

# RELATÓRIO TÉCNICO

## OCORRÊNCIA DE FLORAÇÕES DE CIANOBACTÉRIAS NO RIO URUPÁ (RONDÔNIA): UMA ABORDAGEM AMBIENTAL E DE SAÚDE PÚBLICA.



**Elaborado por: Irizádina Maria da Silva Bandeira**

**Elisabete Lourdes do Nascimento**

**Elizete Celestino Holanda**



**Relatório Técnico – Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá  
(Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública.**

**Realização:**

Irizádina Maria da Silva Bandeira

Elisabete Lourdes do Nascimento

Elizete Celestino Holanda

**Apoio técnico:**

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA Coordenação de  
Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES  
Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de  
Recursos Hídricos – ProfÁgua  
Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR  
Laboratório de Limnologia e Microbiologia – LABLIM  
Companhia de Água e Esgoto de Rondônia – CAERD  
Núcleo de Ecotoxicologia e Ecologia Aplicada – NEEA/USP

Como citar este relatório técnico:

BANDEIRA, I.M.S.; NASCIMENTO, E.L; HOLANDA, E.C. Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública. Relatório Técnico. 37 p. Ji-Paraná – RO, 2021.

Ji-Paraná – RO  
2021

# Sumário

1	APRESENTAÇÃO .....	5
2	INTRODUÇÃO.....	6
2.1	Cianobactérias e suas implicações ambientais e de saúde pública .....	6
2.2	Impactos Ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Urupá .....	7
2.1	Objetivo.....	12
3.	ÁREA DE ESTUDO.....	12
4.	METODOLOGIA APLICADA .....	14
4.1	Coleta da água .....	14
4.2	Análises realizadas e respectivas metodologias .....	15
4.3	Análise Estatística .....	15
5.1	RESULTADOS .....	15
5.2	Qualidade da Água .....	15
5.3	Índice do Estado Trófico.....	22
5.4	Dinâmica do fitoplâncton (ênfase cianobactérias) e clorofila a.....	23
5.4	Análise das Componentes Principais.....	25
5.5	Informações sobre a possível ocorrência de florações de cianobactérias junto aos operadores das principais estações de tratamento de água do Estado.....	27
5.6	Levantamento das unidades de saúde e clínicas de hemodiálise que utilizam água dessas ETAS, visando identificar a finalidade do uso da água. ....	28
6 .	CONSIDERAÇÕES FNAIS.....	29
7.	RECOMENDAÇÕES .....	30
	REFERENCIAS .....	30
	APENDICE A.....	36
	APENDICE B.....	37

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de uso e cobertura do solo na bacia do rio Urupá.....	9
Figura 2: Distribuição Espacial dos Psiculturas por Tamanho da Unidade Produtivas no Estado de Rondônia.....	10
Figura 3: a) captação de água em Ji-Paraná, b) montante da captação de água em Urupá.....	11
Figura 4: Bacia do rio Urupá e o pontos amostrais (P1 e P2).....	13
Figura 5: Vazão do rio Urupá e precipitação pluviométrica na bacia do rio Urupá (maio/2019 a abril/2020). .....	14
Figura 6-Valores de oxigênio dissolvido (A), temperatura (B), turbidez (C), condutividade elétrica (D), transparência (E), pH (F) e alcalinidade (G) no P1 e P2 ao longo do ciclo.....	20
Figura 7-: Valores de nitrito (A), nitrato (B), nitrogênio total (C), amônia (D), fósforo total (E), fósforo dissolvido (F) coliformes fecais (G) e coliformes totais (H) no P1 e P2 ao longo do ciclo hidrológico..	21
Figura 8: Dados quantitativos de cianobactérias no P1 durante o período amostral (maio/2019 à março/2020), assim como as variações sazonais no período.....	23
Figura 9: Densidade de fitoplâncton ao longo do período amostral (maio-2019 a março-2020). .....	24
Figura 10 Concentrações de clorofila a nos pontos 1 e 2 ao longo do período amostral (maio/2019 à março/2020), assim como determinação CONAMA 357 para águas de classe II.....	25
Figura 11: Projeção dos dados da Análise das Componentes Principais (ACP) do P1 e os resultados de fitoplâncton Abreviaturas (OD: Oxigênio Dissolvido, T°: temperatura, NH <sub>4</sub> : amônia, PT: fósforo total, PD: fósforo dissolvido, NO <sub>2</sub> : nitrito, uT: Turbidez, CF: Coliformes Fecais, CT: coliformes totais, NO <sub>3</sub> : Nitrato, pH: potencial hidrogeniônico, Al: alcalinidade, Trans: transparência, Clor: clorofila, CE: condutividade elétrica.....	26
Figura 12: Projeção dos dados da Análise das Componentes Principais (ACP) do ponto 2 e os parâmetros avaliados. Abreviaturas (OD: Oxigênio Dissolvido, T°: temperatura, NH <sub>4</sub> : amônia, PT: fósforo total, PD: fósforo dissolvido, NO <sub>2</sub> : nitrito, uT: Turbidez, CF: Coliformes Fecais, CT: coliformes totais, NO <sub>3</sub> : Nitrato, pH: potencial hidrogeniônico, Al: alcalinidade, Trans: transparência, Clor: clorofila, CE: condutividade elétrica.....	26

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Variáveis de qualidade da água obtidas no P1 ao longo do ciclo hidrológico. ....	16
Quadro 2: Variáveis de qualidade da água obtidas no P2 ao longo do ciclo hidrológico.....	16
Quadro 3: Índice do Estado Trófico nos pontos 1 e 2 durante o ciclo hidrológico. ....	22
Quadro 4: Levantamento das unidades de saúde.....	28

# 1 APRESENTAÇÃO

A qualidade das águas em diversas regiões do Brasil revela o descaso com que foram e continuam sendo tratadas nos últimos anos, sendo degradadas por atividades humanas, tanto os mananciais superficiais como os subterrâneos. Descargas urbanas, industriais e da agricultura, aliadas à má utilização e uso inadequado dos recursos hídricos, vem trazendo consequências desastrosas à qualidade das águas dos rios prejudicando a utilização desses mananciais para o abastecimento público (DA SILVA COELHO *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2017).

Uma das consequências da degradação de uma bacia de drenagem é a eutrofização artificial dos corpos d' água e a consequente formação de florações de cianobactérias.

As florações de cianobactérias podem apresentar impactos econômicos e sociais substanciais devido a danos causados às empresas de tratamento de água, recreação e turismo, aquicultura e agricultura (SVIRČEV *et al.*, 2017). Os seres humanos quando contaminados por cianotoxinas, podem apresentar diversos sintomas como: irritação na pele, cólicas estomacais, vômitos, náusea, diarreia, febre, dor de garganta, dor de cabeça, dores musculares e articulares, bolhas na boca, falência múltiplas dos órgãos, gastroenterites, falência hepáticas e dos rins, além de serem substâncias carcinogênicas (CÂMARA NETO, 2011; TEIXEIRA ADLOFF *et al.*, 2018).

Em virtude desta problemática, a legislação brasileira no que tange aos padrões de qualidade de água (Portaria MS N° 888/2021) e com relação à classificação dos corpos d' água (Resolução CONAMA N° 357/2005) apresentam valores orientadores para níveis aceitáveis de cianobactérias e cianotoxinas em águas brasileiras. Entretanto, apesar do tema cianobactérias e cianotoxinas ter grande importância ambiental e de saúde pública, na região Amazônica, ainda são escassos os trabalhos nesta temática.

**Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



Desta forma, visando contribuir com informações que subsidiem desenvolvimento da gestão dos recursos hídricos no estado de Rondônia, este relatório traz informações referentes à *Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia) com uma abordagem ambiental e de saúde pública*. O mesmo foi elaborado como produto final da dissertação da mestrandia Irizádina Maria da Silva Bandeira da turma de 2018 do Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos-ProfÁgua, campus de Ji-Paraná. A dissertação foi orientada pelas professoras Dra. Elisabete Lourdes do Nascimento (UNIR) e Dra. Elizete Celestino de Holanda (UFRR).

## 2 INTRODUÇÃO

### 2.1 Cianobactérias e suas implicações ambientais e de saúde pública

Cianobactérias são microrganismos com estrutura celular correspondente a uma bactéria, procarióticos e aeróbicos. Pertencentes à comunidade fitoplanctônica podem ser unicelulares, coloniais ou filamentosas. Apesar das cianobactérias não estarem organizadas em cloroplastos, como as plantas, elas são fotossintetizantes. Determinadas espécies são fixadoras de nitrogênio atmosférico (N<sub>2</sub>) enquanto outras produzem hepatoxinas ou neurotoxinas (SAMPAIO; CARNEIRO ; PINTO, 2011; SANCHES et al., 2012).

As cianobactérias são encontradas nos mais variados ambientes, como terrestre, água doce, salobra ou marinha, fontes termais, neve e solos úmidos (WHO, 2020). Em se tratando de água doce as cianobactérias são comumente encontradas em rios quando esses tem a qualidade de suas águas impactadas pelo aumento exagerado da carga de nutrientes, como fósforo e nitrogênio, perdendo a qualidade do corpo hídrico. Esses eventos geralmente são relacionada a atividades humanas, as quais provocam a entrada de nutrientes nos corpos hídricos a ponto de exceder a capacidade de autodepuração dos mesmos, provocando

**Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



floração de algas e cianobactérias (ALVES *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2016).

Diversos gêneros e espécies de cianobactérias que formam florações produzem toxinas. As toxinas de cianobactérias, que são conhecidas como cianotoxinas caracterizam-se por sua ação rápida (KUBICKOVA *et al.*, 2019). Os seres humanos quando contaminados por cianotoxinas, podem apresentar diversos sintomas como: irritação na pele, cólicas estomacais, vômitos, náusea, diarreia, febre, dor de garganta, dor de cabeça, dores musculares e articulares, bolhas na boca, falência múltiplas dos órgãos, gastroenterites, falência hepáticas e dos rins, além de serem substâncias carcinogênicas (CÂMARA NETO, 2011; TEIXEIRA ADLOFF *et al.*, 2018).

As florações de cianobactérias podem apresentar impactos econômicos e sociais substanciais devido a danos causados às empresas de tratamento de água, recreação e turismo, aquicultura e agricultura (SVIRČEV *et al.*, 2017). Em água doce as toxinas predominantes que trazem os maiores transtornos a saúde nos casos investigados são as microcistinas, reconhecidas como toxinas hepáticas e produtoras de tumores no fígado e sistema reprodutivos (BURATTI *et al.*, 2017).

Na região norte do país já foram registradas a presença de cianobactérias produtoras de toxinas no Pará (VIEIRA *et al.*, 2003; SÁ *et al.* 2010; SILVA 2012), Amapá (SILVEIRA JUNIOR, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2019) e Rondônia (NASCIMENTO, 2012). No reservatório da usina Hidrelétrica de Samuel, situada no rio Jamari, foi identificado diferentes espécies de cianobactérias, com destaque para a espécie *Microcystis panniformes*, bem como a presença de microcistina na água (NASCIMENTO, 2012)

## **2.2 Impactos Ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Urupá**

O Rio Urupá tem sua bacia instalada na região central do Estado de Rondônia, apresenta nascente preservada em virtude da Reserva Pacaás Novas, no entanto ao longo do seu curso observa-se pouca preservação em suas margens (BOLSON, 2006). O referido rio é utilizado como manancial de captação de água para consumo humano em dois municípios:

### **Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



Urupá e Ji-Paraná (CAERD, 2017).

Com relação aos aspectos de uso e cobertura do solo na bacia do Rio Urupá (figura ) observa-se que 56,03% da área de drenagem da bacia é referente a pastagens, sendo estimado um rebanho bovino de 2.664.852 cabeças nos municípios que compreendem a bacia (IBGE, 2017). Destaca-se que áreas de pastagens comprometem a conservação e regeneração do sistema florestal, uma vez que diminui a diversidade vegetal e animal, facilitando o enfraquecimento do solo e dando condições favoráveis à erosão (OLIVEIRA, 2019).

Outra importante fonte de poluição presente na bacia do Rio Urupá está relacionada às atividades industriais. Pereira (2019), aponta que há registro de 16 atividades agroindustriais nos órgãos ambientais estaduais e municipais, sendo frigoríficos, laticínios e despolpa de frutos. Também se desenvolvem na bacia 11 atividades de extração mineral.

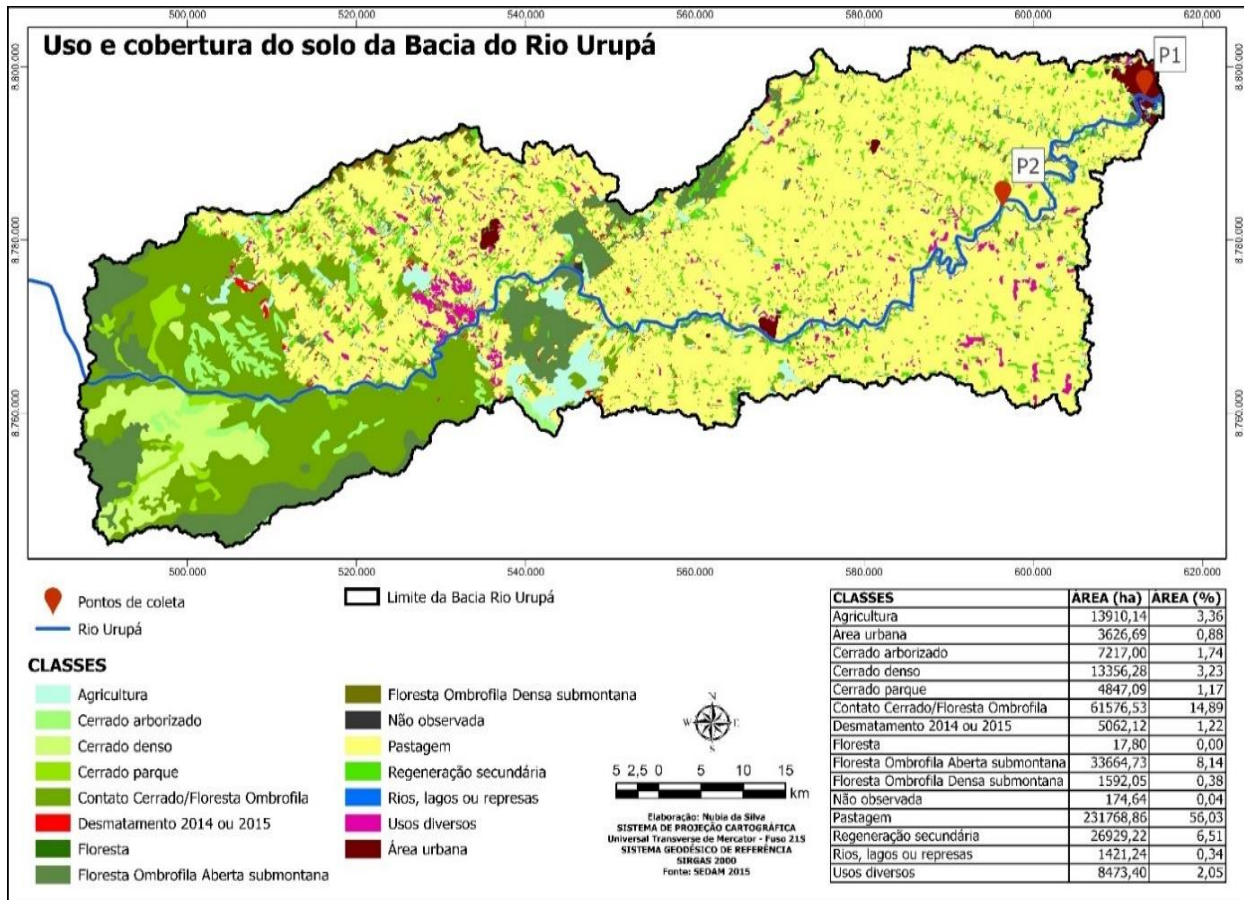
Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE, (2016) apontam que a atividade de piscicultura também está muito presente na bacia do Rio Urupá, uma vez que dois dos maiores produtores de peixes tambaqui do Estado de Rondônia estão localizados na bacia do referido rio, mais precisamente nos municípios de Mirante da Serra e Urupá. Mirante da Serra é o 4º maior produtor do tambaqui do Estado e está na 6º posição nacional de produção de Tambaqui, enquanto que o município de Urupá está na 3º colocação na produção de tambaqui no Estado e ocupa a 5º colocação no ranking nacional de produção desta espécie.

**Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**





Figura 1: Mapa de uso e cobertura do solo na bacia do rio Urupá.



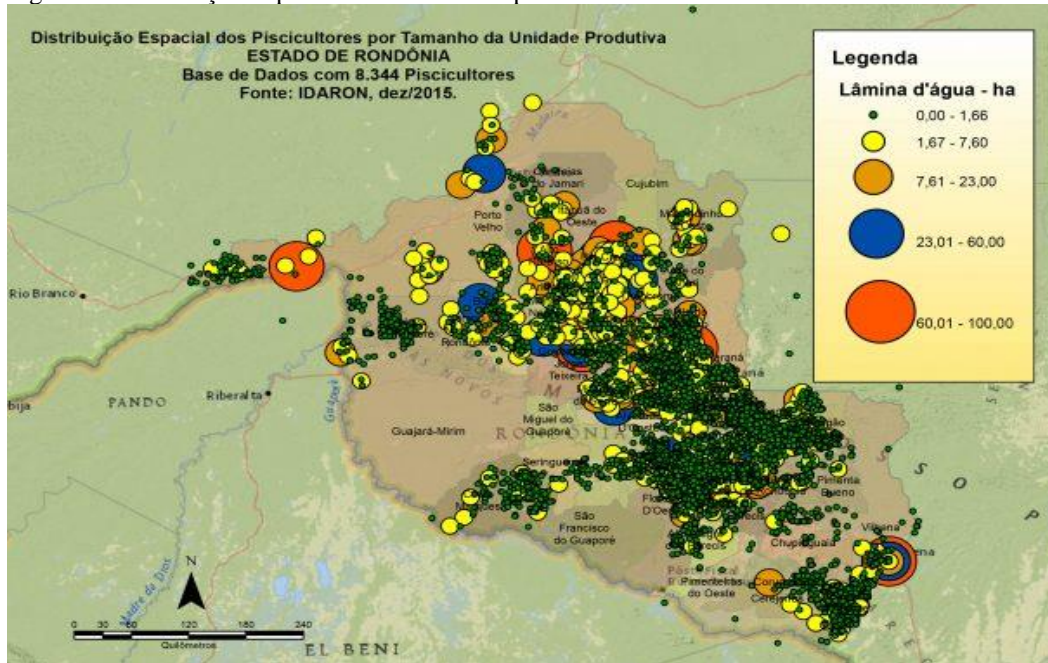
Fonte: (SEDAN, 2015)

Segundo Pereira, (2019) a área drenagem da bacia do Rio Urupá conta com 5.568 tanques de piscicultura, sendo que conforme o mapa de distribuição dos piscicultores por tamanho da Unidade Produtiva (figura 2), observa-se que a região de abrangência da bacia do rio Urupá, tem predomínio de pequenas e médias pisciculturas (IDARON, 2015).

## Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública



Figura 2: Distribuição Espacial dos Piscicultores por Tamanho da Unidade Produtivas no Estado de Rondônia.



Fonte: Portal do peixe, (2020)

Um estudo realizado por Carlsen (2019), sobre mapeamento dos viveiros escavados no Estado de Rondônia por meio de imagens orbitais mostrou que a maioria dos viveiros mapeados se encontra próximo à rios de pequeno e médio porte, com ênfase para as cidades da região central do Estado, como Ariquemes, Mirante da Serra e Urupá, sendo as duas últimas pertencentes à bacia hidrográfica do rio Urupá.

Na piscicultura em tanques escavados é realizada a renovação da água constantemente durante o processo de engorda, porém no momento da despesca, um volume expressivo de efluentes é lançado no corpo receptor em pequeno espaço de tempo, esses efluentes são ricos em sólidos suspensos, sólidos totais, demanda química de oxigênio e fósforo total (COLDEBELLA, 2018).

Estão presentes na área de drenagem do Rio Urupá, 3 cidades, sendo elas Mirante da Serra, Urupá e Ji-Paraná. Ressalta-se que as cidades mencionadas não possuem sistema de coleta e tratamento de esgoto, de forma que o esgoto doméstico acaba sendo despejado em fossas rudimentares ou são lançados em pequenos cursos d'água da bacia ou diretamente no

### **Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**

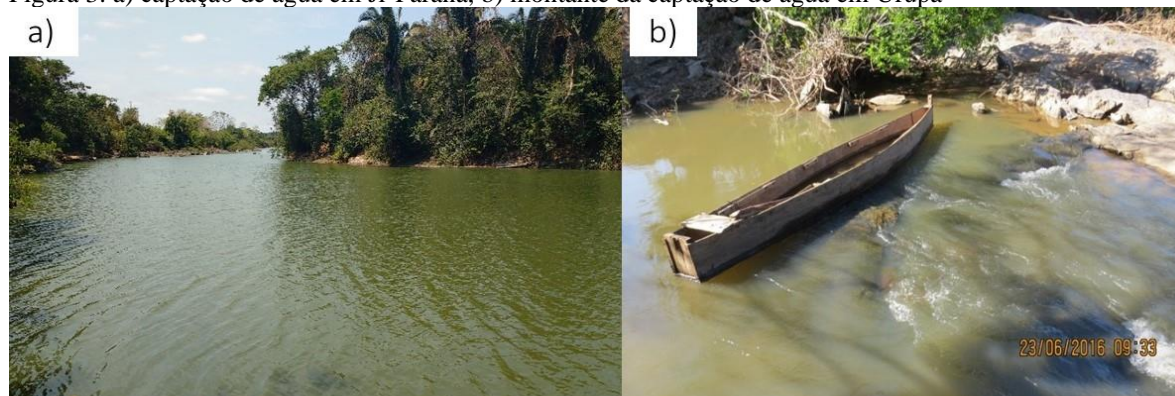


Rio Urupá, como retratado pela Secretaria de Desenvolvimento Ambiental do Estado de Rondônia (SEDAM, 2018).

Segundo informações da Companhia de Água e Esgoto de Rondônia – CAERD (comunicação pessoal), dentre os anos de 2013 à 2016, durante o período de estiagem, a companhia enfrentou problemas em decorrência da água apresentar gosto e odor. Porém esses eventos nos anos de 2013 a 2015 foram passageiros, num período de três ou quatro dias.

No mês de junho de 2016, houve um evento preocupante que perdurou por mais de 40 dias. Durante esse período, foi notado que desde o ponto de captação de água em Ji-Paraná até o ponto de captação de água na cidade de Urupá, o Rio Urupá apresentou coloração esverdeada, sendo mais característico nas proximidades da captação em Ji-Paraná, conforme figura 3, e a água tratada, mesmo estando translúcida, apresentava odor de barro e mofo, o que foi percebido pela população de Ji-paraná, trazendo grandes transtornos à companhia e à população em geral (DIÁRIO DA AMAZONAS, 2016).

Figura 3: a) captação de água em Ji-Paraná, b) montante da captação de água em Urupá



Fonte: PILENGHY (2016)

Em setembro de 2016, novas florações de algas foram detectadas no rio Urupá chegando à estação de tratamento de água, causando sérios transtornos no tratamento, em razão do grande volume de lodo produzido nos decantadores.

### **Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivo:

## 2.1 Objetivo

Avaliar a ocorrência de florações de cianobactérias no Rio Urupá, a partir de uma abordagem ambiental e de saúde pública.

## 3. ÁREA DE ESTUDO

Localizada no Centro-Leste do Estado de Rondônia, a bacia do Rio Urupá, drena uma área de aproximadamente 4.209Km<sup>2</sup>, sendo o rio Urupá o principal curso d'água da bacia. O referido rio nasce na reserva indígena Uru-Eu-Wau-Wau no Parque Nacional do Pacaás Novos no município de Mirante da Serra, e desemboca no Rio Ji-Paraná, também conhecido como Rio Machado, no município de Ji-Paraná, possuindo 270,533 Km de extensão (BOLSON, 2006).

A bacia do rio Urupá abrange municípios de São Miguel do Guaporé, Mirante da Serra, Jaru, Urupá, Alvorada do Oeste, Nova União, Ouro Preto do Oeste, Presidente Médici e Ji-Paraná (figura 4). Suas águas são utilizadas de maneira diversa ao longo de toda bacia, com destaque para uso como fonte de abastecimento público nos municípios de Urupá e Ji-Paraná (BOLSON, 2006).

As vazões médias do rio Urupá e os dados médios de precipitação pluviométrica na sua bacia durante o período amostral (maio/2019 à março/2020) estão apresentadas na figura 5. Os respectivos dados foram extraídos do Portal Hidroweb do SNIRH da estação fluviométrica Fazenda Apurú (código 15558500) (ANA, 2020).

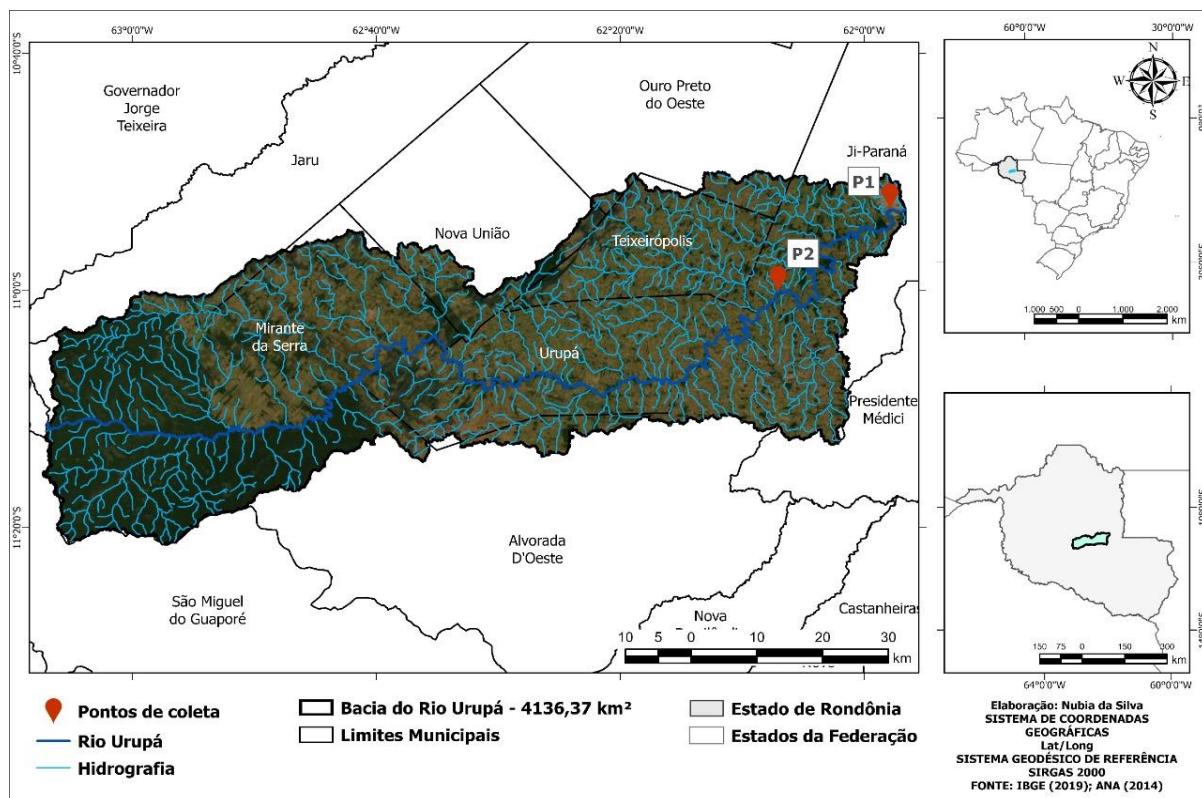
No período de transição Águas Altas (AA) - Águas Baixas (AB), maio de 2019, a precipitação foi de 69,6mm de chuva e a vazão média foi de 108,0 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. No

**Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



período de águas baixas (AB), junho a agosto de 2019 a precipitação foi de 40mm de chuvas e vazão média foi de  $19,3\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ . Já no período de transição Águas Baixas – Águas Altas (AB-AA), setembro a outubro de 2019 a precipitação foi 294,2mm e a vazão média foi de  $12,5\text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ . Por fim, no período de Águas Altas (AA), que correspondeu aos meses de novembro à março a precipitação e a vazão média foram de 9,26mm e  $158,88\text{ m}^2.\text{s}^{-1}$  respectivamente

Figura 4: Bacia do rio Urupá e o pontos amostrais (P1 e P2).

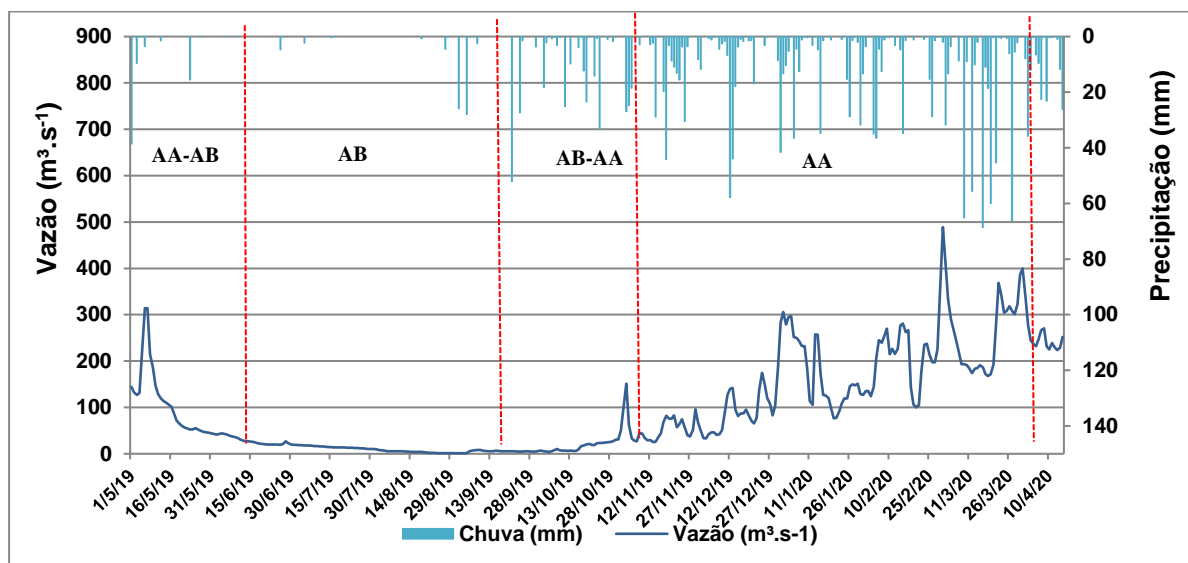


Fonte: IBGE, (2019); ANA, (2014)

## Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública



Figura 5: Vazão do rio Urupá e precipitação pluviométrica na bacia do rio Urupá (maio/2019 a abril/2020).



Fonte: Ana (2020)

## 4. METODOLOGIA APLICADA

### 4.1 Coleta da água

As amostras de água foram coletadas em 2 pontos do rio Urupá, ambos situados à montante da captação de água pela Companhia de Água e Esgoto de Rondônia-CAERD em Ji-Paraná, (figura 4). O ponto 1 (P1), está localizado à aproximadamente 20m do ponto de captação da companhia, no perímetro urbano da cidade (latitude:-10,88715; longitude: -61.96602). Esta área recebe influência de despejos de esgotos sem tratamento, drenagem urbana e resíduos sólidos.

O ponto 2 (P2) situa-se à aproximadamente 13.000 metros da captação (latitude:-11,00224; longitude: -62,1172). Localizado na zona rural do município, em uma área de vegetação tipo capoeira em suas margens, recebe maior influência de região de agropecuária e piscicultura. No P1 foram coletadas amostras de água superficial a cada 15 dias e no P2 a cada 30 dias. As coletas foram realizadas entre os meses de maio de 2019 à março de 2020.

Todas as coletas de água foram realizadas às margens do rio com auxílio de um

**Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



coletor específico constituído por uma haste e um recipiente PET, no intuito de melhor representar a água do rio. Destaca-se que não foi coletado em região de meandro, mas de água corrente. Cada amostra de água coletada seguiu procedimentos de campo e laboratório visando sua conservação para as análises a serem realizadas.

## 4.2 Análises realizadas e respectivas metodologias

- Em campo, a transparência da água foi obtida com disco de *Secchi*. A temperatura e a condutividade elétrica analisadas através de sondas (Sonda LUTRON-PH-221 e sonda YSI-30);
- Amostras de água superficial foram coletadas para as análises laboratoriais de turbidez (turbidímetro HACH 2100P), pH (Alfakit AT-315) oxigênio dissolvido, alcalinidade, nutrientes, clorofila *a* e coliformes. Todas realizadas de acordo com APHA (1998);
- Amostras de água também foram coletadas visando a análise de nutrientes e taxonomia do fitoplâncton. As análises de nutrientes seguindo as técnicas espectrofotométricas (APHA, 1998) e as análises taxonômicas do fitoplâncton (ênfase em cianobactérias) pelo método de Utermöhl utilizando microscópio óptico;
- Aos técnicos e operadores das ETAs operadas pela CAERD no Estado, foram aplicados questionários no intuito de verificar a possível ocorrência de florações de cianobactérias em outros mananciais;
- Foi realizado levantamento das unidades de saúde que utilizam a água distribuída pela CAERD, através de acesso aos dados da Secretaria municipal de Saúde dos municípios envolvidos e posteriormente junto ao sistema da CAERD buscou-se informações se as mesmas eram ou não abastecidas pela CAERD.

## 4.3 Análise Estatística

Com a finalidade de verificar quais variáveis de qualidade da água estaria relacionadas com a presença de cianobactérias, aplicou-se aos dados a Análise das Componentes Principais (ACP), via matriz de correlação.

## 5.1 RESULTADOS

### 5.2 Qualidade da Água

A estatística descritiva quanto aos valores mínimos, médios e máximos das variáveis de

**Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



qualidade da água nos pontos 1 e 2 estão apresentados nos quadros 1 e 2.

Quadro 1: Variáveis de qualidade da água obtidas no P1 ao longo do ciclo hidrológico.

Ciclo hidrológico		Transp.	T°	pH	Cond.	OD	Turb	Alcal	C.Totais	C. Fecais	Cl- $\alpha$	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	N. total	NH <sub>3</sub>	P dis	P. total
AA-AB	Mínimo	43,00	23,60	7,61	51,70	6,86	27,00	18,50	7500,00	300,00	5,64	0,51	3,07	0,98	31,27	8,50	36,00
	Máximo	66,00	26,70	7,64	92,90	10,08	39,30	19,50	10300,00	900,00	23,34	0,53	5,23	0,98	31,27	30,00	36,00
	Média	54,50	25,15	7,63	72,30	8,47	33,15	19,00	8900,00	600,00	14,49	0,52	4,15	0,98	31,27	19,25	36,00
AB	Mínimo	50,00	27,80	7,42	54,70	7,26	7,43	20,30	3000,00	200,00	13,34	0,02	2,07	0,56	5,36	7,67	44,17
	Máximo	83,00	29,00	7,88	75,50	12,91	18,80	27,50	7000,00	700,00	47,97	1,17	4,90	1,12	18,55	22,67	86,67
	Média	67,33	28,52	7,68	65,35	9,85	12,36	23,88	5033,33	433,33	30,40	0,71	3,29	0,84	10,14	13,50	60,14
AB-AA	Mínimo	64,00	27,80	6,46	72,00	9,16	4,45	22,50	3100,00	100,00	2,31	0,05	0,57	0,33	4,45	10,17	44,17
	Máximo	75,00	32,50	7,83	86,70	12,10	28,20	35,00	9600,00	1100,00	10,00	0,66	3,40	0,65	14,00	17,67	72,50
	Média	68,00	29,73	7,28	77,90	10,83	13,36	27,83	6350,00	600,00	6,58	0,37	2,01	0,49	10,21	13,50	57,22
AA	Mínimo	30,00	26,60	4,69	42,30	7,23	4,45	3,00	1300,00	100,00	1,28	0,05	0,57	0,33	4,45	3,50	44,17
	Máximo	75,00	32,50	7,93	86,70	12,10	73,00	35,00	15800,00	1100,00	10,00	1,73	9,07	1,40	4,45	79,33	200,83
	Média	44,55	28,93	6,59	60,55	9,76	31,93	18,37	7322,73	690,91	4,21	0,78	5,27	0,73	59,44	31,15	85,82

Fonte: Autora (2021)

Quadro 2: Variáveis de qualidade da água obtidas no P2 ao longo do ciclo hidrológico.

Ciclo hidrológico		Transp.	T°	pH	Cond.	OD	Turb	Alcal	C.Totais	C. Fecais	Cl- $\alpha$	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	P dis	P. total
AA-AB	Mínimo	32,00	24,80	7,20	120,70	7,66	40,30	15,00	5200,00	0,00	4,87	0,43	2,23	N.D	99,33	
	Máximo	32,00	24,80	7,20	120,70	7,66	40,30	15,00	5200,00	0,00	4,87	0,43	2,23	N.D	99,33	
	Média	32,00	24,80	7,20	120,70	7,66	40,30	15,00	5200,00	0,00	4,87	0,43	2,23	N.D	99,33	
AB	Mínimo	58,00	27,70	7,54	51,80	9,28	7,53	21,00	4100,00	200,00	0,51	0,51	2,40	2,64	21,83	38,33
	Máximo	83,00	27,80	7,93	64,80	12,10	12,00	27,00	4500,00	500,00	2,31	0,64	3,90	2,64	37,67	58,33
	Média	70,50	27,75	7,74	58,30	10,69	9,77	24,00	4300,00	350,00	1,41	0,58	3,15	2,64	29,75	48,33
AB-AA	Mínimo	18,00	28,10	7,62	55,00	7,63	4,91	24,00	9100,00	50,00	1,03	0,67	2,07	45,82	1,00	36,67
	Máximo	108,00	33,00	7,63	85,00	10,89	38,90	25,50	9100,00	50,00	6,67	0,85	13,40	45,82	96,00	183,33
	Média	63,00	30,55	7,63	70,00	9,26	21,91	24,75	9100,00	50,00	3,85	0,76	7,73	45,82	48,50	110,00
AA	Mínimo	35,00	28,60	4,38	50,00	8,33	24,21	10,00	1700,00	0,00	1,03	0,31	2,57	0,82	14,33	68,33
	Máximo	50,00	30,70	7,81	66,70	12,30	24,50	22,00	14100,00	900,00	1,54	1,00	9,57	4,91	31,83	101,67
	Média	42,50	29,65	6,10	58,35	10,32	24,36	16,00	7900,00	450,00	1,28	0,65	6,07	2,86	23,08	85,00

Fonte: Autora (2021)

## Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública





Com relação aos valores de oxigênio dissolvido, foi observado que durante todo o período amostral, tanto o P1 quanto o P2 apresentaram concentrações acima de  $5\text{mg.L}^{-1}$ , que corresponde à concentração preconizada pela CONAMA 357/2005 para águas de classe 2.

Já em se tratando de temperatura da água no período amostral a mesma teve uma variação de aproximadamente  $10^{\circ}\text{C}$ . Sendo que no P1 a menor temperatura foi  $23,6^{\circ}\text{C}$  (AA-AB) e o maior valor encontrado foi de  $32,5^{\circ}\text{C}$  (AB). No P2 seguiu o mesmo panorama, sendo o menor valor  $24,8^{\circ}\text{C}$  (AA-AB) e o maior  $33,0^{\circ}\text{C}$  (AA).

O pH aponta as condições em que se encontra o ambiente, como acidez, alcalinidade ou neutralidade da água. A resolução do CONAMA 357/2005 traz como valores orientadores para todas as classes, a faixa de pH entre 6 e 9. Durante o período amostral em ambos os pontos, apenas o mês de novembro apresentou valores abaixo do preconizado pela CONAMA 357, para águas de classe de II. Alcalinidade não tem referência na referida resolução porém seguiu o mesmo comportamento que o pH.

Condutividade elétrica (CE) expressa em forma de números da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica (CETESB, 2017). Os valores de CE encontrados neste estudo variaram no P1 de  $42\mu\text{S.cm}^{-1}$  (AA) à  $92,9\mu\text{S.cm}^{-1}$  (AA-AB). Já no P2 a variação foi de  $46\mu\text{S.cm}^{-1}$  (AA) à  $120\mu\text{S.cm}^{-1}$  (AA-AB).

Os valores de transparência da água encontrados no período amostral (maio/2019 a março/2020), como esperado, foram inversas aos dados encontrados para o parâmetro turbidez. Observou-se que no período de AB os valores de transparência foram maiores enquanto que turbidez menores, isso devido ao menor carregamento de partículas orgânicas e inorgânicas do solo e menor suspensão de sedimentos.

O nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. A Portaria N° 888/2021 do Ministério da Saúde e a Resolução CONAMA 357/2005, determinam que o valor máximo de nitrato na água seja de  $10\text{mg.L}^{-1}$ . Já o valor de nitrito preconizado nas referidas legislações é igual a  $1\text{mg.L}^{-1}$ .

### **Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



Os valores de nitrato no P1 variaram de 0,022 mg.L<sup>-1</sup> (AB) à 1,730mg.L<sup>-1</sup> (AB-AA). Já no P2 o menor valor foi de 0,264 mg.L<sup>-1</sup> (AB) e maior de 0,850mg.L<sup>-1</sup> (AB-AA). Todos os valores ficaram abaixo do preconizado na CONAMA 357/25005 para águas classe II e da Portaria N° 888/MS/2021(10mg.L<sup>-1</sup>). Com relação às concentrações de nitrito verificou-se que todos os valores se apresentaram abaixo do preconizado pela CONAMA 357/2005 para água de classe II e pela Portaria N° 888/MS/2021 que é de 1.0 mg.L<sup>-1</sup> .

Na presente pesquisa foram encontrados valores de amônia variando de 4,45 µg.L<sup>-1</sup> (AB-AA) à 32,27 µg.L<sup>-1</sup> (AA-AB) no P1. Ressalta-se que em 5 das 19 amostras coletadas no P1 não foi detectado presença de amônia, pois apresentaram valores menores que 0,05µg.L<sup>-1</sup> (limite de detecção da análise). Já no P2 a variação foi de 4,91 µg.L<sup>-1</sup> (novembro/2019) à 45,81 µg.L<sup>-1</sup> (outubro/2019), observou-se que apenas em 3 amostras das 9 coletadas em P2 foi detectado presença de amônia.

Para as análises de nitrogênio total foram selecionadas as amostras das primeiras coletas do mês do P1, sendo o menor valor encontrado no período de AB, igual a 0,33mg.L<sup>-1</sup> e o maior valor no período AA, 14mg.L<sup>-1</sup>.

O fósforo surge em águas naturais em virtude de descargas de esgotos sanitários, dejetos industriais e as águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas (CETESB, 2017). Os valores de fósforo total encontrados no P1, sofreram uma variação de 36 µg.L<sup>-1</sup> (AA-AB) à 200,83 µg.L<sup>-1</sup> (AA). Já no P2 a variação na concentração de fósforo total foi de 36,7 µg.L<sup>-1</sup> (AB-AA) à 183,33 µg.L<sup>-1</sup>(AA).

Em se tratando de fósforo dissolvido, as variações no P1 foram de 3,5 µg.L<sup>-1</sup> (AA-AB) à 69,20 µg.L<sup>-1</sup> (AA). Já no P2 a variação foi de 1 µg.L<sup>-1</sup> (AB) à 99,33 µg.L<sup>-1</sup> (AA-AB). Nos meses de maio/2019, agosto/2019, outubro/2019, janeiro/2020 e março/2020 os valores de fósforo dissolvido encontrados no P2 foram maiores que os encontrados no P1. Tal fato está relacionado ao P2 estar localizado em área rural, de forma que o solo desprotegido contribui para que o fósforo oriundo de fertilizantes, excremento animal ou naturalmente presente na constiuição química do solo, seja carregado ao rio Urupá.

**Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



A análise de coliformes totais e fecais foi realizada ao longo do desenvolvimento deste trabalho com o objetivo de verificar se os pontos estudados no rio Urupá recebem esgoto doméstico ou carreamento de poluição fecal difusa, devido ao rio Urupá estar inserido em uma região com forte atividade agropecuária e as cidades inseridas nesta bacia não possuem coleta e tratamento de esgoto de forma adequada.

A partir dos resultados obtidos foi possível observar que o P1 no período de AA, os valores de coliformes totais foram menores, variando de 3.000 UFC/100mL (junho/2019) à 7.000 UFC/100mL (agosto/2019). Já os coliformes fecais no período de AB apresentaram variação de 100UFC/100mL (setembro/2019) à 700 UFC/100mL (julho/2019). Já no período de AA e na transição AA-AB, os valores de coliformes totais no P1 atingiram densidades de 1.300 UFC/100mL (janeiro/2020) à 14.100 UFC/100mL (maio/2019), enquanto que os coliformes fecais tiveram uma variação de 400UFC/100mL (novembro/2019) à 1.100UFC/100mL (outubro/2019), ultrapassando o valor determinado pela resolução CONAMA 357/2005 para águas classe II que é de 1000 UFC/100mL.

No P2 observou-se que para o período de AA, os valores de coliformes totais, variaram de 4.000 UFC/100mL (junho/2019) à 4.500 UFC/100mL (agosto/2019). Já os coliformes fecais no mesmo período apresentaram variação de 200UFC/100mL (julho/2019) à 500 UFC/100mL (agosto/2019). Quanto aos coliformes fecais no P2 no período de AA e transição (AA-AB e AB-AA) variaram 50UFC/100ml em (outubro/2019) a 1.100 UFC/mL (março/2020).

Quanto aos coliformes fecais no P2 nos meses de maio/2019 e novembro/2019 esse grupo esteve ausente, visto que não se desenvolveu nas placas. Nos demais meses o menor valor foi encontrado 50UFC/100mL (outubro/2019) e o maior valor 1100UFC/100 (março/2020).

## **Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



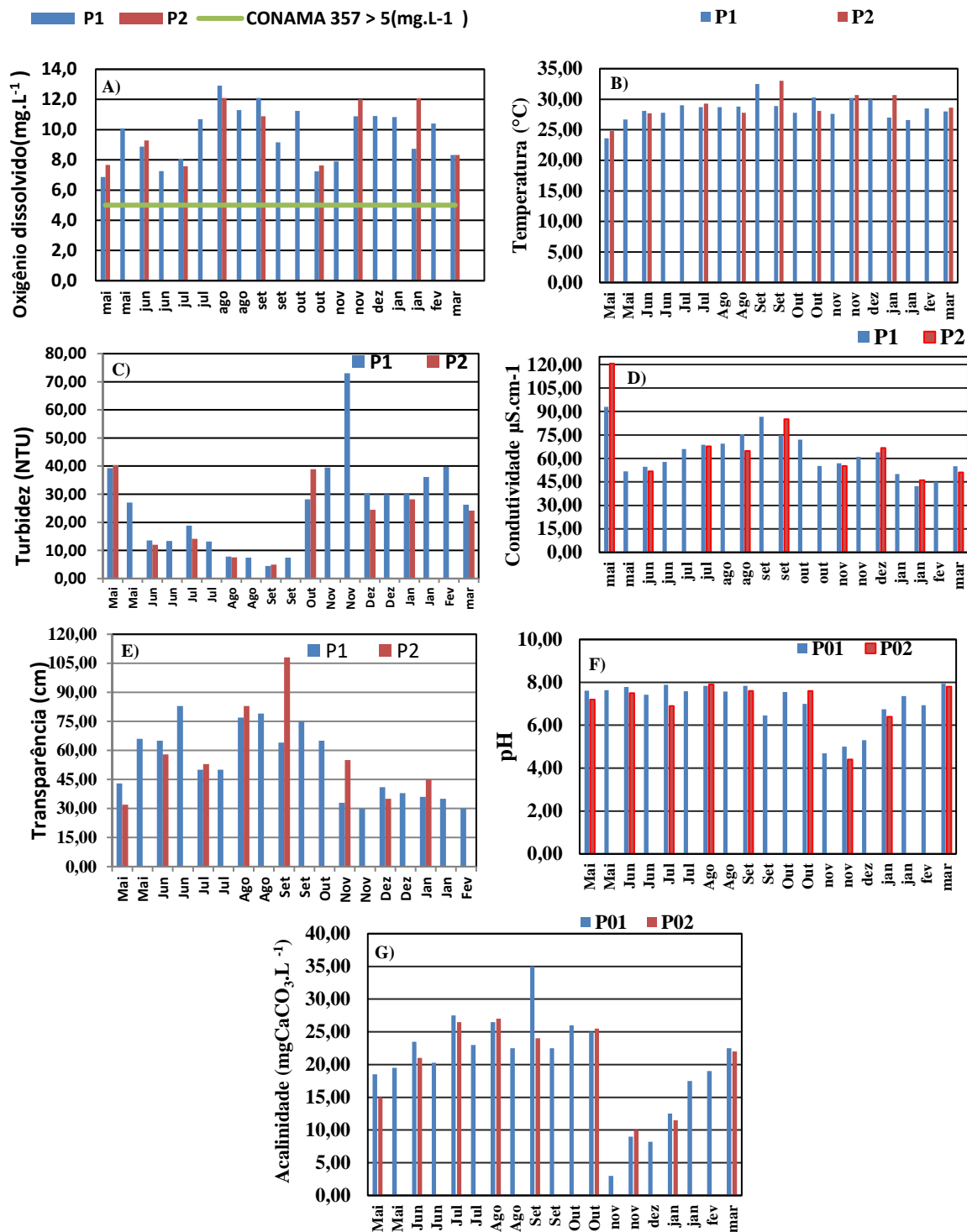


Figura 6-Valores de oxigênio dissolvido (A), temperatura (B), turbidez (C), condutividade elétrica (D), transparência (E), pH (F) e alcalinidade (G) no P1 e P2 ao longo do ciclo hidrológico.

## Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública



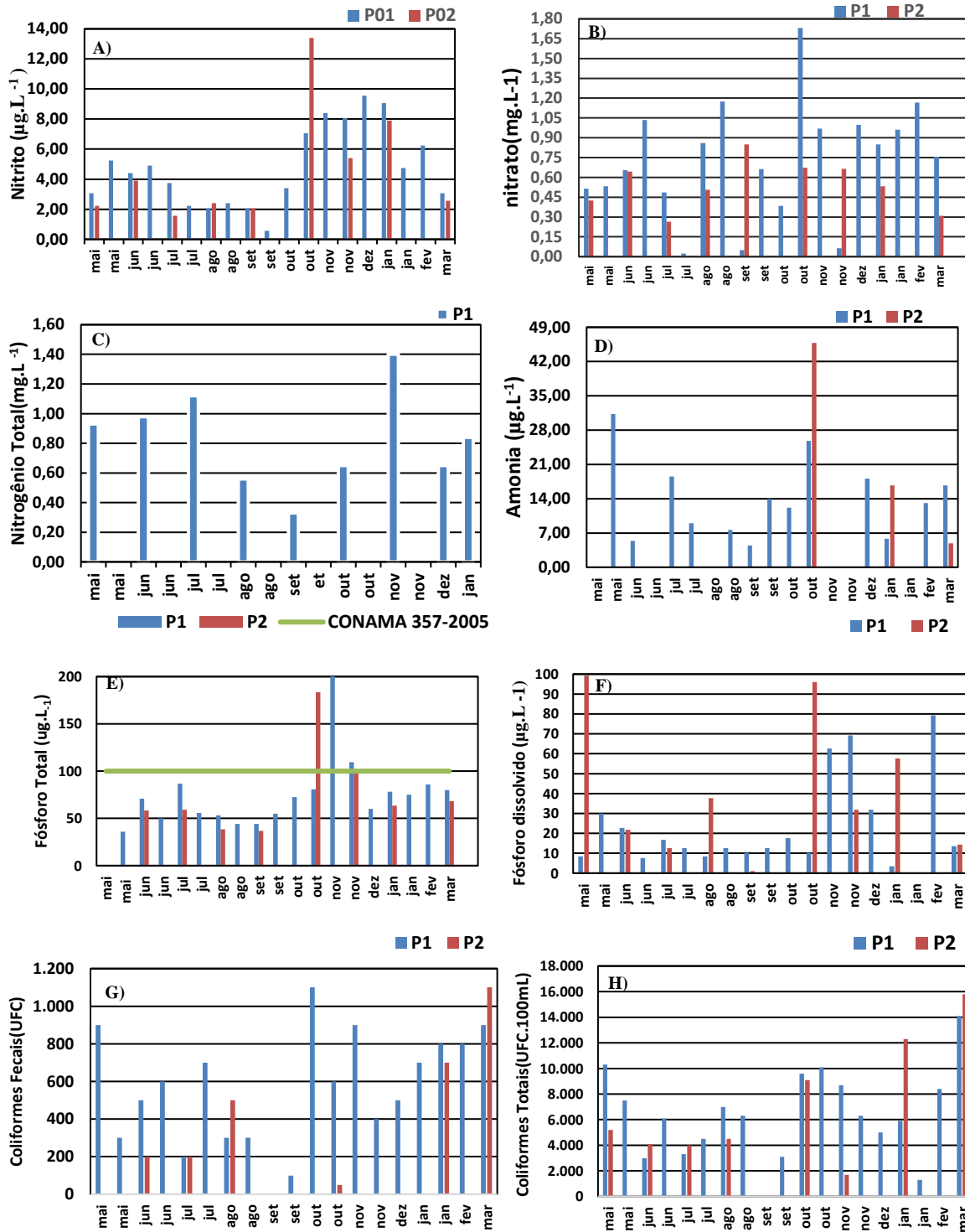


Figura 7-: Valores de nitrito (A), nitrato (B), nitrogênio total (C), amônia (D), fósforo total (E), fósforo dissolvido (F) coliformes fecais (G) e coliformes totais (H) no P1 e P2 ao longo do ciclo hidrógico

## Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública



### 5.3 Índice do Estado Trófico

A eutrofização nos corpos de água é um processo que deve ser apontado como um dos importantes impactos à qualidade das águas, proveniente do aumento exagerado da carga de nutrientes, como fósforo e nitrogênio, perdendo a qualidade do corpo hídrico (ALVES et al., 2017). De acordo com Silva et al. (2016), em se tratando de ambientes lóticos a eutrofização está geralmente relacionada a atividades humanas, as quais provocam a entrada de nutrientes nos corpos hídricos a ponto de exceder a capacidade de autodepuração dos mesmos. Na presente pesquisa calculou-se o Índice do Estado Trófico nos pontos 1 e 2 utilizando os dados de fósforo total (quadro 3).

Quadro 3: Índice do Estado Trófico nos pontos 1 e 2 durante o ciclo hidrológico.

MÊS	IET P1		IET P2	
	IET PT	IET PT	IET PT	IET – PT
31/05/2019	52,55	Mesotrófico	-	-
12/06/2019	56,07	Mesotrófico	55,06	Mesotrófico
26/06/2019	54,26	Mesotrófico	-	-
16/07/2019	57,12	Mesotrófico	55,13	Mesotrófico
31/07/2019	54,83	Mesotrófico	-	-
14/08/2019	54,59	Mesotrófico	52,88	Mesotrófico
28/08/2019	53,61	Mesotrófico	-	-
17/09/2019	53,61	Mesotrófico	52,65	Mesotrófico
30/09/2019	54,75	Mesotrófico	-	-
17/10/2019	56,19	Mesotrófico	-	-
30/10/2019	56,75	Mesotrófico	61,01	Eutrófico
20/11/2019	61,48	Eutrófico	-	-
30/11/2019	58,32	Mesotrófico	57,94	Mesotrófico
23/12/2019	55,21	Mesotrófico	-	-
07/01/2020	56,59	Mesotrófico	55,49	Mesotrófico
30/01/2020	56,36	Mesotrófico	-	-
17/02/2020	57,07	Mesotrófico	-	-
11/03/2020	57,94	Mesotrófico	61,83	Eutrófico

Fonte: a autora

Os resultados de IET (PT) no P1 um ambiente Mesotrófico em 95% das amostras, ou seja, demonstrando, segundo Lamparelli (2004), que o rio Urupá é um corpo d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na

### Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública

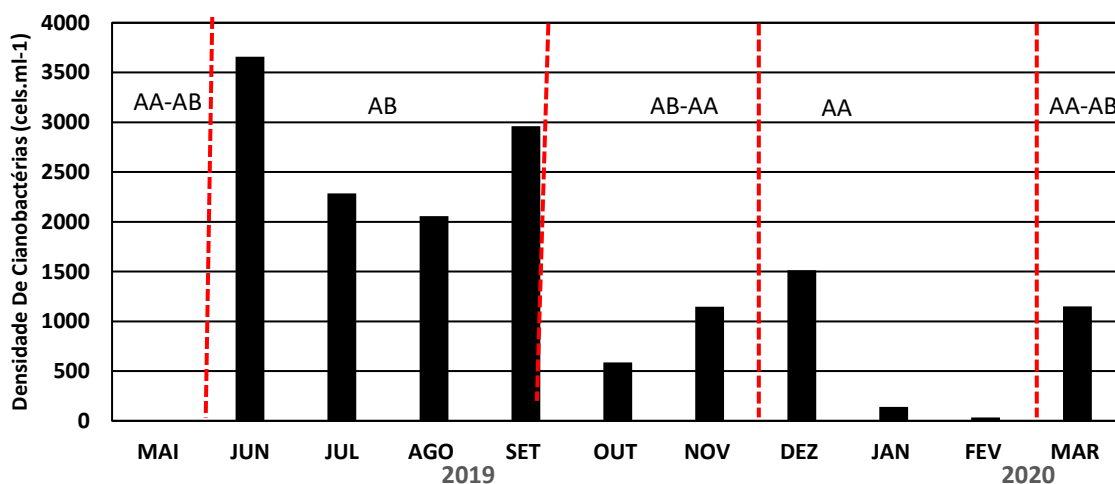


maioria dos casos. Já no P2 os resultados apontaram o grau de trofia Mesotrófico em 90% das amostras, com exceção dos meses de outubro/2019 e março/2020, o qual apresentou trofia Eutrófico. Ressalta-se que nos meses de dezembro/2019 e fevereiro/2020, não foi possível realizar as coletas no P2. Tanto em P1 como em P2 o grau de trofia foi menos satisfatório nas amostras dos meses das primeiras chuvas mais fortes na região, o qual carrega grande quantidade de matéria orgânica acumulada no solo durante o período de seca.

#### 5.4 Dinâmica do fitoplâncton (ênfase cianobactérias) e clorofila a

Durante os onze meses de coleta (maio/2019 a março/2020), foram coletados no P1, onze amostras de fitoplâncton destinadas às análises qualitativas e quantitativas do fitoplâncton. Foi possível verificar a presença de seis grupos fitoplanctônicos nestas amostras (tabela 2), sendo eles as cianobactérias (18 táxons), criptofíceas (3 táxons), dinofíceas (2 táxons) euglenofíceas (7 táxons), diatomáceas (20 táxons) e clorofíceas (46 táxons). A figura 13 evidencia a densidade de cianobactérias encontradas no período amostral.

Figura 8: Dados quantitativos de cianobactérias no P1 durante o período amostral (maio/2019 à março/2020), assim como as variações sazonais no período.



Fonte: A autora, 2020

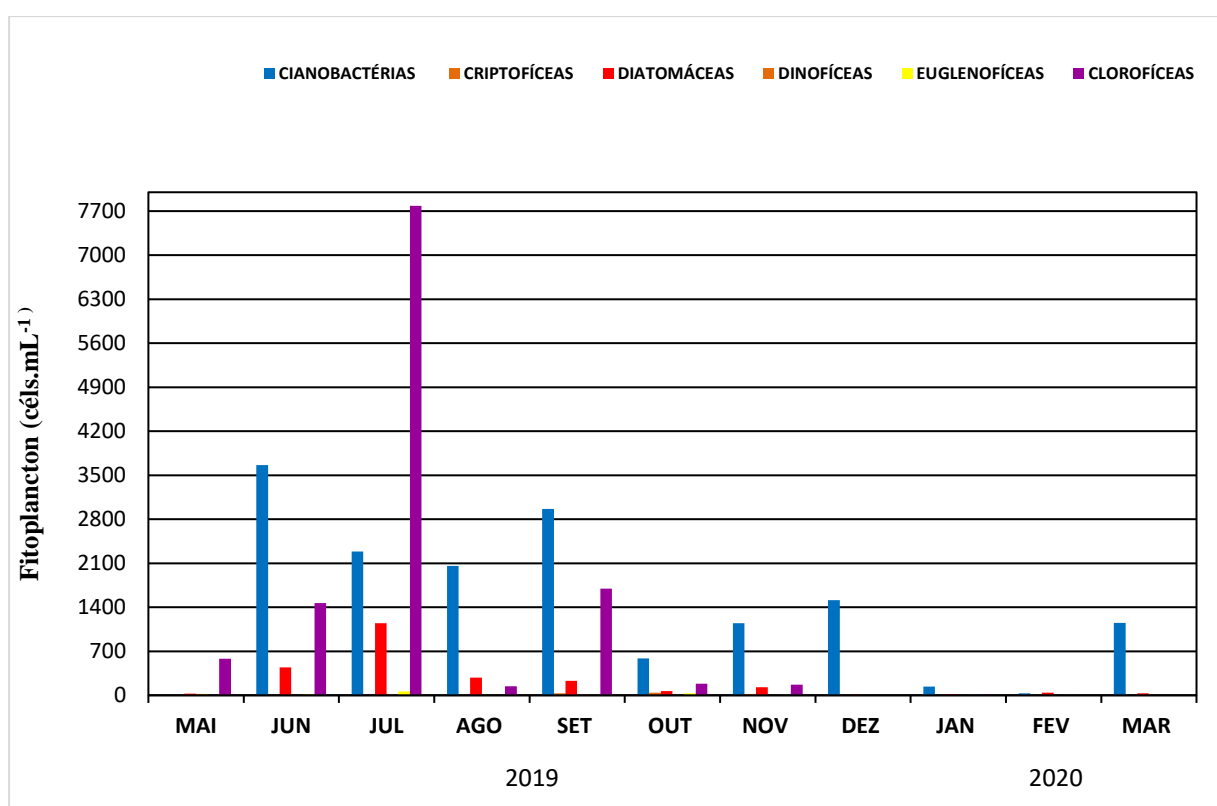
Observou-se, que no mês de maio/2019, período de transição AA-AB, não foi

**Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



identificado nenhuma espécie de cianobactéria. Já no mês consecutivo, (junho/2019), período de AB, foram registradas 3.660 céls.ml<sup>-1</sup>, sendo a espécie *Aphanocapsa delicatissima*, a espécie dominante, seguida por *Planktolyngbya limnetica*. Ressalta-se que o mês de junho foi encontrado o maior valor de transparência em P1 (83cm). Outro mês com expressiva densidade foi setembro de 2019, ainda no período de águas baixas, sendo a espécie *Aphanocapsa incerta*, a espécie dominante. A figura 09 apresenta a densidade de cianobactérias encontrada frente aos demais grupos do fitoplâncton durante o período amostral.

Figura 9: Densidade de fitoplâncton ao longo do período amostral (maio-2019 a março-2020).



Fonte: a autora

A figura 10 apresenta os dados de clorofila-a e o valor orientador para este parâmetro para corpos d'água de classe II preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005 (30ug.L<sup>-1</sup>). Os resultados indicaram que o P1 apresentou maiores concentrações de clorofila-a quando

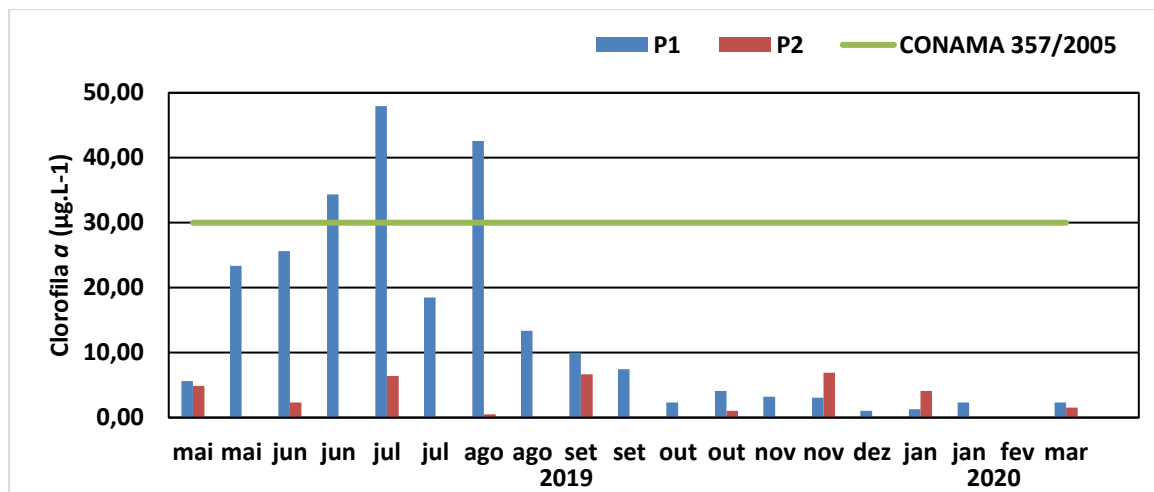
### Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública





comparado aos valores do P2. No P1 as concentrações de clorofila-a variaram de  $1,3\mu\text{g.L}^{-1}$  (dezembro/2019) à  $47,97\mu\text{g.L}^{-1}$  (julho/2019), já no P2 a variação foi de  $0,51\mu\text{g.L}^{-1}$  (Junho/2019) à  $6,93\mu\text{g.L}^{-1}$  (novembro/2019).

Figura 10 Concentrações de clorofila a nos pontos 1 e 2 ao longo do período amostral (maio/2019 à março/2020), assim como determinação CONAMA 357 para águas de classe II.



Fonte: A autora

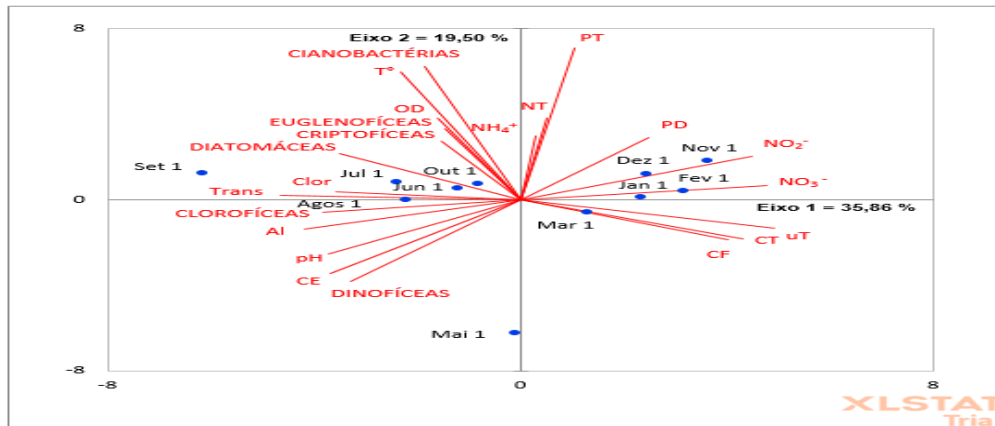
#### 5.4 Análise das Componentes Principais

A análise de componentes principais (ACP) realizada com os resultados obtidos no P1 foi constituída por valores dos parâmetros físico-químicos e microbiológico nos meses em estudo. No ponto 1 para a primeira coleta de cada mês foi realizado a análise de nitrogênio total e a análise quali-quantitativa do fitoplâncton, a representação gráfica dos resultados encontram-se na figura 11. O eixo 1 foi responsável por 35,86% da variância dos dados, no eixo 2 a variância explicada foi de 19,50%, totalizando 55,36% da variância.

**Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



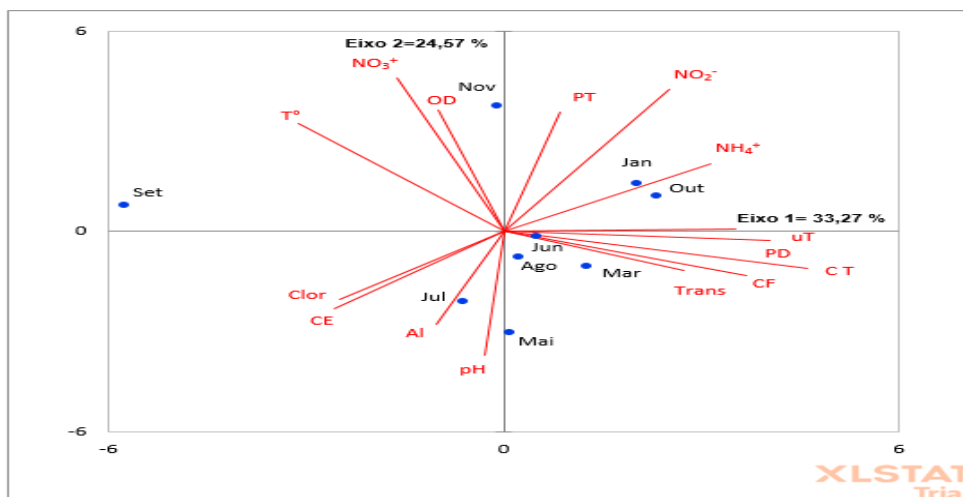
Figura 11: Projeção dos dados da Análise das Componentes Principais (ACP) do P1 e os resultados de fioplâncton Abreviaturas (OD: Oxigênio Dissolvido, T°: temperatura, NH<sub>4</sub>: amônia, PT: fósforo total, PD: fósforo dissolvido, NO<sub>2</sub>: nitrito, uT: Turbidez, CF: Coliformes Fecais, CT: coliformes totais, NO<sub>3</sub>: Nitrato, pH: potencial hidrogeniônico, Al: alcalinidade, Trans: transparência, Clor: clorofila, CE: condutividade elétrica



Fonte: A autora.

Na figura 12 é apresentada a projeção dos dados da análise de componentes principais para os parâmetros avaliados. O eixo 1 foi responsável pela explicação de 33,27%, o eixo 2 24,57% somando um total de 57,84% dos dados explicados.

Figura 12: Projeção dos dados da Análise das Componentes Principais (ACP) do ponto 2 e os parâmetros avaliados. Abreviaturas (OD: Oxigênio Dissolvido, T°: temperatura, NH<sub>4</sub>: amônia, PT: fósforo total, PD: fósforo dissolvido, NO<sub>2</sub>: nitrito, uT: Turbidez, CF: Coliformes Fecais, CT: coliformes totais, NO<sub>3</sub>: Nitrato, pH: potencial hidrogeniônico, Al: alcalinidade, Trans: transparência, Clor: clorofila, CE: condutividade elétrica



Fonte: A autora.

### Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública



Ao correlacionar os dados da PCA a qual encontra-se os dados de cianobactérias e dos outros grupos fitoplanctônicos, observou-se que o fitoplâncton apresentou maior densidade nos meses de menor incidência chuvosa, correspondente ao período de estiagem na região, apresentando maiores valores de temperatura e consequentemente maior estabilização da coluna da água, o que refletiu nos maiores valores de oxigênio dissolvido e de clorofila *a* encontrados. As cianobactérias tiveram ampla correlação com a temperatura da água.

### **5.5 Informações sobre a possível ocorrência de florações de cianobactérias junto aos operadores das principais estações de tratamento de água do Estado**

Foram enviados questionários para 16 municípios em que a CAERD realiza a captação de água superficial (apêndices 1 e 2), porém apenas 11 devolveram o questionário respondido. Destas 11 localidades, 7 não relataram problemas que podem estar diretamente relacionados à floração de cianobactérias (apêndice 1). Porém 4 localidades apresentaram eventos que precisam ser investigados como possibilidade de estarem associados a florações de cianobactérias. O município de Presidente Médici, com captação de água no Rio Machado, evidenciou no ano de 2019 um evento relacionado com gosto de barro na água tratada, nos meses de junho e julho período de baixa vazão, e setembro e outubro, início das chuvas. Diante dessa informação destaca-se a necessidade de um monitoramento da dinâmica de cianobactérias neste ambiente.

Outro rio que de acordo com o questionário apresentou também indícios de floração de cianobactérias é o rio Jaru. No ano de 2015 apresentou cheiro forte de mofo na água mesmo após o tratamento convencional, causando transtornos para a companhia de água. Vale ressaltar que o rio Jaru tem sua nascente próxima à nascente do rio Urupá, porém as características de uso e ocupação do solo no entorno de sua bacia é muito semelhante ao uso e ocupação do solo do rio Urupá.

O rio Bumburro é utilizado como manancial de abastecimento público do município de Santa Luzia também vem apresentando problema de cor esverdeada na água. O evento mais preocupante ocorreu em outubro de 2019, onde houve dificuldade no tratamento da

### **Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



água apresentando muito lodo em virtude da coloração da água bruta, causando dificuldades no tratamento.

A cidade de Urupá também sofreu com gosto de barro na água tratada durante o ano de 2016, ano esse em que Ji-Paraná, sofria com possível floração de cianobactérias. A captação de água em Urupá fica no rio de mesmo nome, mas diferente de Ji-Paraná no ponto de captação, o rio possui menor influência antrópica (LIMA, 2014).

### **5.6 Levantamento das unidades de saúde e clínicas de hemodiálise que utilizam água dessas ETAS, visando identificar a finalidade do uso da água.**

Ao realizar o levantamento das unidades de saúde nas cidades pertencentes à bacia do rio Urupá, que utiliza o rio referido como fonte de abastecimento de água potável, identificou-se que apenas as cidades de Ji-Paraná e Urupá se enquadra nestes requisitos.

Diante disso ao realizar uma busca junto às secretarias de saúde dos municípios em questão e depois confrontando as informações com o o Sistema Integrado de Gestão de Serviços de Saneamento - GSAN da CAERD, obteve-se os resultados presentes no quadro 4

Quadro 4: Levantamento das unidades de saúde

Unidade de Saúde	Ji-Paraná		
	Quantidade	Uso de água da CAERD	Uso de fontes individuais
Hospitais públicos	1	sim	sim
Hospitais particulares	4	não	sim
Clínica de hemodiálises	1	não	sim
Unidade básica de saúde	11	sim	não
Urupá			
Hospitais públicos	1	não	sim
Hospitais particulares	1	sim	não
Clínica de hemodiálise	0	-	-
Unidade básica de saúde	1	sim	não

Fonte: GSAN, 2020

### **Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



Pode-se observar que em Ji-Paraná apenas um hospital utiliza água distribuída pela CAERD, e mesmo assim ainda tem um sistema independente que também é utilizado como forma de abastecimento. Os outros quatro hospitais instalados na cidade utilizam fontes individuais de abastecimento. A única clínica de hemodiálise situada em Ji-Paraná também é abastecida por outra fonte de abastecimento. Já as onze unidades básicas de saúde são abastecidas pela CAERD. Na cidade de Urupá são apenas dois hospitais, sendo um deles abastecido pela CAERD e outro abastecido por fonte individual. Existe ainda uma unidade básica de saúde que também utiliza como fonte de abastecimento o sistema público.

## 6 . CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ponto de coleta P1 situado próximo a captação de água da CAERD no rio Urupá na cidade de Ji-Paraná, apresentou espécies de cianobactérias potencialmente tóxicas, a saber *Aphanocapsa incerta* e *Planktolyngbya limnetica*. Destaca-se ainda que 51,33% da comunidade fitoplanctônica durante todo o período estudado foi composta por cianobactérias.

As variáveis físico-químicas e microbiológicas da água apontaram que ao longo de um ciclo hidrológico os pontos amostrados no rio Urupá apresentaram características que podem favorecer a ocorrência de florações de cianobactérias, como valores altos de transparência da água e presença de nutrientes importantes como o nitrato e fósforo principalmente nos períodos de águas baixas.

Das onze ETAs da CAERD que responderam aos questionários, as ETAs de Presidente Médice, Urupá, Jaru e Santa Luzia podem ter tido episódios de aumento da biomassa fitoplanctônica e possível floração de cianobactérias, com eventos relacionados a gosto e odor na água tratada, e cor esverdeada na água bruta.

Quanto às unidades de saúde, verificou-se que 70% das unidades localizadas em Ji-Paraná utilizam água da CAERD para abastecimento e 60% das unidades localizadas em Urupá também utilizam a concessionária pública como fonte de abastecimento.

Diante destes resultados, evidencia-se a necessidade de acompanhamento da qualidade da água, com ênfase na densidade de cianobactérias, não somente no rio Urupá,

**Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



mas em outros mananciais de captação do Estado de Rondônia, visando proteger a saúde da população quanto à possível exposição à cianotoxinas bem como contribuir com medidas de preservação dos recursos hídricos através dos dados levantados.

## 7. RECOMENDAÇÕES

Diante dos resultados obtidos na presente pesquisa é de fundamental importância que a Companhia de Água e Esgoto de Rondônia-CAERD, crie um plano de monitoramento de seus mananciais de abastecimento que contemple a análise de cianobactérias e de parâmetros limnológicos que relacionam-se ao seu desenvolvimento, como clorofila-a, transparência da água e os nutrientes fósforo e nitrogênio. Deve-se ainda monitorar a vazão do rio Urupá, uma vez que as florações de cianobactérias estão relacionadas a baixa vazão do rio.

É importante que os órgãos gestores do meio ambiente façam também esse monitoramento, como forma de fiscalização da concessionária responsável pelo abastecimento público no Estado. Bem como, é importante a fiscalização da qualidade da água distribuída pela CAERD pelos órgãos de saúde responsáveis pela vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano. Evidencia-se também a importância de se iniciar tal monitoramento nos municípios Urupá, Jaru, Presidente Medici e Santa Luzia. Ressalta-se a necessidade de trabalho conjunto entre os órgãos ambientais e de saúde pública.

## REFERENCIAS

ALVES, W. D. S. et al. Avaliação da qualidade da água e estado trófico do ribeirão das abóboras, em Rio Verde – go, Brasil. **Geociencias**, v. 36, n. 1, p. 13–29, 2017

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Regiões Hidrográficas**. 2014. Disponível em: [https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/b78ea64219b9498c8125cdef390715b7\\_0?page=2](https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/b78ea64219b9498c8125cdef390715b7_0?page=2). Acesso em: 14 de novembro de 2020

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Aplicativo Hidroweb móbile versão 1.2.2**. 2020. Disponível em:

**Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.gov.ana.hidroweb>. Acesso em: 01 de junho de 2020.

BEAVER, J. R. *et al.* Environmental factors influencing the quantitative distribution of microcystin and common potentially toxigenic cyanobacteria in U.S. lakes and reservoirs. **Harmful Algae**, v. 78, n. April, p. 118–128, 2018.

BOLSON, M.A. A biogeoquímica do rio Urupá, Rondônia. 2006. 60 f. Dissertação (Mestrado em Química na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64135/tde-30012007-105204/pt-br.php>>; acesso em 10 de maio de 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília - DF, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 20 de fevereiro. 2019.

BRASIL. Portaria GMQMS nº 888 de 4 de maio de 2021. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Ministério da Saúde**, p. 127, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. acesso 16 de maio de 2021 .

BURATTI, F. M. *et al.* Cyanotoxins: producing organisms, occurrence, toxicity, mechanism of action and human health toxicological risk evaluation. **Archives of Toxicology**, v. 91, n. 3, p. 1049–1130, 2017.

CAERD. Relatório anual - Qualidade da água exercício 2017. /Companhia de Água e Esgoto de Rondônia- Ji-paraná disponível em: <http://transparencia.ro.gov.br/Arquivo/VisualizarArquivo?pEncArquivoId=PByEDBp4wDBhuhDPHJEmAjoLFTC3Sr7DLjDPHDNwy5jK0n0Lj5jj8naKyTGv7WbIPxRSQ2KULQiFEiukr3GtqAIggXZNIHCO64u0in4RDc3QU4L>. acesso em 14 de maio de 2018.

**Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



CÂMARA NETO, H. F. da. A “Tragédia da Hemodiálise” 12 anos depois: Poderia ela ser evitada?. 2011. 171f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife. Disponível em: <http://www.cpqam.fiocruz.br/bibpdf/2011camaraneto-hf.pdf> . acesso 21 Nov. 2018.

CARLSEN, H. V. et al. Mapeamento de viveiros escavados no estado de Rondônia por meio de imagens orbitais *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 19., 2019, Santos. Anais... São José dos Campos: INPE, 2019. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/196967/1/5056.pdf> . acesso em 15 de dezembro de 2020.

COLDEBELLA, Anderson. Efluentes da piscicultura intensiva em viveiros escavados: caracterização e dinâmica dos nutrientes. 2018. Tese (Doutorado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo-PR. 2018

DA SILVA COELHO, A. *et al.* Análise da estrutura espacial e funcional da paisagem aplicada ao planejamento da conservação da natureza no município de Itajaí, Santa Catarina, Brasil. **Geosul**, v. 33, n. 66, p. 304–327, 2018.

**DIÁRIO DA AMAZÔNIA. Pesquisa indica que água da Caerd tem qualidade regular.** 15 de junho de 2016. disponível em: <https://www.diariodaamazonia.com.br/pesquisa-indica-que-agua-da-caerd-tem-qualidade-regular/>. acesso em: 13 de outubro de 2020

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal**, v. 44, n. 4, p. 51, 2016. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2016\\_v44\\_br.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2016_v44_br.pdf). acesso em 05 de novembro de 2020

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2017: resultados preliminares.** Rio de Janeiro, v. 7, ISSN 0103-6157, p. 1–180, 2017. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro\\_2017\\_resultados\\_prelimin](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_prelimin)

**Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**





ares.pdf. acesso em 07 de novembro de 2020.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Organização do território.** Rio de Janeiro. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio.html>. acesso em 07 de novembro de 2020.

KUBICKOVA, B. *et al.* Effects of cyanobacterial toxins on the human gastrointestinal tract and the mucosal innate immune system. **Environmental Sciences Europe**, v. 31, n. 1, p. 1–27, 2019.

NASCIMENTO, Elisabete Lourdes do. Fatores ambientais reguladores da dinâmica de cianobactérias no reservatório da usina hidrelétrica de Samuel - Rondônia (Amazônia Ocidental, Brasil). 2012. - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2012

OLIVEIRA, E. D. C. *et al.* First detection of microcystin-lr in the amazon river at the drinking water treatment plant of the municipality of Macapá, Brazil. **Toxins**, v. 11, n. 11, p. 1–21, 2019.

PEREIRA, Edilaine da silva. **Uso e ocupação do solo e a qualidade da água na bacia do rio Urupá, Rondônia.** 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR, Rolim de Moura, 2019.

PORTAL DO PEIXE. **Como licenciar sua piscicultura? Cadastro Único do Piscicultor.** 2020. disponível em: <http://portaldopeixe.ro.gov.br/como-funciona/como-licenciar-sua-piscicultura/?fbclid=IwAR0xRbfbDCbvZTThkWm58xK1WtVVfIPObB-MijS-Fyv2-cGtgAVeInPR5-Y>. Acesso em 06 de dezembro de 2020

SÁ, L. L. C. *et al.* Ocorrência de uma floração de cianobactérias tóxicas na margem direita do rio Tapajós, no município de Santarém (Pará, Brasil). **Revista Pan-Amazônica Saúde**, 2010

SAMPAIO, Joseane.; CARNEIRO, Ronaldo, Leal.; PINTO, Ernani. Potencial tóxico e **Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



farmacológico de Cianobactérias. **RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 2, p. 59-75, jun. 2011

SANCHES, S. M. et al. Presença da toxina microcistina em água, impactos na saúde pública e medidas de controle. **Revista de Ciencias Farmaceuticas Basica e Aplicada**, v. 33, n. 2, p. 181–187, 2012

SECRETÁRIA DO ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL (SEDAM). Relatório final (RF) para a elaboração do plano estadual de recursos hídricos do estado de Rondônia. 2018. Disponível em: [https://data.portal.sistemas.ro.gov.br/ RELATORIO-FINAL](https://data.portal.sistemas.ro.gov.br/RELATORIO-FINAL). acesso em 12 de novembro de 2020

SILVA, S. C. F. DA. Ecotoxicologia de Cianobactérias no canal principal do baixo Rio Tapajós, Santarém, Pará, Brasil. **Dissertação**, p. 93, 2012

SILVA. et al. Avaliação da qualidade ambiental do Riacho Lamego pela razão EPT/ Chironomidae e teste microbiológico. v. 1, n. 3 (2016) p. 15–23, . Disponível em: <https://cadernoscajuina.pro.br/revistas/index.php/cadcajuina/article/view/24>. acesso em 26 de junho de 2020

SILVA, D. C. DA C. E et al. Metodologia para análise do potencial de degradação dos recursos hídricos em bacias hidrográficas / Methodology for potential degradation analysis of water resources in watershed. **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 50, p. 455, 2017

SILVEIRA JÚNIOR, A. M. Composição e biomassa microfitoplanctônica associadas a variáveis físico e químicas em dois transectos da zona estuarina do rio Amazonas (Amapá, Amazônia, Brasil). Macapá: Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal do Amapá, Macapá , AM. 2012

SVIRČEV, Z. et al. Toxicology of microcystins with reference to cases of human intoxications and epidemiological investigations of exposures to cyanobacteria and cyanotoxins. **Archives of Toxicology**, v. 91, n. 2, p. 621–650, 2017

**Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



TEIXEIRA ADLOFF, C. *et al.* Revista Brasileira de Recursos Hídricos Brazilian Journal of Water Resources Analysis of the phytoplankton community emphasizing cyanobacteria in four cascade reservoirs system of the Iguazu River, Paraná, Brazil Análise da comunidade fitoplanctônica com . v. 6, n. 23, 2018.

VIEIRA, S. *et al.* Microcystin production by *Radiocystis fernandoi* ( Chroococcales , Cyanobacteria ) isolated from a drinking ´ m , PA , water reservoir in the city of Bele Brazilian Amazonia region. v. 42, p. 709–713, 2003.

**Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública**



## APENDICE A

LOCALIDADES QUE NÃO APRESENTARAM EVENTOS QUE PODEM ESTAR RELACIONADO A FLORAÇÃO DE ALGAS						
	São Miguel	Seringueiras	Costa Marques	Nova Brasilândia	Colorado d' Oeste	Porto Velho
Os operadores observaram alguma alteração no odor da água bruta que chega na ETA , nos últimos anos?	Sim	não	Não	Sim	Não	Não
Se sim, em quais meses/anos?	Após as primeiras chuvas fortes, nos últimos anos	-	-	Novembro e dezembro	-	-
Com relação aos parâmetros, a cor da água bruta sobrepõe muito o valor da turbidez?	Sim		Não	<u>Sim</u>	Sim	Sim
Se sim, em quais meses/anos?	Após as primeiras chuvas fortes, nos últimos anos	não		De outubro a Janeiro nos últimos anos	Nos meses Novembro, dezembro, janeiro e fevereiro	Novembro, dezembro, janeiro, fevereiro- todos os anos
Ocorrem alterações significativas nos valores de pH na água bruta?	Sem informação,	não	Não realizam o controle	Não	não	sim
Se sim, quais os valores máximos e mínimos, em quais meses/anos essas variações foram mais significativas?	Por que não fazem leitura de pH	-	-	-	-	Novembro, dezembro, janeiro, fevereiro- todos os anos
Quais foram os meses onde ocorreram um maior tempo de carreira dos filtros, com o consequente aumento do volume da água de lavagem dos mesmos, em quais anos?	No início do período chuvoso, todos os anos	Novembro, dezembro, janeiro e fevereiro- todos os anos	De janeiro a maio de 2019	Outubro e novembro em todos os anos, início das chuvas	Não tem diferença	Nos meses de chuva forte
Tem observado aumento de lodo verde nos decantadores?	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Se sim, em quais meses/anos?				Outubro e novembro	Novembro, dezembro, janeiro e fevereiro	Nos meses de chuva forte
Nos últimos anos aconteceram algum evento anormal que chamou a atenção dos operadores e responsáveis pelo tratamento da água?	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim
Se sim, quais foram esses eventos	Cor da água está ficando amarelada mesmo após o tratamento, acontece no início das chuvas	-	-	-	A turbidez da água bruta fica abaixo de 10 a água do decantador fica com um tom entre verde e azul apesar da turbidez ficar menor que 1,0. No mês de setembro	nas ultimas cheia do rio madeira a água apresentou dificuldade para tratar

### Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública



## PENDICE B

<b>LOCALIDADES QUE APRESENTARAM EVENTOS RELACIONADOS À FLORAÇÃO DE ALGAS</b>				
	<b>1. Presidente Médici</b>	<b>2. Jaru</b>	<b>3. Urupá</b>	<b>4. Santa Luzia</b>
Os operadores observaram alguma alteração no odor da água bruta que chega na ETA , nos últimos anos?	Sim	Não	Sim	Sim
Se sim, em quais meses/anos?	junho, julho, setembro e outubro/2019		no mês de junho do ano 2016	Novembro e dezembro
Com relação aos parâmetros, a cor da água bruta sobrepõe muito o valor da turbidez?	Sim	Sim	Sim	Sim
Se sim, em quais meses/anos?	Nos períodos chuvosos	Todos os meses e todos os anos	No período chuvoso	De outubro a Janeiro nos últimos anos
Ocorrem alterações significativas nos valores de pH na água bruta?	Sim	Sim	Sim	Não
Se sim, quais os valores máximos e mínimos, em quais meses/anos essas variações foram mais significativas?	Nos períodos chuvosos em todos os anos	Valores mínimos 5,5, nos meses de dezembro e janeiro chuvas fortes. Todos os anos	no período chuvoso todos os anos	
Quais foram os meses onde ocorreram um maior tempo de carreira dos filtros, com o consequente aumento do volume da água de lavagem dos mesmos, em quais anos?	Não houve	De outubro a janeiro de todos os anos	no período chuvoso todos os anos	Outubro e novembro em todos os anos, início das chuvas
Tem observado aumento de lodo verde nos decantadores?	Não	Sim	Sim	Sim
Se sim, em quais meses/anos?		De outubro a janeiro	de novembro à março	Outubro e novembro
Nos últimos anos aconteceram algum evento anormal que chamou a atenção dos operadores e responsáveis pelo tratamento da água?	Sim	Sim	Sim	Sim
Se sim, quais foram esses eventos	A água apresentou gosto de barro nos meses de setembro, outubro e novembro – 2019	O primeiro evento começou em novembro 2015, tivemos dificuldade em tratar a água, o cheiro da água mudou se assemelhando ao peixe estragado, e com uma lama de aspecto cinza, leve não decanta e difícil floculação e após o tratamento mesmo sem turbidez a cor da água ainda persiste. com isso aumenta o uso de sulfato e de descarga nos floculadores e filtros	No ano de 2016 houve uns três dias em que água ficou com gosto de barro e cheiro de mofo, mesmo após o tratamento a população reclamou bastante	Em outubro de 2019, a turbidez estava baixa, porém a cor alta o que dificultou a floculação, sobrecarregando os filtros, mesmo usando polímeros a água não floculava bem, a água bruta estava com uma coloração verde musgo e com isso acumulou muito lodo nos decantadores e filtros.

### Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública



# ProfÁgua

Mestrado Profissional em Rede  
Nacional em Gestão e Regulação  
de Recursos Hídricos



Ocorrência de florações de cianobactérias no rio Urupá (Rondônia): uma abordagem ambiental e de saúde pública

