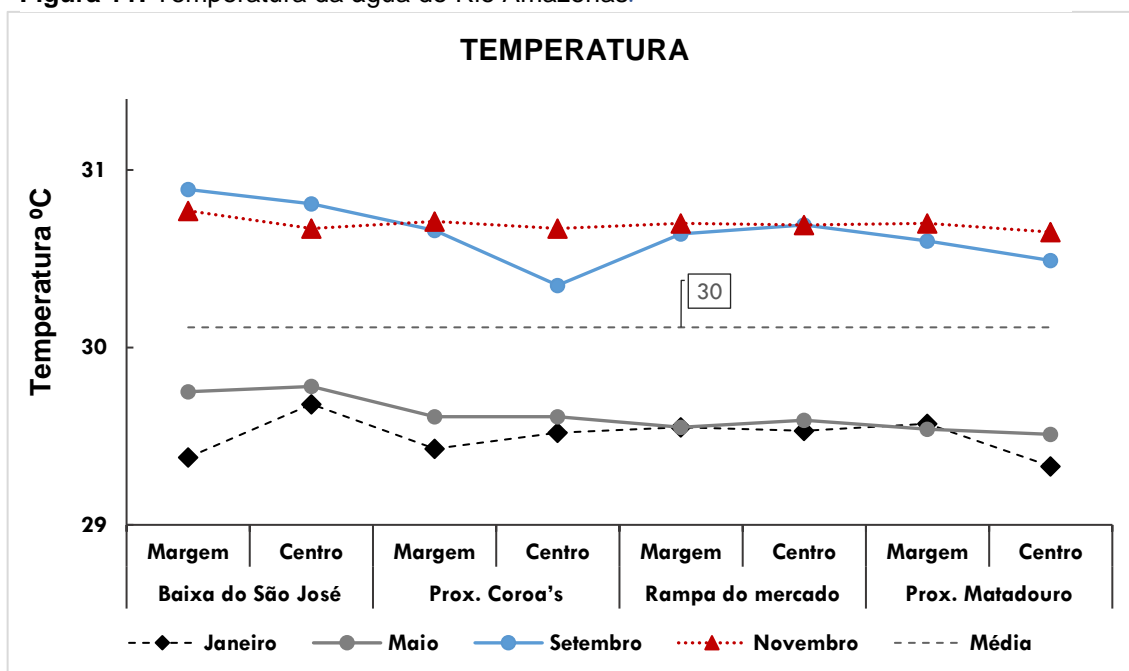
Nas três estações analisadas, os maiores valores de precipitação foram observados no mês de março. Enquanto os períodos mais secos ocorrem entre os meses de agosto e setembro para as três estações. No aspecto da segurança hídrica, a distribuição pluviométrica dos três municípios pode viabilizar a construção de um plano para enfrentamento à eventos de precipitação extremas ou grandes períodos de estiagem. O regime pluviométrico, pode ainda ser associado à outras demandas hidrológicas, tais como a erosão das margens laterais dos canais fluviais, e influência da qualidade físico-química da água em função da variação da quantidade de precipitação.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA

◆ Temperatura da água do rio Amazonas

A análise de temperatura da água do rio Amazonas na cidade de Parintins, evidenciou uma média de 30 °C ao longo do período de coleta das amostras de água. A temperatura analisada nos pontos, variou até 2 °C entre as menores e maiores temperaturas registradas (Figura 11).

Figura 11: Temperatura da água do Rio Amazonas.



Fonte: Pedreno (2023).

Em janeiro e maio, primeiro semestre do ano civil, a média da temperatura foi 29 °C, 1 °C abaixo da média geral de temperatura, o regime hidrológico está nos períodos de enchente e cheia, com precipitação acima da média. Por outro lado, entre os meses de setembro a novembro, as temperaturas encontradas ficaram em torno de 31 °C e acima da média de 30 °C, no período de vazante seca do rio Amazonas, onde as precipitações estavam abaixo da média.

A temperatura dos corpos hídricos varia em função da intensidade luminosa que se irradia sobre a sua superfície, bem como a partir das reações químicas ou biológicas (Silva *et al.*, 2008), a temperatura da água é essencial para manter o equilíbrio da temperatura ambiente dentro dos limites aceitáveis para manutenção da vida, uma vez que o calor específico da substância por ser elevado, absorve calor

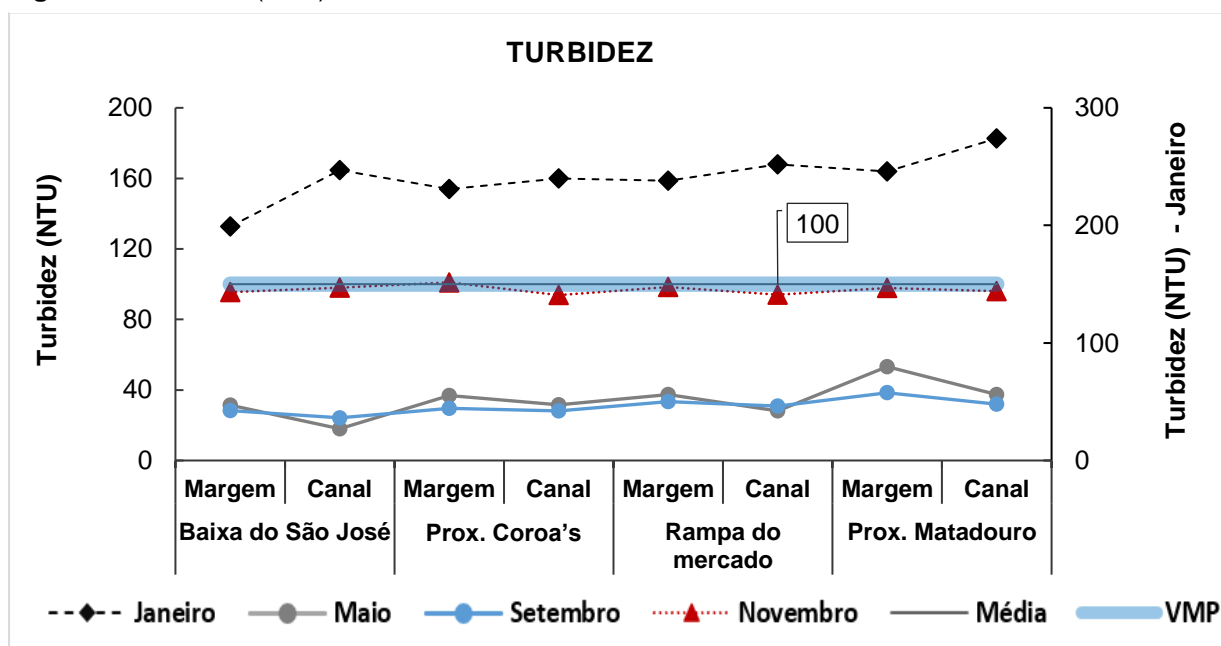
quando as ligações de hidrogênio se rompem ao passo que libera calor quando as ligações de hidrogênio se formam (Reece *et al.*, 2015).

As temperaturas altas da água do rio Amazonas na cidade de Parintins detectadas, nas análises, são inerentes às características dos rios de águas brancas, uma vez que o transporte de sedimentos de origens metálicas as quais tornam relativamente altas os valores de condutividade elétricas também contribuem para a elevação das temperaturas das águas naturais (Furch; Junk, 1997).

◆ **‘Turbidez, Sólidos Totais Dissolvidos e Condutividade Elétrica**

A turbidez do rio Amazonas, nos quatro pontos analisados em quatro períodos diferentes, apresentou padrão de variação dos valores detectados, em função da alteração do período hidrológico (Figura 12). Os maiores valores de turbidez foram detectados no mês de janeiro, alcançando até 200 NTU, o dobro do Valor Máximo Permitido (VMP) disposto na Resolução CONAMA 357/05 (Brasil, 2005). No mês de novembro, é percebido uma tendência ascendente uniforme dos valores de turbidez, chegando próximo dos VMP pela CONAMA 357/05 (Brasil, 2005), enquanto, nos meses de maio e setembro, os valores se encontram em torno de 40 NTU.

Figura 12: Turbidez (NTU) rio Amazonas em Parintins.



Fonte: BRASIL (2005) e PEDRENO (2023).

Os valores de turbidez encontrados nesta pesquisa, especialmente os referentes ao mês de janeiro e o valor obtido próximo à margem do matadouro municipal no mês de maio, são superiores aos Valores Máximos Permitidos (VMP) instituídos pela resolução CONAMA 357/05 (Brasil, 2005) para os corpos hídricos de água doce Classe II, o que inviabilizaria o uso das águas do rio Amazonas em Parintins, segundo este parâmetro. De forma semelhante aos padrões observados por esta pesquisa, Silva e colaboradores (2008) concluíram que o período de maior precipitação, favorece a diminuição da turbidez em localidades ao longo de tributários do rio Purus, pois os valores de turbidez encontrados nos pontos analisados neste trabalho corroboram com os resultados apresentados pelo autor citado.

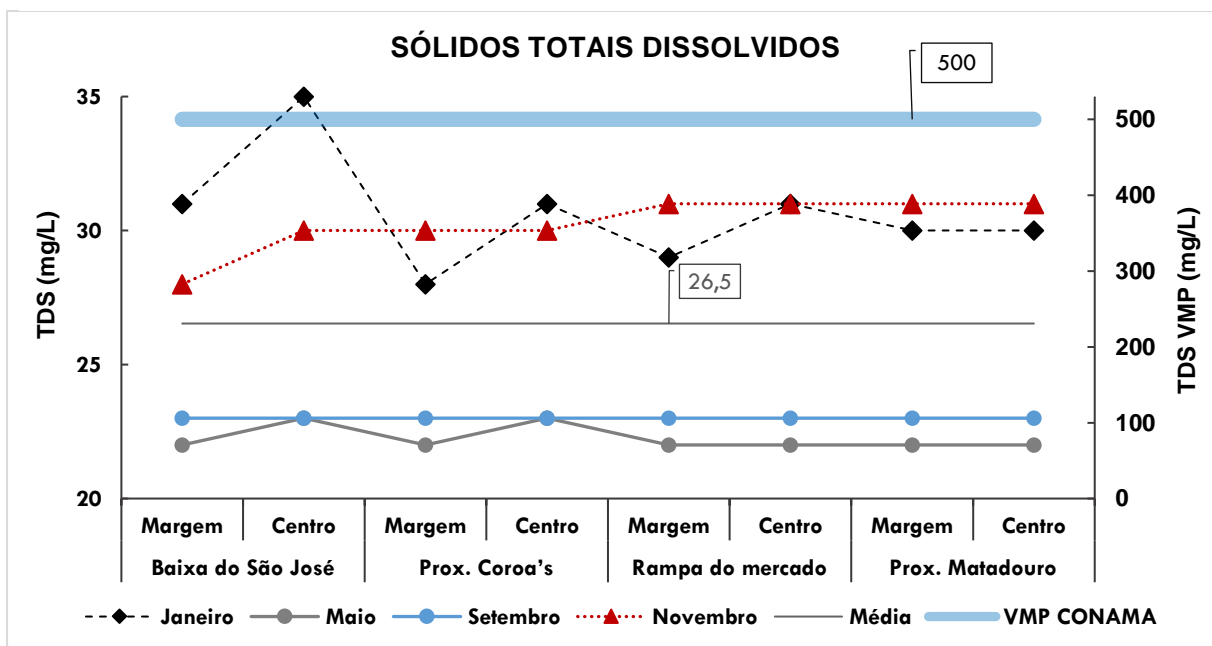
Comportamento semelhante é observado quando os dados de turbidez são comparados aos dados pluviométricos, pois no mês de maio a precipitação apresenta valores acima da média, mas não concentra as máximas da série histórica, diferindo do mês de setembro, onde as mínimas de precipitação são identificadas para este período (turbidez abaixo da média).

Por outro lado, o mês de novembro apesar de apresentar valores abaixo da média de precipitação e estar associado ao período de aumento progressivo das chuvas, assim como no mês de janeiro, onde os valores de precipitação se encontram acima da média, não atinge os picos da série histórica, mas são observados valores de turbidez superiores aos demais períodos analisados.

É importante destacar, que o mesmo padrão de valores observados no parâmetro turbidez (acima ou próximos da média nos meses de novembro e janeiro; abaixo da média em maio e setembro) é verificado nos demais parâmetros físicos analisados (sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica), exceto, temperatura, a qual pode ter sua variação diretamente associada à variação da precipitação, acompanhando os períodos de ascensão e decréscimo das médias de chuva.

No que se refere à quantidade de Sólidos Totais Dissolvidos (TDS – mg/L), tal qual a turbidez, existem dois períodos bem definidos, onde os valores de TDS se encontram acima da média nos meses de novembro e janeiro (vazante e enchente), bem como maio e setembro (cheia e descida das águas), abaixo da média dos valores obtidos por esta pesquisa (Figura 13).

Figura 13: Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L) rio Amazonas em Parintins.



Fonte: Brasil (2005) e Pedreno (2023).

Estes resultados corroboram com as conclusões de Silva *et al.* (2008) e Queiroz *et al.* (2009) que deferiram que o aumento dos sólidos em suspensão nos corpos hídricos, está relacionado ao período sazonal com maior índice pluviométrico em trechos do rio Purus, afluente do curso do rio Amazonas. Fernandes *et al.* (2019) por outro lado, afirmam que as concentrações de TDS podem ser relacionadas inversamente à vazão, promovendo a diluição fluvial de acordo com a aumento da vazão.

Em relação aos Valores Máximos Permitidos (VMP) de TSD para os rios de Classe II estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05 (Brasil, 2005) depende-se que o parâmetro está dentro dos limites determinados pela tratativa (500 mg/L). Ainda que os valores obtidos nas análises estejam dentro dos padrões estabelecidos pelos órgãos competentes de gestão e regulação dos recursos hídricos. Pela Figura 13 é possível observar que no centro do canal fluvial, mês de janeiro, no Bairro da Baixa do São José, destaca-se o valor de 35 mg/L. Valor superior aos demais, encontrados nos outros pontos analisados ao longo da área de estudo. Fator que pode ser justificado pela influência antrópica do local, dado o alto fluxo de embarcações, deposição de efluentes domésticos e resíduos sólidos provenientes das residências no entorno do ponto. Da mesma forma, são observadas variações semelhantes nos

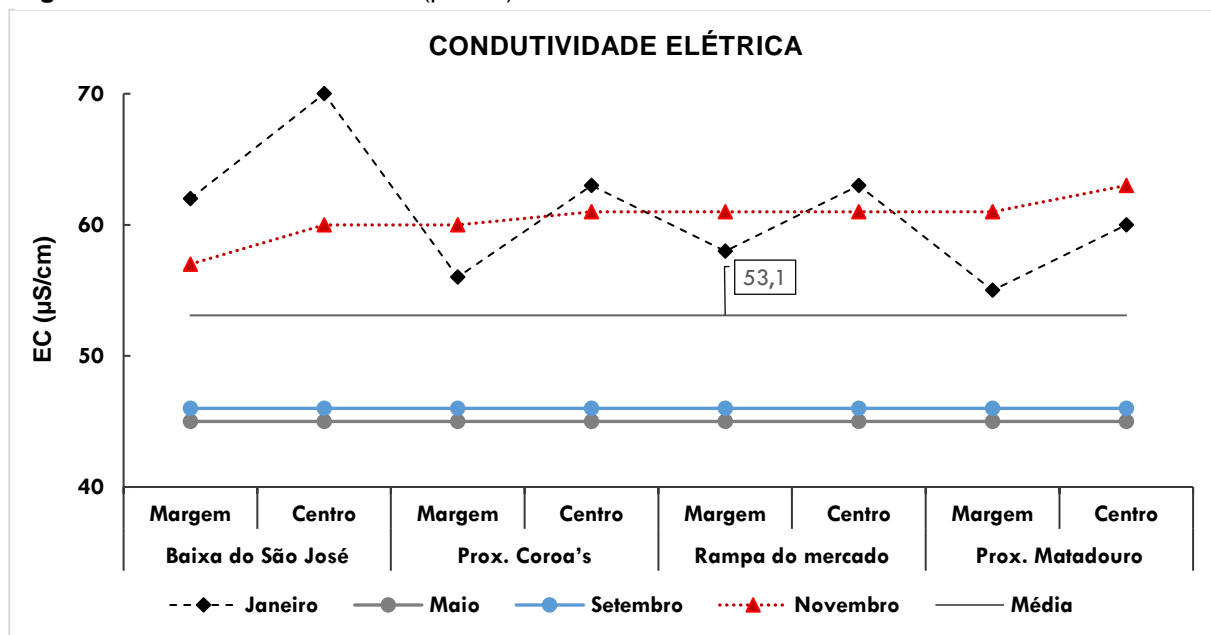
demais parâmetros físicos analisados, porém, sem necessariamente seguir um modelo estável de montante à jusante do trecho de curso avaliado.

Neste sentido, em virtude da cidade de Parintins-AM não possuir um sistema de tratamento de esgoto em conformidade com as normas para lançamento de efluentes em corpos hídricos estabelecidos pela Resolução CONAMA 430/11 (Brasil, 2011), a hipótese preliminar à análise da constituição física do rio Amazonas, que na margem do canal fluvial se encontrariam os maiores valores de TDS.

Junk *et al.* (2011) afirmam que as concentrações de sólidos totais dissolvidos nos rios de água branca, são relativamente altas e estes são compostos principalmente por metais alcalinos-terrosos e carbonatos, os quais influenciam diretamente nas características de pH e condutividade elétrica dos corpos hídricos com essas características.

Como foi observado nas análises de turbidez e Sólidos Totais Dissolvidos, no que se refere aos valores de Condutividade Elétrica (EC) nos meses de janeiro e novembro são detectados os valores acima da média, bem como, nos meses de maio e setembro, os valores observados estão abaixo da média (Figura 14).

Figura 14: Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) rio Amazonas em Parintins.



Fonte: Pedreno (2023).

Tal qual os parâmetros apresentados anteriormente, a EC se encontra dentro dos valores encontrados nos rios de água branca da Amazônia, os quais podem variar

de 40 até 100 ou 140 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Sioli, 1956; Ríos-Villaminzar *et al.*, 2014). Entre os fatores que influenciam a quantificação da EC nos corpos hídricos, está relacionada à concentração de eletrólitos (Junk *et al.*, 2011; Ríos-Villaminzar *et al.*, 2014).

Santos e Ribeiro (1988) no final dos anos 80, identificaram o valor de 48,65 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em análises de amostras de águas coletadas na frente da cidade de Parintins-AM, onde a média de cátions mensurada foi de 3,30 mg/L e elemento cálcio apresentou predominância com 7,56 mg/L, com média de ânions 2,35 mg/L, cuja substância predominante é o sulfeto.

Neste sentido, a composição argilomineral das margens dos canais fluviais do rio Amazonas, associadas ao processo de erosão das margens laterais dos canais fluviais que formam a bacia amazônica, se assemelham ao conjunto argiloso característico dos rios Madeira e Solimões, composto 50% de esmectita, 30% uma mistura de illita com clorita e 20% de caulinita (Guyot *et al.*, 2007). A princípio, a EC é influenciada diretamente pela concentração e natureza de TDS, bem como da temperatura, pois a alteração da temperatura pode desencadear reações químicas entre TDS e sólidos suspensos, assim como pelos períodos com maiores índices de precipitação (Silva *et al.*, 2008).

Os valores obtidos por esta pesquisa, no entanto, indicam que o período de maior pluviosidade não influenciou diretamente na variação da condutividade elétrica nos pontos analisados, entretanto, o aumento do nível da água em relação às cotas máximas da série histórica, mas que não coincidem com os quantitativos máximos de precipitação, indicam que a variação de cota e vazão influenciam no aumento de EC.

Ao analisar isoladamente os valores de TDS e EC, o ponto Canal da Baixa do São José, destaca-se por apresentar as maiores mensurações dos parâmetros. Dentre os pontos analisados, é na margem do referido ponto que se encontram as maiores concentrações de despejos de esgoto doméstico, bem como fluxo de embarcações e ainda há registro do depósito indevido de resíduos sólidos residenciais na localidade (Figura 15). Os resultados encontrados nesta pesquisa para os referidos parâmetros, indicam que no ponto Canal da Baixa do São José, os efluentes despejados ficam concentrados, mas são diluídos ao longo do canal, por conta da vazão, todavia, os valores detectados indicam a necessidade de atenção para solução de problemáticas ambientais atuais, para evitar agravantes futuros.

Figura 15: Ponto de análise de água Baixa do São José nos meses de janeiro (1 e 2) e junho (3 e 4).

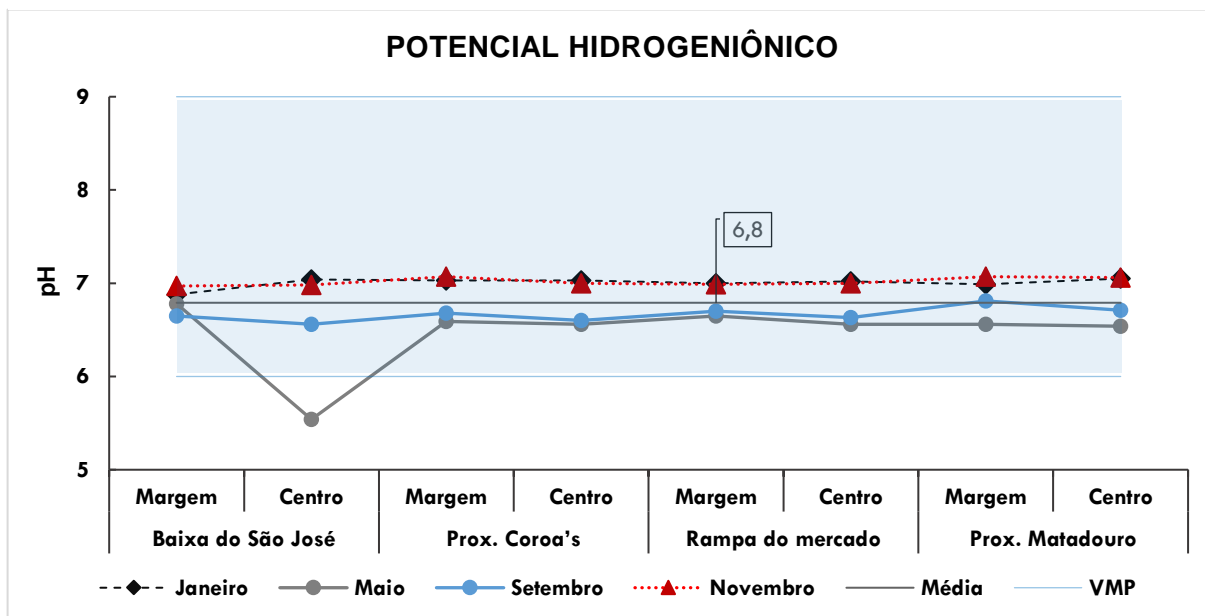


Fonte: 1 e 2 Pedreno (2022); 3 e 4 Davy Rabelo (2022)

◆ Potencial Hidrogeniônico (pH)

O quantitativo de pH identificado nos pontos analisados, com pouca variação também pode ser incluído no grupo de parâmetros analisados onde, nos meses de novembro e janeiro são detectados valores iguais ou superiores à média calculada, enquanto entre maio e setembro o pH das águas foi inferior à média (Figura 16).

Figura 16: Potencial Hidrogeniônico (pH) rio Amazonas em Parintins.



Fonte: Brasil (2005) e Pedreno (2023).

Vale destacar que os valores identificados nas análises realizadas, exceto a mensuração do mês de maio, no ponto do canal fluvial no Bairro São José, estava em desacordo com os Valores Máximos Permitidos estipulados pela CONANA 357/05 (Brasil, 2005) para os rios de água doce tipo II, onde são inclusos os corpos hídricos cujo enquadramento ainda não foi efetuado. De acordo com a CONAMA 357/05, o pH das águas doce tipo II deve estar entre 6 e 9. No entanto, para as águas naturais os rios de água branca da Amazônia, o pH seria quase neutro (Sioli, 1956; Ríos-Villaminzar *et al.*, 2014; Ríos-Villaminzar *et al.*, 2020).

Das amostras de água analisadas por esta pesquisa, tal qual os valores de CE e TDS, foram encontrados valores alterados no canal fluvial, no Bairro do São José, mas no caso do pH, a alteração foi detectada no mês de maio, em valores abaixo dos limites estabelecidos para este parâmetro (5,54 pH) indicando o processo de acidificação da água no trecho analisado. A diminuição do pH está associada ao comportamento ambiental da destinação final de substâncias suscetíveis à diferentes

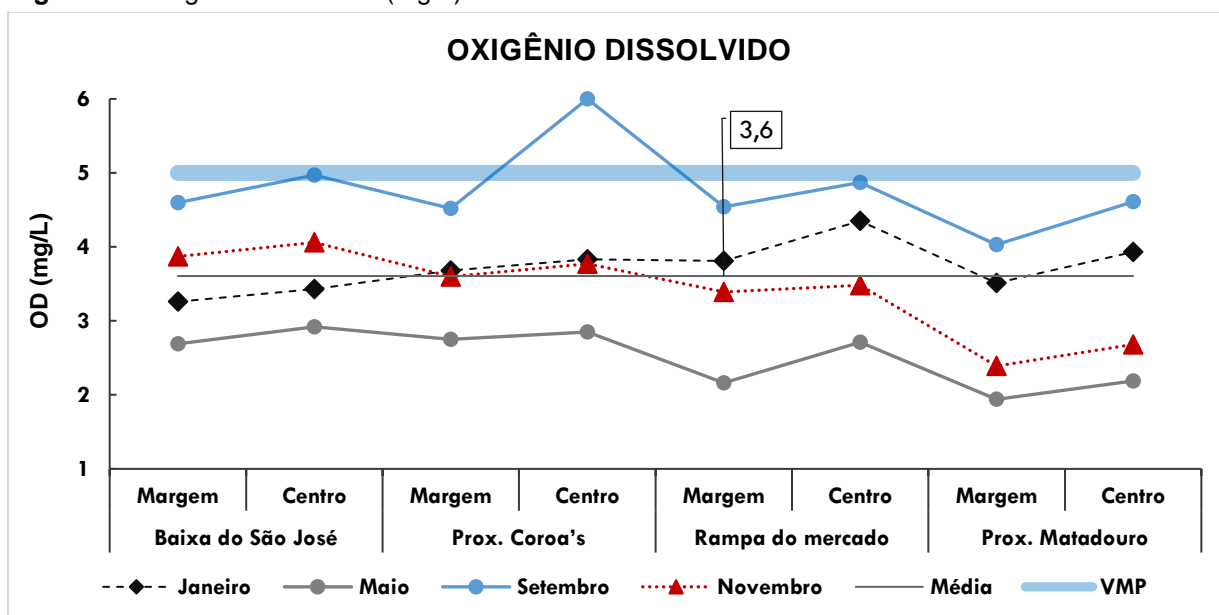
combinações que dependerão das condições ambientais e físico-químicas, mais especificamente a mobilização de poluentes nos sistemas aquáticos a partir do despejo de efluentes ácidos que causarão a dissolução dos carbonatos e hidróxidos presente no corpo hídrico (Rocha; Rosa; Cardoso, 2009).

Embora um ponto específico na Baixa do São José apresente indícios de desequilíbrio químico, os demais pontos analisados apresentam em consonância tanto com os valores de pH indicados na literatura para os rios de água branca, como em conformidade com os valores máximos e mínimos estabelecidos pela CONAMA 357/05 (Brasil, 2005) para os rios de água doce Classe II.

◆ Oxigênio Dissolvido (OD)

O parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD) nos pontos analisados, não apresentou padrão de variação semelhante ao observado nos demais parâmetros quanto a superação da média calculada dos valores obtidos pela sonda multiparâmetro (Figura 17).

Figura 17: Oxigênio Dissolvido (mg/L) rio Amazonas em Parintins.



Fonte: Brasil (2005) e Pedreno (2023).

Os valores de Oxigênio Dissolvido (OD) segundo a legislação vigente CONAMA 357/05 (Brasil, 2005) estabelece Valores Mínimos Permitidos (VMP) para a concentração da substância é de 5,00 mg/L. No entanto, o oxigênio Dissolvido na água dos rios que compõem a bacia amazônica (tanto os de água branca, como os

de água negra) apresentam valores abaixo dos VMP estabelecidos pela CONAMA 357/05 (Brasil, 2005), os quais são considerados naturais pois os organismos que vivem nos ambientes, são adaptados às condições de baixa oxigenação (Silva *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2016).

Santos e Ribeiro (1988) também relacionaram as variações de OD nas águas dos rios da bacia amazônica à variação de temperatura e que as concentrações de oxigênio atingem suas máximas em dois intervalos (janeiro a março, setembro a dezembro), enquanto as menores concentrações em apenas um (abril a agosto), onde as possíveis causas poderiam ser: a maior oxigenação ocorreria por influência dos períodos mais chuvosos; menor oxigenação devido o transbordamento das águas durante o período da cheia, quando as águas atingem os lagos das várzeas, ao retornar ao canal principal sofrem o processo de oxidação ao entrar em contato com substâncias húmicas (H₂S, CH₄, CO₂, entre outros).

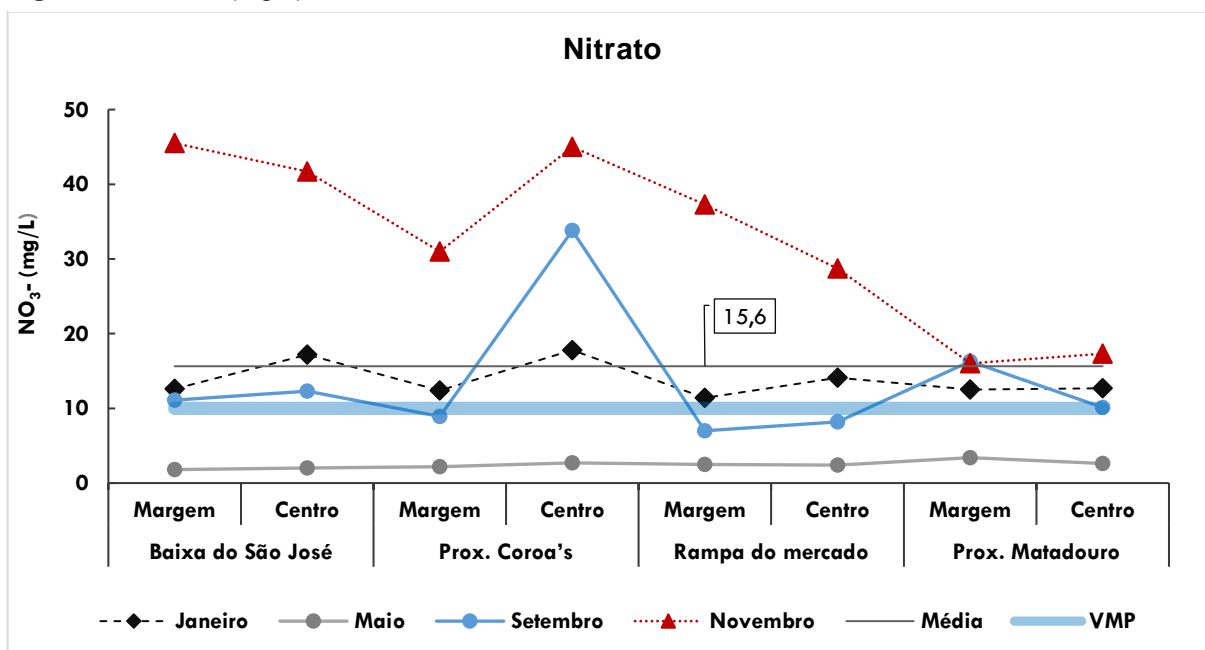
Dada a qualidade das águas naturais do rio Amazonas, não é possível afirmar que os trechos analisados na cidade de Parintins se encontram em processo de degradação extrema devido as baixas concentrações de OD. A baixa concentração de OD nas águas naturais dos rios da Amazônia em desacordo com os valores mínimos estipulados pela Resolução 357/05 (Brasil, 2005), em geral, não é atribuída ao despejo de esgoto nos corpos hídricos, por esse motivo se faz necessário o desenvolvimento de mecanismos para fiscalização constantes em relação ao lançamento de efluentes e investigação dos efeitos que as cargas orgânicas podem vir de fato a causar (Silva *et al.*, 2013).

◆ Nitrato (NO₃-)

Em relação às quantidades de NO₃- encontrados nos pontos analisados no rio Amazonas, em frente à cidade de Parintins, foi observado uma variação de mais de 40 mg/L ao longo do período analisado (Figura 18). A Resolução CONAMA 357/05 (Brasil, 2005) estabelece como Valor Máximo Permitido (VMP) para rios Classe II, até 10 mg/L de NO₃- presente no corpo hídrico analisado. Esta pesquisa, evidenciou, no entanto, que a média de NO₃- em todos os pontos foi de 15,6 mg/L, com destaque para o mês de novembro, onde o quantitativo chegou a superar 45,0 mg/L. No mês

de maio, a quantidade de NO_3^- contida na água parece diluir, provavelmente por conta da elevação do nível da água e da vazão do rio Amazonas, no período da cheia, associado ao decréscimo das médias de chuva.

Figura 18: Nitrato (mg/L) rio Amazonas em Parintins.



Fonte: Brasil (2005) e Pedreno (2023).

Pela Figura 18 é possível observar que as alterações mais significativas dos valores de NO_3^- , são encontradas a montante, enquanto a jusante do corpo hídrico, independentemente do período, o nitrato parece diluir após o perímetro urbano, com maior influência antrópica. Santos e Ribeiro (1988) identificaram 0,59 mg/L de nitrogênio total em uma análise de água do rio Amazonas nos anos 80. O trabalho de Santos e Ribeiro (1988) evidencia ainda, que ao longo dos afluentes e subafluentes do rio Solimões, o nitrogênio total presente no corpo hídrico foi inferior a 1,0 mg/L em todos os pontos analisados.

Pela comparação dos resultados de NO_3^- reportados pela literatura com os resultados obtidos por esta pesquisa, é possível deduzir que a presença elevada de NO_3^- nos pontos analisados no rio Amazonas, não seja resultado da condição natural dos rios de água branca, mas da ação antrópica do despejo de efluentes líquidos e sólidos de origem orgânica pela cidade de Parintins-AM no canal fluvial que cerceia a cidade.

Na bacia amazônica, sobretudo nas várzeas de água branca, o pulso de inundação favorece o desencadeamento dos processos de nitrificação e

desnitrificação nas planícies de inundação (semelhante ao processo que ocorre com o OD, mas de forma inversa), mas o nitrogênio também pode chegar naturalmente aos corpos hídricos através da deposição atmosférica e fixação biológica de nitrogênio através da ação de microrganismos (Kern *et al.*, 2010; Junk *et al.*, 2011).

Segundo Teixeira (2019), na cidade de Parintins, foram desativados 5 poços tubulares para captação da água subterrânea por ação da detecção de contaminação por NO_3^- e alumínio. Estudos indicam que as águas subterrâneas que abastecem a cidade de Parintins, apresentam pontos significativos de contaminação por NO_3^- decorrentes da deposição inadequada de efluentes domésticos sem tratamento diretamente no solo, e que podem alcançar o lençol freático (Teixeira, 2019; Marmos; Aguiar, 2020).

Considerando que as águas subterrâneas e superficiais pertencem a um mesmo ciclo hidrológico, onde a disponibilidade hídrica depende do abastecimento simultâneo entre rio e aquífero (Collischon; Dornelles, 2015), é possível relacionar que os quantitativos de nitrato encontrado nas águas subterrâneas do sistema de abastecimento público de Parintins, podem interagir e influenciar na composição físico-química das águas do rio Amazonas. Especialmente no período da seca e de precipitação à baixo da média, pois são os mananciais subterrâneos que matêm os ciclos de vazão dos mananciais superficiais (Collischon; Dornelles, 2015).

Considerando a área significativa exposta à deposição de efluentes domésticos sem tratamento no solo da cidade de Parintins-AM e nas águas do rio Amazonas, pode promover a rotatividade de NO_3^- nas águas dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos, onde o valor da substância é diluído a partir do aumento da vazão associado à elevação do nível da água. O NO_3^- não é um parâmetro empregado como referência para classificação das águas naturais da bacia amazônica (Sioli, 1956; Ríos-Villaminzar *et al.*, 2014; Ríos-Villaminzar *et al.*, 2020). Porém, Tundisi e Matsumura-Tundisi (2011) afirmam que a presença de NO_3^- nos corpos hídricos é um dispositivo indicador das condições da água em relação ao risco à saúde humana.

Dentre as consequências relacionadas à intoxicação por ingestão de quantidades elevadas de NO_3^- nos seres humanos, destacam-se a hipertrofia da tireoide, anomalias congênitas, câncer no estômago, problemas reprodutivos,

metemogloebínia (bloqueio do transporte de O_2 no organismo por ação de NO_3^-) que pode levar principalmente os recém-nascidos à óbito e nos adultos, causar alterações da pressão arterial, cefaleia, regurgitação, dores abdominais (Brasil, 2013; CETESB, 2023).

Nos rios contaminados por NO_3^- , por sua natureza nutritiva, ao exceder a carga que pode ser absorvida pelas plantas, animais e microrganismos sem prejuízos ambientais, ao se acumular nos corpos hídricos, favorecendo a reprodução de fitoplânctons que ao morrerem e serem decompostos por outros microrganismos sapróbios diminuem drasticamente os níveis de OD, promovendo a morte de peixes e animais aquáticos aeróbios (Reece *et al.*, 2015). O elevado nível da água associado as vazões extraordinárias do rio Amazonas, evita que quantidades significativas de NO_3^- possam se acumular em áreas específicas e prejudicar a biota aquática. O que justificaria o fato de no mês de maio (período da cheia), onde o rio atinge as maiores cotas de acordo com a série histórica, as concentrações de NO_3^- seriam inferiores aos demais que foram mensurados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação ao regime hidrológico do rio Amazonas nas cidades de Itacoatiara, Parintins e Óbidos verifica-se a predominância do regime equatorial alterado, com hidrogramas e cotogramas monomodais, compostos por um pico de cheia (maio) e um vale de seca (novembro) ao longo do ano hidrológico.

A análise do período de 40 anos de séries históricas das estações pluviométrica localizadas ao longo do rio Amazonas, nos municípios de Itacoatiara-AM, Parintins-AM e Óbidos-AM indica uma média mensal da precipitação do período estudado de 193 mm/mês. São observados dois períodos bem distintos: um período úmido com chuvas acima da média (dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril e maio) e outro seco (junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro), com chuvas abaixo da média. Por outro lado, a precipitação média anual da série histórica analisada, é de 2.317 mm/ano.

A temperatura da água do rio Amazonas na cidade de Parintins apresentou média de 30°C nos pontos analisados. Nos meses de janeiro a maio, a temperatura ficou em torno dos 29°C e abaixo da média registrada (30°C) a partir do cálculo das temperaturas médias registradas nesta pesquisa. Por outro lado, entre os meses de setembro a novembro, as temperaturas encontradas ficaram em torno de 31°C.

A variação de temperatura observada nos ambientes amazônicos apresenta mudanças diárias e sazonais, as quais alteram a temperatura da água durante o dia por conta da cobertura de nuvens e da incidência de raios solares, da mesma forma como períodos mais ou menos chuvosos possibilitando aumento ou diminuição da temperatura em intervalos de tempo prolongados.

No que se refere à turbidez no rio Amazonas, os quatro pontos analisados em quatro períodos diferentes, apresentaram padrão de variação dos valores detectados, em função da alteração do período hidrológico. Os maiores valores de turbidez foram detectados no mês de janeiro, alcançando valores superiores a 200 NTU, o dobro do Valor Máximo Permitido (VMP) disposto na Resolução CONAMA 357/05, que determina as condições para enquadramento dos corpos hídricos em classes de acordo com seus usos preponderantes. No mês de novembro, são percebidos valores de turbidez, chegando próximo dos VMP pela CONAMA 357/05 (100 NTU), enquanto,

nos meses de maio e setembro, os valores se encontram em torno de 40 NTU. Estes resultados sugerem que são nos períodos mais chuvosos e de subida das águas, que a turbidez se encontra em maiores níveis detectáveis.

O mesmo padrão de valores observados no parâmetro turbidez (acima ou próximos da média nos meses de novembro e janeiro; abaixo da média em maio e setembro) é verificado nos demais parâmetros físicos analisados nesta pesquisa, sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica, exceto, temperatura, o qual pode ter sua variação diretamente conexa à variação da precipitação.

Ao analisar isoladamente os valores de TDS e EC, o ponto “Canal fluvial” da Baixa do São José, destaca-se por apresentar as maiores mensurações dos parâmetros. Dentre os pontos analisados, é na margem do referido local que se encontram as maiores concentrações de despejos de esgoto doméstico, bem como fluxo de embarcações e ainda há registro de depósito indevido de resíduos sólidos domésticos no local. O quantitativo de Potencial Hidrogeniônico (pH) identificado nos pontos analisados, também pode ser incluído no grupo de parâmetros analisados onde, nos meses de novembro e janeiro são detectados valores iguais ou superiores à média obtida através dos dados (6,8 pH), enquanto entre maio e setembro o pH das águas foi inferior à média. Vale destacar que os valores identificados nas análises realizadas, exceto a mensuração do mês de maio, no ponto do canal fluvial no Bairro São José (5,54 pH), estava em desacordo com os Valores Máximos Permitidos estipulados pela CONANA 357/05 para os rios de água doce tipo II.

Quanto aos valores de Oxigênio Dissolvido encontradas no rio Amazonas em frente à cidade de Parintins, a média foi de 3,6 mg/L e em todos os pontos analisados foram detectados resultados abaixo dos Valores Mínimos Permitidos, estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, entretanto, estão de acordo com os padrões indicados para os rios de água branca da bacia Amazônica na literatura.

Em relação às quantidades de Nitrato (NO_3^-) encontradas nos pontos analisados, foi observada uma variação de mais de 40 mg/L ao longo do período analisado. A Resolução CONAMA 357/05 estabelece como Valor Máximo Permitido (VMP) para rios Classe II, até 10 mg/L de NO_3^- no corpo hídrico analisado. Esta pesquisa, evidenciou, que a média de NO_3^- em todos os pontos foi de 15,6 mg/L, com destaque para o mês de novembro, onde o quantitativo chegou a superar 45,0 mg/L.

Contudo, no mês de maio, a quantidade de NO_3^- contida na água parece diluir, provavelmente por conta da elevação do nível da água e da vazão do rio Amazonas, no período da cheia, associado ao decréscimo das médias de chuva.

De acordo com os dados levantados através da análise físico-química de Temperatura, Turbidez, Sólidos Totais Dissolvidos, Condutividade Elétrica, Potencial Hidrogeniônico, Oxigênio Dissolvido e Nitrato, a variabilidade de cotas, vazão e precipitação das estações fluviométricas de Itacoatiara-AM, Parintins-AM e Óbidos-PA, precipitação é possível afirmar que a composição físico-química das águas do Rio Amazonas varia de acordo com a sazonalidade, a frequência da aglomeração de embarcações, e despejo de efluentes em determinadas localizações do rio nos períodos analisados.

RECOMENDAÇÕES

O conhecimento da composição físico-química da água do Rio Amazonas é de suma importância para promover a segurança hídrica da população que faz usos múltiplos do corpo hídrico e pode subsidiar ações que viabilizem lançamento de efluentes sem comprometer a qualidade do corpo hídrico.

Diante dos fatos apresentados, recomenda-se um acompanhamento mensal com análise de mais parâmetros físico-químicos, comparando-os com lugares nas adjacências da cidade de Parintins-AM onde há menos influência antrópica, para comparar se os valores em desacordo com a Resolução CONAMA 357/05 são resultantes do despejo irregular de resíduos doméstico sem tratamento diretamente no canal fluvial do rio Amazonas.

A construção de uma Estação de Tratamento de Esgoto é de suma importância para não alterar as condições naturais das águas do rio Amazonas, especialmente nos períodos de seca e baixa precipitação, que favorecem a alteração dos parâmetros analisados por esta pesquisa.

Nos períodos de seca, os níveis de cota e vazão se alteram significativamente, em consonância com os padrões físico-químicos da água do rio Amazonas. De imediato, recomenda-se que o poder público crie campanhas orientando a população, mais especificamente crianças pequenas e idosos a não consumirem água do rio Amazonas no período da seca, em função do acúmulo de nitrato nas águas. A relação entre dinâmica fluvial e qualidade da água pode orientar a tomada de decisão em relação ao uso e conservação dos recursos hídricos nas dimensões da preservação dos ecossistemas e garantia do acesso à água de qualidade para o percentual da população que ainda faz uso das águas do rio Amazonas para consumo humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABNT. NBR 9897. **Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento. **Hidroweb**. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: fev. 2022.

BITTENCOURT, A. C. R. **Memória do Município de Parintins: estudos sobre a sua origem e desenvolvimento moral e material**. Manaus: Edições do Governo do Estado, 2001.

BITTENCOURT, M. M.; AMADIO, S. A. Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus. **Acta Amazônica**, v. 37(2): 303 – 308 p., 2007.

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 430. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA**. Brasília, 2011. Disponível em: https://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/RE%20CONAMA%204032011_Lancamento%20de%20Efluentes.pdf. Acesso em: mar. 2022.

_____, Agência Nacional de Águas e Saneamento. **Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos**. Agência Nacional de Águas, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 2. ed. Brasília: ANA, 2013.

_____, Agência Nacional de Águas e Saneamento. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Agência Nacional de Águas – Brasília: ANA, 2019.

_____. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **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 de 17 de março de 2005**. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: mar. 2022.

_____, **Ministério do Desenvolvimento Agrário. Sistema de Informações Territórios**. Disponível em: http://sit.mda.gov.br/download/caderno/caderno_territorial_017_Baixo%20-%20Amazonas%20-%20AM.pdf. Acesso em: abr. 2022.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Ficha de Informação Toxicológica Nitrato e Nitrito**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2022/12/Nitrato-e-Nitrito.pdf>. Acesso em: jan. de 2023.

COLLISCHONN, W.; DORNELES, F. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2015.

CARVALHO, R. A.; BARTOLI, E. **A expansão urbana de Parintins: produção do espaço, agentes e processos socioespaciais**. Universidade do Estado do Amazonas (Trabalho de Conclusão de Curso), Geografia, Parintins, 24 p. 2013.

CERQUA, D, A. **Clarões de Fé no Médio Amazonas**. 2ª ed. Manaus: Prograf- Gráfica e Editora, 2009.

FENANDES, A. M.; CONCEIÇÃO, F. T.; SPATTI JUNIOR, E. P.; COUTO JUNIOR, A. A.; MORTATTI, J. Modelagem do controle climático nas taxas de erosão mecânica e de intemperismo químico na bacia do Rio Sorocaba (SP). **Geochimica Brasiliensis**, 33(1); 50-63 p., 2019.

FILIZOLA, N. GUYOT, J. P, MOLINIER, M., GUIMARÃES, V., OLIVEIRA, E., FREITAS, M. A. Caracterização hidrológica da Bacia Amazônica *In*: RIVAS, A. & FREITAS, C.E. de C. **Amazônia uma perspectiva interdisciplinar**. Ed. EDUA, p.33-53, Manaus, 2002.

FILIZOLA, N.; SILVA, A. V.; SANTOS, A. M. C.; OLIVEIRA; M. A. Cheias e secas na Amazônia: Breve abordagem de um contraste na maior bacia hidrográfica do globo. **T & C Amazônia**, Ano IV, N. 9, 2006.

FURCH, K.; JUNK, W. J. Physicochemical conditions in floodplains. *In*: JUNK, W. J. (ed). **The Central Amazon floodplain: ecology of a pulsing system. ecological studies**. V. 126. Springer Verlag, Berlin, pp 69–108, 1997.

GALÚCIO, V. G. **Análise microbiológica da água procedente dos bombeamentos que abastecem o município de Parintins-Amazonas**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia), Universidade do Estado do Amazonas, 89 p. 2012.

GUYOT, J.L.; JOUANNEAU, J.M; SOARES, L; BOAVENTURA, G.R.; MAILLET, N.; LAGANE, C. Clay Mineral Composition of River Sediments in the Amazon Basin. **Science Direct**. v. 71, n.2, p. 340–356, outubro, 2007.

HANNA, Instruments. **HI98194**. Disponível em: <https://hannainst.com.br/produto/hi98194-medidor-portatil-a-prova-dagua-multiparametro-ph-ec-od/>. Acesso em: Out. 2022^a.

HANNA, Instruments. **HI98703**. Disponível em: <https://hannainst.com.br/produto/hi98703-02-turbidimetro-epa-fast-tracker/>. Acesso em: Out. 2022^b.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Amazonas**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/panorama>. Acesso em: jan. de 2022.

KERN, J. K. H.; KOSCHORRECK M.; DARWICH, A. Nitrogen balance of a floodplain forest of the Amazon River: the role of Nitrogen fixation. *In*: JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; PAROLIN, P. (eds) **Central Amazonian floodplain forests: ecophysiology, biodiversity and sustainable management**. Springer Verlag, Berlin, pp 281–299 p., 2010.

KEYS, P. W.; PORKKA, M. WANG-ERLANDSSON, L.; FETZER, I.; GLEESON, T.; GORDON, L. J. Invisible water security: Moisture recycling and water resilience. **Water Security**, v. 8, 2019.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; SCHÖNGART, J.; COHN-HAFT, M.; ADENEY, J. M.; WITTMANN, F. A Classification of major naturally-occurring Amazonian Lowland Wetland. **Wetlands Scientists**, 31 (4): 623-640, 2011.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de dados Meteorológicos do INMET**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: Ago. 2022.

LIMA, M. V. Movimento das águas na cidade de Parintins-AM. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade Federal do Amazonas, 115 p. 2016.

MARMOS, J. L.; AGUIAR, J. B. **Avaliação do nível de contaminação dos aquíferos da cidade de Parintins (AM): Primeiros Resultados**. Disponível em: http://www.sgb.gov.br/publique/media/gestao_territorial/geologia_medica/Painel21.pdf. Acesso em: dez. de 2022.

MELO, M. C.; JOHNSON, R. M. F. O conceito emergente de segurança hídrica. **Sustentare**, Três Corações, v. 1, v. 1, p. 72-92, 2017.

MOLINIER, M.; GUYOT, J.L.; OLIVEIRA, E.; GUIMARÃES, V. Les regimes hydrologiques de l'Amazonie et de ses affluents. In: **L'hydrologie Tropicale: Géoscience et outil pour Le Développement**, Paris: IAHS Pub. 238, p. 209-222, 1996.

QUEIROZ, M. M. A.; HORBE, A. M. C.; SEYLER, P.; MURA, C. A. V.; Hidroquímica do rio Solimões na região entre Manacapuru e Alvarães – Amazonas – Brasil. **Acta Amazônica**, vol. 39 (04), 943-952 p., 2009.

RÍOS-VILLAMIZAR, E. A.; PIEDADE, M. T. F.; DA COSTA, J. G.; ADENEY, J. M.; JUNK, W. J. Chemistry of different Amazonian water types for river classification: a preliminary review. **Water and Society II**, v.178, 17-28 p., 2014.

RÍOS-VILLAMIZAR, E. A.; ADENEY, J. M.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J. Hydrochemical Classification Of Amazonian Rivers: A Systematic Review And Meta-Analysis. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia-MG v. 21, n. 78, p. 211-22, 2020.

REECE, J. B.; URRY, L. A.; CAIN, M. L.; WASSERMAN, S. A.; MINORSKY, P. V.; JACKSON, R. B. **Biologia de Campell**. – 10 ed. – Porto Alegre: Artmed, 2015.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à Química Ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SANTOS, U. M.; RIBEIRO, M. N. G. A hidroquímica do rio Solimões - Amazonas. **Acta Amazônica**, 18 (3/4): 145-173, 1988.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, MACHADO, L. A. T.; WAICHAMAN, A. V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazônica**, V. 38 (4) 733-742p., 2008.

SILVA, M. S. R.; MIRANDA, S. A. F.; DOMINGOS, R. N.; SILVA, S. L. R.; SANTANA, G. P. Classificação dos rios da Amazônia: uma estratégia para preservação desses recursos. **HOLOS Environmet**, v.13, n. 2, p. 163-174, 2013.

SILVA, M. S. R.; MIRANDA, S. A. F.; SANTANA, G. P. Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas: Condições de suas águas versus Resolução N° 357/CONAMA/2005. **Scientia Amazonia**, v. 6, n.2, 83-90, 2016.

SIOLI, H. Über Natur und Mensch im brasilianischen Amazonasgebiet. **Erdkunde** 10(2):89–109 p., 1956.

SOUZA, N. D. **O processo de urbanização da cidade de Parintins (AM): evolução e transformação**. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana), Universidade de São Paulo, p.155, 2013.

TEIXEIRA, J. R. S. **Caracterização da qualidade e vulnerabilidade dos corpos de água subterrânea como subsídios para a gestão dos recursos hídricos na cidade de Parintins, Amazonas, Brasil**. Dissertação – Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua – Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2019.

TUCCI, Carlos E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

TUNDISI, J. G.; MATSUMA-TUNDISI, T. **Recursos hídricos no Século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

APÊNDICES

Apêndice 1: Médias de dados de cota (cm) das séries históricas das estações fluviométricas de Itacoatiara, Parintins e Óbidos, tratados pelo Hidro 1.4, empregados para construção do cotograma.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Itacoatiara	399	536	653	758	832	847	800	687	461	217	161	253
Parintins	398	539	657	760	835	848	801	684	465	223	169	256
Óbidos	355	473	571	658	713	714	670	574	404	217	168	234
Média	528											

Fonte: ANA (2022); Org. Pedreno (2023).

Apêndice 2: Médias de dados de vazão (m³/s) das séries históricas das estações fluviométricas de Itacoatiara e Óbidos, tratados pelo Hidro 1.4, empregados para construção do hidrograma.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Itacoatiara	122910	146170	170972	185403	198166	200022	190811	170101	133948	99706	93029	103054
Óbidos	137749	163264	186036	206989	220717	221055	209765	186655	149159	112032	102544	114746
Média	159375											

Fonte: ANA (2022); Org. Pedreno (2023).

Apêndice 2: Médias de dados de precipitação (mm) das séries históricas das estações pluviométricas de Itacoatiara, Parintins e Óbidos, tratados pelo Hidro 1.4 empregados para construção do pluviograma.

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Itacoatiara	331	309	399	315	267	162	109	81	79	109	146	236
Parintins	296	338	374	334	286	192	156	74	58	74	104	190
Óbidos	260	293	332	293	207	96	73	35	39	52	98	156
Desvio	103	120	175	121	61	-43	-81	-129	-134	-115	-77	1
Média	193											

Fonte 1: INMET (2022). Org. Pedreno (2023).

Apêndice 3: Análise físico-química 21/01/2022.

Hidrologia: enchente					Precipitação: acima da média					
PARÂMETRO	Baixa do São José		Prox. Coroa's		Rampa do mercado		Matadouro		Média	VMP
	Margem	Centro	Margem	Centro	Margem	Centro	Margem	Centro		
1. Temperatura (°C)	28,88	29,18	28,93	29,02	29,05	29,03	29,07	28,83	29,00	-
2. Turbidez (NTU)	199	247	231	240	238	252	246	274	240,88	100
3. TDS (mg/L)	31,00	35,00	28,00	31,00	29,00	31,00	30,00	30,00	30,63	500
4. EC (µS/cm)	62,00	70,00	56,00	63,00	58,00	63,00	55,00	60,00	60,88	-
2. pH (pH)	6,88	7,04	7,03	7,03	7,00	7,02	6,99	7,05	7,01	6 a 9
5. DO (mg/L)	3,26	3,43	3,68	3,83	3,81	4,35	3,51	3,93	3,73	5
15. Nitrato (mg/l)	12,60	17,20	12,40	17,80	11,40	14,10	12,50	12,70	13,84	10

Fonte: Brasil (2005) e Pedreno (2023).

Apêndice 4: Análise físico-química 19/05/2022.

Hidrologia: cheia					Precipitação: acima da média					
PARÂMETRO	Baixa do São José		Prox. Coroa's		Rampa do mercado		Matadouro		Média	VMP
	Margem	Centro	Margem	Centro	Margem	Centro	Margem	Centro		
1. Temperatura (°C)	29,25	29,28	29,11	29,11	29,05	29,09	29,04	29,01	29,12	-
2. Turbidez (NTU)	31,3	18	36,9	31,6	37,3	28,2	53,2	37,3	33,79	100
3. TDS (mg/L)	22	23	22	23	22	22	22	22	22,25	500
4. EC (µS/cm)	45	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45	45,00	45,00	-
2. pH (pH)	6,78	5,54	6,59	6,56	6,65	6,56	6,56	6,54	6,47	6 a 9
5. DO (mg/L)	2,69	2,92	2,75	2,85	2,16	2,71	1,94	2,19	2,53	5
15. Nitrato (mg/l)	2	2,00	2,20	2,70	2,50	2,40	3	2,60	2,45	10

Fonte: Brasil (2005) e Pedreno (2023).

Apêndice 5: Análise físico-química 09/09/2022.

Hidrologia: vazante					Precipitação: abaixo da média					
PARÂMETRO	Baixa do São José		Prox. Coroa's		Rampa do mercado		Matadouro		Média	VMP
	Margem	Centro	Margem	Centro	Margem	Centro	Margem	Centro		
1. Temperatura (°C)	30,39	30,31	30,16	29,85	30,14	30,19	30,10	29,99	30,14	-
2. Turbidez (NTU)	28,3	24,2	29,6	28,2	33,3	30,9	38,4	31,9	30,60	100
3. TDS (mg/L)	23	23	23	23	23	23	23	23	23,00	500
4. EC (µS/cm)	46	46	46	46,00	46	46	46	46	46,00	-
2. pH (pH)	6,65	6,56	6,68	6,6	6,7	6,6	6,8	6,7	6,67	6 a 9
5. DO (mg/L)	4,60	4,97	4,52	6,00	4,54	4,87	4,03	4,61	4,77	5
15. Nitrato (mg/l)	11,10	12,3	8,9	33,80	7,0	8,20	16,30	10,10	13,46	10

Fonte: Brasil (2005) e Pedreno (2023).

Apêndice 6: Análise físico-química 22/11/2022.

Hidrologia: seca					Precipitação: abaixo da média					
PARÂMETRO	Baixa do São José		Prox. Coroa's		Rampa do mercado		Matadouro		Média	VMP
	Margem	Centro	Margem	Centro	Margem	Centro	Margem	Centro		
1. Temperatura (°C)	30,27	30,17	30,21	30,17	30,20	30,19	30,20	30,15	30,20	-
2. Turbidez (NTU)	95,5	98,1	101	93,8	98,3	94	97,9	96,1	96,84	100
3. TDS (mg/L)	28	30	30	30	31	31	31	31	30,25	500
4. EC (µS/cm)	57	60	60	61,00	61	61	61	63	60,50	-
2. pH (pH)	6,97	6,98	7,07	7,0	7,0	7,0	7,1	7,1	7,02	6 a 9
5. DO (mg/L)	3,87	4,06	3,60	3,77	3,39	3,48	2,39	2,68	3,41	5
15. Nitrato (mg/l)	45,50	41,7	31	45,00	37,3	28,70	16,03	17,30	32,82	10

Fonte: Brasil (2005) e Pedreno (2023).

