



## Avaliação das concentrações de nutrientes e sólidos na bacia hidrográfica do Igarapé Belmont, Porto Velho/RO

### Evaluation of concentrations of nutrients and solids in the Igarapé Belmont watershed, Porto Velho / RO

Lídia Bruna Teles Gonzaga<sup>(1)</sup>; Valério Magalhães Lopes<sup>(2)</sup>;  
Fernanda Bay Hurtado<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4740-6537>; Mestre em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, BRAZIL, E-mail: [lidia.bruna@ifro.edu.br](mailto:lidia.bruna@ifro.edu.br);

<sup>(2)</sup>ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8205-0815>; Mestre em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, BRAZIL, E-mail: [valerio.lopes@ifro.edu.br](mailto:valerio.lopes@ifro.edu.br);

<sup>(3)</sup>ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7593-1852>; Doutora em Biologia Experimental, Universidade Federal de Rondônia, BRAZIL, E-mail: [fernandabay@unir.br](mailto:fernandabay@unir.br);

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Recebido em: 26 de fevereiro de 2021; Aceito em: 01 de outubro de 2021; publicado em 10 de outubro de 2021. Copyright© Autor, 2021.

**RESUMO:** As atividades antrópicas alteram os processos naturais dos recursos hídricos, gerando modificações na quantidade e qualidade das águas, principalmente em bacias hidrográficas urbanas. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água em área antropizada e em uma floresta urbana, mediante análise de parâmetros físico-químicos na bacia do Igarapé Belmont, situado no município de Porto Velho (RO), afluente do Rio Madeira. O monitoramento foi realizado em seis pontos, a montante, a jusante e no interior da unidade de conservação, Parque Natural Municipal de Porto Velho, com frequência trimestral, nas estações chuvosa e seca, entre março a dezembro/2019. Os parâmetros analisados foram o nitrogênio (nitrito, nitrato e nitrogênio amoniacal), fósforo total e sólido total. Foram realizados o tratamento estatístico dos dados, de forma descritiva e com a aplicação da correlação de Pearson. Verificou-se forte influência temporal e espacial na qualidade das águas, com maiores concentrações no período de seca (nitrogênio amoniacal e fósforo total), no ponto de coleta inserido em área antropizada, ficaram acima do estabelecido pela resolução do CONAMA nº 357/2005. Pode-se afirmar, também, segundo o coeficiente de Pearson, que existiu forte correlação entre os sólidos totais e os demais parâmetros analisados. Com base na análise dos dados obtidos nesta pesquisa alguns nutrientes têm o aumento na concentração devido à área de influência urbana contida na bacia hidrográfica e devido ao período sazonal

**PALAVRAS-CHAVE:** Amazônia, Recurso hídrico, Qualidade de água.

**ABSTRACT:** Human activities alter the natural processes of water resources, generating changes in the quantity and quality of water, mainly in urban watersheds. In this context, the objective of this work was to assess water quality in an anthropized area and in an urban forest, by analyzing physical-chemical parameters in the Igarapé Belmont basin, located in the municipality of Porto Velho (RO), a tributary of the Madeira River. Monitoring was carried out at six points, one upstream, one downstream and none inside the conservation unit, Porto Velho Municipal Natural Park, with quarterly frequency, in the rainy and dry seasons, between March and December / 2019. The parameters analyzed were nitrogen (nitrite, nitrate and ammoniacal nitrogen), total phosphorus and total solid. Statistical data treatment was performed, descriptively and with the application of Pearson's correlation. There was a strong temporal and spatial influence on water quality, with higher concentrations in the drought period (ammoniacal nitrogen and total phosphorus), at the collection point inserted in anthropized area, were above what was established by CONAMA resolution 357/2005. It is also possible to determine, according to Pearson's coefficient, that there is a strong correlation between the total solid and the other parameters analyzed. Based on the analysis of the data presented in this research, some nutrients increased the concentration due to the area of urban influence contained in the hydrographic basin and due to the seasonal period.

**KEYWORDS:** Amazon, Water resource, Water quality.

## INTRODUÇÃO

A ocupação do território brasileiro é caracterizada, historicamente, pela grande exploração dos recursos naturais, reduzindo áreas de florestas. Por este fator existe o despertar de preocupações com relação as bacias hidrográficas urbanas e rurais, em consequência das diversas atividades antrópicas que atuam nessas bacias, com destaque para a agropecuária e expansão urbana. Conseqüentemente, nas cidades, os processos de ocupação estão cada vez mais intensificados, desordenados, com usos inadequados e planejamento ineficiente. Esses fatos são agravados devido ao crescimento excessivo da população urbana, em consonância a ausência de políticas de ordenamento e proteção dos mananciais (PEREIRA et al., 2016; BARBOSA; SILVA FILHO, 2018).

Este processo de alteração do uso e cobertura da terra na área da bacia hidrográfica pode proporcionar a degradação e compactação do solo, alterando os processos físicos, químicos e biológicos do manancial. Assim, em processo pode aumentar a retirada de sedimentos do solo, transportando-o para os corpos hídricos, juntamente com nutrientes e matérias orgânicas. Esses processos podem desequilibrar o ecossistema aquático, uma vez que o aumento de nutrientes como fósforo e nitrogênio interferem na produtividade primária, que pode ser irreversível quando superada a capacidade de autodepuração, o que leva à eutrofização do ecossistema (ESTEVES; PEREIRA, 2011; SEIFFERT, 2014).

O monitoramento de uma bacia hidrográfica é essencial para estabelecer áreas prioritárias que controlem a poluição hídrica, podendo ser realizado com base em parâmetros de qualidade de água, que são limitados pelos critérios de uso preponderantes de um manancial (LIMA, 2008; ANA, 2019).

Apesar da região Amazônica ser rica em recursos naturais, possui um déficit em práticas de sustentabilidade ambiental. Com isso, ocorreram graves problemas voltados para os recursos hídricos, destacando a erosão hídrica, perda de qualidade dos solos, redução da disponibilidade hídrica e intensa alteração da cobertura vegetal (FERREIRA; COELHO, 2015). Neste sentido, alguns estudos foram realizados com o intuito de verificar a qualidade da água de acordo com as ações antrópicas no seu entorno, como os realizados por Oliveira et al. (2018); Oliveira, Oliveira e Lima (2018); Silva et al. (2019); Andrietti et al. (2016); Miranda et al. (2017); Barbosa & Silva Filho (2018). Os autores mencionados encontraram para bacias hidrográficas urbanas, pertencentes a região amazônica, parâmetros em desconformidades com a resolução CONAMA 357/2005.

Tendo em vista a importância das águas superficiais, a análise da qualidade de água torna-se instrumento norteador para as políticas públicas, podendo definir planejamentos tanto para os recursos hídricos quanto para os recursos florestais no município, evitando o desequilíbrio dos ecossistemas ambientais. Portanto, objetiva-se avaliar a qualidade da água em área antropizada e em uma floresta urbana da bacia hidrográfica do Igarapé Belmont, mediante análise de parâmetros físico-químicos.

## PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

### Área de Estudo

A bacia hidrográfica do Igarapé Belmont (BHIB) (Figura 1) possui de 87,5 km<sup>2</sup>, abrangendo ambientes rural e urbano, localiza-se no município de Porto Velho-RO, afluente da margem direita do Rio Madeira (SANTOS, 2019). Os seus afluentes fazem a drenagem de 16 bairros, sendo os de maior significância os bairros: Agenor de Carvalho, Lagoinha, Rio Madeira, Flodoaldo Pontes e Pinto, Tiradentes, Teixeira, Aponiã, Igarapé, Cuniã e Planalto (SANTOS, 2010).

Vale ressaltar que está inserida na BHIB uma área protegida por Lei, o Parque Natural Municipal de Porto Velho (PNMPV), criado pelo Decreto nº 3.816, 27 de dezembro de 1989, com uma área de 391 hectares, classificada segundo a Lei nº 9.985/2000 (Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC) (BRASIL, 2000), como área de proteção integral.

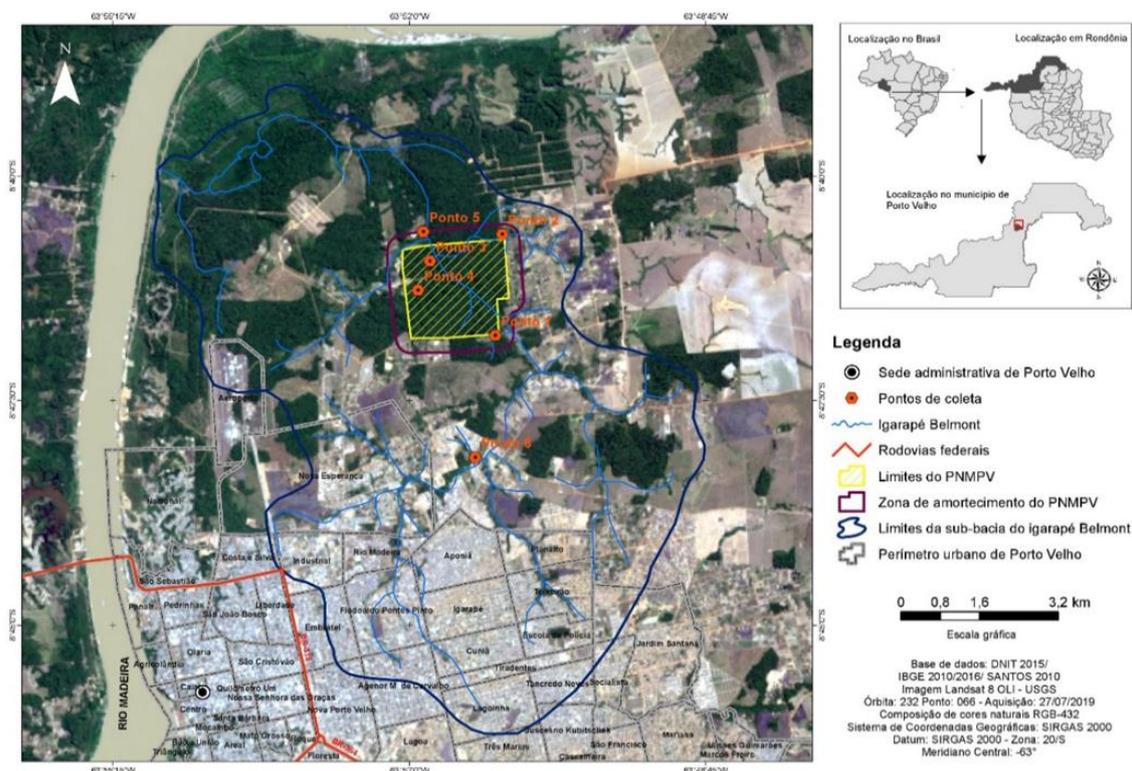
Segundo a classificação climática *Köppen*, no estado de Rondônia foi encontrado o clima Am, caracterizado por ser uma região de clima tropical monçônico, clima com temperaturas médias do ar em todos os meses superior a 18 °C, sem estação de inverno. Com intensas precipitações anuais com total maior que 2.000 mm e precipitação do mês mais seco menor que 33 mm (ALVARES et al., 2014).

### Coleta e análise dos parâmetros de qualidade da água

Para análise da qualidade da água, foram determinados 6 pontos de coleta em área urbana e rural (Figura 1 e Tabela 1), escolhidos conforme a localização da unidade de

conservação. As amostras foram coletadas em dois períodos distintos, considerando a sazonalidade, ou seja, na estação seca e chuvosa, durante o ano de 2019, um total de 4 coletas, sendo estas trimestrais, realizadas de março a dezembro/2019.

**Figura 1. Mapa de localização dos pontos de coleta na bacia hidrográfica do Igarapé Belmont (RO).**



Fonte: Organizado por Luiz Felipe P. Ulchoa Almeida (2020)

As escolhas dos ambientes de coletas (Tabela 1) foram com base nos locais influenciados pela área urbana (antropizados) e ambientes com floresta conservada.

**Tabela 1. Localização dos Pontos de coleta na bacia hidrográfica do Igarapé Belmont (RO)**

Pontos de Amostragem	Descrição dos Pontos	Coordenadas UTM E	Coordenadas UTM N	Altitude (m)
P1	Área antropizada – ZA a montante da UC	406383.16	9038630.32	73
P2	Área antropizada - ZA a montante da UC	406516.03	9040703.76	95
P3	Área não antropizada - interior da UC	405068.67	9040150.73	77
P4	Área não antropizada – nascente no interior da UC	404828.61	9039548.20	87
P5	Área antropizada - ZA a jusante da UC	404929.77	9040752.40	65
P6	Área antropizada – área urbana	405988.49	9036120.16	71

Nota: ZA = Zona de Amortecimento, UC = Unidade de Conservação

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

As amostras de água foram coletadas manualmente próximo à superfície com um auxílio de um recipiente de PEAD (polietileno de alta densidade), posteriormente foram armazenadas em recipientes PET (Politereftalato de etileno) e conservadas sob refrigeração até o momento da análise, conforme orientações contidas no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA, 2011) e do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005). As análises foram realizadas nos laboratórios do Instituto Federal de Rondônia (IFRO), *Campus* Porto Velho Calama e *Campus* Ji-Paraná.

Foram analisados, neste trabalho, as seguintes variáveis: nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal total, fósforo total e sólidos totais, considerados indicadores de qualidade de água, que devem estar de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação vigente, a resolução CONAMA 357/2005. As metodologias utilizadas (Tabela 2) para a determinação desses parâmetros foram propostas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (SMEWW) da APHA (1998) e por *American Society for Testing Materials* (ASTM, 1978).

**Tabela 2. Metodologia adotada para as análises dos parâmetros físico-químicos.**

Parâmetro	Método	Referência normativa
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	SMEWW 4500 – B. Colorimétrico/ Sulfanilamida	APHA, 1998
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	ASTM D992-71. Colorimétrico/ Brucina	ASTM, 1978
Nitrogênio Amoniacal total	SMEWW 4500 F Colorimétrico/ Fenato ou azul de indofenol	APHA, 1998
Fósforo Total (PT)	SMEWW 4500-P E. Colorimétrico/ Digestão alcalina e ácido ascórbico	APHA, 1998
Sólidos Totais (ST)	SMEWW 2540 B e E. Gravimétrico	APHA, 1998

Fonte: Organizado pelo autor (2020).

### Análises Estatísticas

A interpretação dos dados obtidos no monitoramento foi realizada com base na estatística descritiva básica das variáveis, com a finalidade de facilitar a análise dos dados, com média, máximo, mínimo e desvio padrão, nos seis pontos de amostras, nos meses de março, junho, setembro e dezembro, durante o ano de 2019.

Os resultados das análises de água obtidos foram confrontados com os padrões contidos na Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n° 357/2005.

Para encontrar a magnitude da ligação entre os parâmetros analisados, o quanto de interferência um pode causar no outro, foram calculados os coeficientes de correlação linear de Pearson, ou matriz de correlação, entre os parâmetros de água. O coeficiente de correlação de Pearson tem uma variação entre -1 a +1, o sinal indica a direção da correlação, positiva ou negativa. Portanto, o coeficiente em módulo (valor numérico) indica a força da relação entre as variáveis, quanto mais próximo de 0, menor é a relação, sendo a relação perfeita quanto mais próximo de -1 ou 1 (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros físico-químicos obtidos na bacia hidrográfica do Igarapé Belmont (BHIB) em seis pontos, durante os períodos de cheia e seca, são apresentados na Tabela 3. Os maiores valores de nitrato, nitrogênio amoniacal, sólidos totais e fósforo total foram obtidos no período da seca, portanto, apenas com exceção do nitrito, em todos os pontos analisados no período da seca houve um aumento na concentração dos parâmetros avaliados com relação a estação chuvosa.

A estatística descritiva dos parâmetros de qualidade de água é apresentada na Tabela 3, assim como os limites máximos estipulados para classe 2, estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357/2005.

**Tabela 3. Estatística descritiva dos parâmetros de qualidade da água na bacia hidrográfica do Igarapé Belmont (RO).**

Parâmetro	Estação	Méd. (mg. L <sup>-1</sup> )	Máx. (mg. L <sup>-1</sup> )	Min. (mg. L <sup>-1</sup> )	D.P. (mg. L <sup>-1</sup> )	Valores de Referência * (mg. L <sup>-1</sup> )
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	Chuva	0,05	0,12	< LDT	0,04	1
	Seca	0,05	0,11	< LDT	0,05	
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Chuva	0,99	2,06	< LDT	0,72	10
	Seca	1,08	2,14	< LDT	0,83	
Nitrogênio Amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	Chuva	0,62	2,31	0,01	0,62	3,7
	Seca	2,13	8,27	0,07	2,36	
Fósforo Total (PT)	Chuva	0,13	0,25	0,02	0,07	0,1
	Seca	0,23	0,57	0,02	0,17	
Sólidos Totais (ST)	Chuva	53,49	105,33	3,33	37,51	500**
	Seca	70,01	162,67	5,33	51,98	

Nota: < LDT = abaixo do limite de detecção da técnica. DP: Desvio-padrão; \*Valor máximo aceitável pela Resolução CONAMA n° 357/2005 (Classe 2) \*\* Valor referência para a fração de sólidos dissolvidos totais.

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Os resultados obtidos foram confrontados com os padrões contidos na Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n° 357/2005 (Tabela 3), que estabelece em seu Art. 42º: “Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2 [...]”. A resolução considera que o enquadramento expressa a qualidade final que o rio deve alcançar, não devendo ser baseado

necessariamente no seu estado atual, mas sim, nos níveis de qualidade que um rio deve possuir para atender às necessidades da comunidade. Portanto, sabe-se que a bacia do Igarapé Belmont não possui enquadramento, logo, considerada como classe 2.

De forma semelhante, nos estudos de Menezes et al. (2016) e Silva et al. (2019), também encontraram no período seco alguns parâmetros com maiores concentrações de nutrientes.

A sazonalidade da precipitação reflete no comportamento temporal da vazão (MACEDO et al., 2013). Bezerra, Dantas e Trindade (2010) ao analisarem o comportamento anual da chuva na cidade de Porto Velho (RO), entre os anos de 1945 até 2003, observou duas estações com regime pluviométrico distintos, a chuvosa (novembro a abril), com precipitação mensal variando entre 228,9 mm a 329,6 mm e a seca/estiagem (junho a setembro), com precipitação mensal variando entre 38,7 mm a 107,7 mm.

No ano de 2019, a área de estudo, conforme os dados de precipitação disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) teve um acumulado anual de precipitação em 2009,10 mm, ao comparar esse resultado com a média anual da série histórica (2255,50 mm) para a cidade, estabelecida pelo Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (INMET) (CAVALHEIRO, 2015), nota-se que a precipitação para o ano de 2019 foi abaixo da média.

Logo, percebe-se a grande variação na precipitação mensal entre os meses de seca e chuva, influenciando diretamente na vazão dos mananciais, que podem afetar a concentração de nutrientes e sólidos presentes na água.

Os maiores valores das concentrações de fósforo total, neste trabalho para o Igarapé Belmont, apresentaram-se no Ponto (P6), tanto no período chuvoso (0,25 mg.L<sup>-1</sup>), quanto no período seco (0,57 mg. L<sup>-1</sup>). O P6 é o primeiro ponto logo a jusante da área urbana, inserido em área totalmente antropizada. Os pontos P1, P3, P5, apresentaram comportamento semelhante entre si, com maior concentração fósforo total no período de seca. Constatou-se que os pontos mencionados para o parâmetro fósforo total, a qualidade da água estava em desacordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357, de 2005, que prevê concentração máxima de 0,1 mg.L<sup>-1</sup>. Os pontos P2 e P4, por não percorrer uma grande área urbanizada, encontram-se dentro dos padrões.

A Tabela 4 mostra uma comparação entre os valores mínimos e máximos obtidos para qualidade de água do igarapé Belmonte (RO), com trabalhos realizados em outras bacias hidrográficas na região amazônica.

**TABELA 4. Comparação entre os resultados obtidos para qualidade de água do Igarapé Belmonte (RO) e outros trabalhos na região amazônica.**

Comparação com outros autores						
Autores	Menezes (2007)	Santos (2009)	Souza Filho (2018)	Silva et al. (2019)	Oliveira, Oliveira e Lima (2018)	Este trabalho
Área de estudo	Igarapé Belmont (RO)	Igarapé Belmont (RO)	Igarapé Mindu (AM)	Igarapé Dois de Abril (RO)	Córregos em Humaitá (AM)	Igarapé Belmont (RO)
Parâmetros	Concentração em mg. L <sup>-1</sup> (mínimo e máximo)					
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	-	0,001- 0,317	-	0,001 - 0,53	-	< LDT - 0,12
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	-	-	-	0,01 - 14,75	0,0 - 0,3	< LDT - 2,14
Nitrogênio Amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	< LDT - 0,143	0,001 - 0,172	0,23 - 10,9	0,031- 0,17	0,1 - 3,0	0,01 - 8,27
Fósforo Total (PT)	0,02 - 2,12	0,01 - 0,324	0,3 - 53,5	0,12 - 7,19	-	0,02 - 0,57
Sólidos Totais (ST)	0,8 - 4709,6	-	31 - 201	10 - 1104	23 -124	5,33 - 162,67

Nota: < LDT = abaixo do limite de detecção da técnica.

Fonte: Adaptado pelo autor (2020)

Souza Filho (2018) em seus estudos no Igarapé Mindu em Manaus (AM) apontaram que todas as amostras analisadas, onze pontos, as concentrações de fósforo total (0,3 – 53,5 mg.L<sup>-1</sup>) encontraram-se acima dos valores permitidos pela Resolução N° 357/2005 do CONAMA para corpos d’água Classe Tipo II, que é de 0,1 mg. L<sup>-1</sup> em ambiente lótico. Assim, como constataram também os autores Andrietti et al. (2016) no ponto a jusante da área urbana, do município de Vera (MT), o valor de fósforo total (0,24 mg.L<sup>-1</sup>). De forma semelhante, Silva *et al.* (2019) encontraram em todos os resultados de fósforo total ultrapassam o limite estabelecido pela resolução, com valores entre 0,12 mg.L<sup>-1</sup>e 7,19 mg.L<sup>-1</sup>, em um igarapé com nascentes urbanas, no Município de Ji-Paraná/RO.

Santos (2009) analisando as águas dos Igarapés da área urbana de Porto Velho (RO), obteve concentrações de fosfato total oscilando entre 0,02 a 2,12 mg.L<sup>-1</sup> na seca e de 0,01 a 0,71 mg.L<sup>-1</sup> na cheia, em ambas as estações com pontos acima do preconizado pela legislação CONAMA 357/2005. Portanto, assim como no Igarapé Belmont notou-se concentrações mais elevadas no período seco.

Elevadas concentrações de fósforo na água proporcionam o desenvolvimento exagerado da flora aquática, o que causa a eutrofização dos corpos hídricos (LOLLO et al., 2018; ANA, 2019). Se porventura as florações forem de algas tóxicas (cianofíceas), que usam como fonte de alimento a luz solar e os nutrientes inorgânicos, como o nitrogênio amoniacal, nitrato e fosfato solúvel, a água pode ficar imprópria para o consumo humano e a dessedentação de animais (DIAS, 2017).

Em um dos pontos analisados, no ponto P6, localizado em área antropizada, no período de seca, existiu a presença de floração de macrófitas aquáticas. Neste local, também, foi possível perceber a presença de mau cheiro, além disso, a água apresentava coloração mais turva e esverdeada que os demais locais de coleta.

Vale ressaltar que o município de Porto Velho, segundo o relatório de 2020 do Instituto Trata Brasil que estabelece o ranking do saneamento para as 100 maiores cidades do país, o município está nos últimos 8 anos nas piores posições, atualmente em 98º, com o indicador de atendimento ao esgoto de 4,76% (OLIVEIRA; SCAZUFCA, MARGULIES, 2020).

Entre as formas de nitrogênio estudada, a que ultrapassou o valor limite estabelecido pela Resolução Conama n° 357/ 2005 (3,7 mg.L<sup>-1</sup>) foi o nitrogênio amoniacal. Apresentando valor máximo no P6 (8,27 mg.L<sup>-1</sup>), outro ponto que também ultrapassou o máximo permitido foi o P1, ambos no período da seca.

Da mesma forma, Silva (2018) encontrou em análise no igarapé Dois de Abril, no município de Ji-Paraná (RO), valores de nitrogênio amoniacal maiores na estiagem (seca) do que no período chuvoso, chegando a 28,63 mg.L<sup>-1</sup> na seca e 1,53 mg.L<sup>-1</sup> na chuva.

Santos (2009) ao avaliar a qualidade da água na rede hídrica superficial de Porto Velho (RO) em um total de sete igarapés da cidade, entre eles o igarapé Belmont, observou que 58,8% das amostras do período seco apresentaram concentrações de nitrogênio amoniacal superiores a 0,1 mg.L<sup>-1</sup>. Sendo que a maioria dos pontos apresentaram concentrações maiores no período chuvoso, e não ultrapassaram o proposto pela legislação. E ao comparar com Menezes (2007), que encontrou o máximo de nitrogênio

amoniacoal de 0,14 mg.L<sup>-1</sup> para o igarapé Belmont, o autor observou um aumento nas concentrações desse nutriente, com máximo de 0,25 mg.L<sup>-1</sup>.

Já os resultados apresentados para o nitrito foram similares entre os pontos P1, P3, P5 e P6, e não detectados nos Pontos P2 e P4. O nitrito variou entre 0,04 a 0,12 mg.L<sup>-1</sup>, com maior concentração no período da seca, não ultrapassando o valor limite (1,0 mg.L<sup>-1</sup>) estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/ 2005.

Silva et al. (2019) obtiveram para o Igarapé Dois de Abril valores de nitrito entre 0,001 mg.L<sup>-1</sup> e 0,53 mg.L<sup>-1</sup>, também maior no período seco e de transição entre seca e cheia. Já Santos (2009) nos igarapés urbanos de Porto Velho (RO) encontrou para nitrito níveis de até 0,32 (seca) e 0,40 mg.L<sup>-1</sup> (chuva).

Von Sperlin (1996) afirma que as formas de nitrogênio podem indicar o estágio de poluição que o corpo hídrico se encontra. Dessa maneira, ao analisar uma amostra de água de um rio poluído e os resultados demonstrarem predominância das formas reduzidas, como de nitrogênio amoniacoal, significa que o foco de poluição está próximo, já se prevalecerem o nitrito e o nitrato, reflete que as contaminações de esgotos se encontram distantes, ou seja, o nitrogênio amoniacoal indica uma poluição recente e o nitrito e nitrato uma poluição mais remota (CETESB, 2019).

O nitrato, assim como o nitrito, também não apresentaram nenhum ponto que ultrapassasse o limite estabelecido pela resolução (10 mg.L<sup>-1</sup>), com concentrações entre 0,01 a 2,14 mg.L<sup>-1</sup>.

Oliveira, Oliveira e Lima (2018) avaliaram a qualidade da água de três córregos localizados na área urbana de Humaitá-AM, encontram concentrações baixas de nitrato de no máximo de 0,3 mg.L<sup>-1</sup>. Com isso, ressaltaram que a baixa concentração de nitrato pode ser um indicador da presença de nitrogênio na forma orgânica e amoniacoal.

Com relação aos sólidos totais na estação chuvosa e seca, o Ponto P6 apresentou as maiores concentrações, porém ao compará-lo com os sólidos dissolvidos totais que é uma fração dos sólidos totais, com a referência máxima (500 mg.L<sup>-1</sup>) estabelecida pela Resolução CONAMA n° 357 de 2005 todos os valores encontrados estão em conformidade. Salienta-se que o nível de material sólido que chega aos mananciais vai aumentando gradativamente com o desenvolvimento urbano, pois antes da ocupação urbana a única produção de sedimentos é em função do ciclo hidrológico (TUCCI, 2008).

Dessa maneira, vale ressaltar que a maior parte dos tributários do Igarapé Belmont nascem em áreas urbanas consolidadas, sofrendo processos de assoreamento e desvios de

cursos d'água (SANTOS; FILHO SILVA 2019). Logo, são áreas com uma redução de solos expostos, tendo em alguns trechos solos totalmente impermeáveis. Ainda, segundo Menezes et al. (2016) no período chuvoso, as principais fontes de contaminação estão relacionadas com o escoamento superficial, principalmente em áreas agrícolas e rurais, e, no período de seca, as fontes de contaminação mais importantes estão ligadas aos lançamentos de esgoto na área urbana.

Foi registrada a presença de resíduos sólidos nas margens do Igarapé Belmont no ponto P1 e P5, onde encontrou-se pessoas pescando nessa região. No ponto P1 existia a sinalização com placa do órgão gestor (Prefeitura de Porto Velho) advertindo que é proibido a intervenção, mas foi possível notar a presença antrópica com resíduos sólidos e queimada.

### Correlação Pearson das variáveis nas águas do Igarapé Belmont (RO)

A extração da matriz de correlação de Pearson possibilitou verificar as variáveis mais significativas, as quais têm maior dependência com as demais variáveis. Essas dependências podem ser quantificadas mediante a matriz de correlação (Tabela 5).

**Tabela 5. Matriz de correlação Pearson das variáveis nas águas do Igarapé Belmont (RO), estação chuvosa.**

Correlação Pearson	ST	PT	N-NH <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,92	0,71	0,53	0,98	1,00
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,83	0,59	0,39	1,00	--
N-NH <sub>3</sub>	0,70	0,97	1,00	--	--
PT	0,85	1,00	--	--	--
ST	1,00	--	--	--	--

Nota: Nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>); Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>); Nitrogênio Amoniacal (N-NH<sub>3</sub>); Fósforo Total (PT); Sólidos Totais (ST).

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Entre as variáveis analisadas as que tiveram correlação muito forte, segundo Shimakura (2006), no período chuvoso foram o nitrito e o nitrato (0,98), com maiores

valores encontrados no ponto P3 e P5, seguidos do fósforo total e o nitrogênio amoniacal (0,97), com maiores valores encontrados no P6, posteriormente do nitrito e sólidos totais (0,92). Da mesma forma, Oliveira et al. (2018) na microbacia do Córrego Fortaleza, situada no perímetro urbano de Cuiabá (MT) com área de 3,43 km<sup>2</sup>, encontrou correlação muito forte (0,91) entre os sólidos totais e o nitrato no período chuvoso.

Com base Tabela 5, observa-se que na estação chuvosa os sólidos totais obtiveram coeficiente de correlação superiores a 0,7 para todos os parâmetros analisados (nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal e fósforo total), expressando uma forte relação entre estas. Sendo o nitrito o que apresentou maior influência com relação a concentração dos sólidos totais nos pontos amostrais estudados (0,92), seguido do fósforo total (0,85), nitrato (0,83) e nitrogênio amoniacal (0,85). Menezes et al. (2014), observou uma forte correlação entre os sólidos totais e outros parâmetros analisados, ele afirma que nesse caso os parâmetros são originários de uma fonte comum, ou seja, que os elementos compartilham um mecanismo de liberação similar.

**Tabela 6. Matriz de correlação Pearson das variáveis nas águas do Igarapé Belmont (RO), estação seca.**

Correlação Pearson	ST	PT	N-NH <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>1-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>1-</sup>
NO <sub>2</sub> <sup>1-</sup>	0,08	0,19	-0,14	0,99	1,00
NO <sub>3</sub> <sup>1-</sup>	-0,02	0,06	-0,26	1,00	
N-NH <sub>3</sub>	0,97	0,85	1,00		
PT	0,86	1,00			
ST	1,00				

Nota: Nitrito (NO<sub>2</sub><sup>1-</sup>); Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>1-</sup>); Nitrogênio Amoniacal (N-NH<sub>3</sub>); Fósforo Total (PT); Sólidos Totais (ST).

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Mediante as análises do período de seca (Tabela 6), a correlação muito forte continuou entre o nitrito e o nitrato (0,99), porém seguidos agora do nitrogênio amoniacal e sólidos totais (0,97), com maiores valores encontrados no P6. A correlação forte ficou entre o fósforo total e os sólidos totais (0,86).

Com influência da urbanização, pode-se ter fontes artificiais de fósforo e nitrogênio, provenientes dos esgotos domésticos e industriais (LOLLO, 2018). Logo,

devido à forte correlação entre os sólidos totais e os demais parâmetros, dentre as fontes mais prováveis podem ser citados os aportes antropogênicos.

Em síntese, os resultados apresentados neste capítulo, indicaram que o ponto de coleta com maior interferência antrópica apresentou maior concentração dos parâmetros analisados. Além disso, evidenciou a interferência da sazonalidade (estação chuvosa ou seca) na qualidade de água do Igarapé.

## CONCLUSÃO

As águas superficiais da bacia hidrográfica do Igarapé Belmont apresentaram teores de nutrientes acima das normativas, como o fósforo e nitrogênio amoniacal que intensificam próximo a áreas urbanas contidas na bacia hidrográfica.

Com os resultados obtidos também foi possível verificar que as estações chuvosas e seca interferem na qualidade da água do Igarapé, pois na primeira os poluentes são diluídos pelo aumento da vazão e na segunda os poluentes sofrem concentração devido a diminuição do fluxo da vazão. Foi detectado também, uma forte correlação entre a presença de sólidos totais e os demais parâmetros analisados no período da chuva, e uma influência da sazonalidade na correlação dos parâmetros de qualidade.

Para finalizar, vale destacar que, a floresta urbana na prestação de diferentes serviços ambientais, na composição dos parâmetros físicos químicos da água precisa ter estudos aprofundados.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - Prof<sup>á</sup>gua, Projeto CAPES/ANA AUXPE nº 2717/2015, ao *Campus* Ji-Paraná da Fundação Universidade Federal de Rondônia e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO *Campus* Calama - Porto Velho.

## REFERÊNCIAS

1. ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019**: informe anual. Brasília, DF: ANA, 2019;
2. ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*. v. 22, p: 711–728, 2014;
3. ANDRIETTI, Grasiane et al. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. *Revista Ambiente & Água*, v. 11, n. 1, 2016;
4. APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20 ed. Washington: APHA, 1998;
5. ASTM - American Society for Testing Materials. **Standard method of test for nitrate ion in water**. D992-71, USA. p.363-365, 1978;
6. BARBOSA, Lusinete Scaunichi; SILVA FILHO, Eliomar Pereira. Influência do uso e ocupação na qualidade da água no Rio Pirarara, afluente do Rio Machado, Rondônia/Brasil. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.9, n.7, p.320-332, 2018;
7. BEZERRA, Ricardo Braz; DANTAS, Renilson Targino; TRINDADE, Avenildson Gomes. Caracterização temporal da precipitação pluvial do município de Porto Velho/RO no período de 1945 a 2003. Uberlândia, *Sociedade & Natureza*, v. 22, n. 3, p.609-623, 2010;
8. BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2000.
9. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) **Resolução n. 357, de 25 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2005;
10. MACEDO, Maria de Nazaré Costa de. et al. Precipitação pluviométrica e vazão da bacia hidrográfica do Riozinho do Rôla, Amazônia Ocidental. *Revista Ambiente & Água*. vol.8, n.1, p: 206-221, 2013;

11. CAVALHEIRO, Karine Luana. **Análise de Eventos de Chuva Extrema Utilizando a Rede de Pluviógrafos de Porto Velho**. 2015. Monografia (Curso de Engenharia Civil) – Faculdade de Rondônia. Porto Velho, 2015;
12. CETESB - Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo. **Relatório qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2018**. São Paulo: CETESB, 284p, 2019;
13. DIAS, Bruno Albuquerque. **Simulação computacional da poluição biológica em isoladores de vidro**. 2017. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática. Campina Grande-PB, 2017;
14. ESTEVES, Francisco de Assis; PEREIRA, Frederico. Meirelles. **Eutrofização artificial**. In: Fundamentos da Limnologia. 3.ed. Rio de Janeiro: Interciência, cap. 27. p. 826, 2011;
15. FERREIRA, Marcelo Dias Paes; COELHO, Alexandre Braga. Desmatamento recente nos Estados da Amazônia Legal: uma análise da contribuição dos preços agrícolas e das políticas governamentais. **Revista Economia Sociologia Rural**, v. 53, n. 1, p. 91-108, 2015;
16. FIGUEIREDO FILHO, Dalson Brito; SILVA JÚNIOR, José Alexandre. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r)\*. **Revista Política Hoje**. v. 18, n. 1, p: 115-146, 2009;
17. LIMA, Walter de Paula. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. 2. ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 245 p. 2008;
18. LOLLO, José Augusto; et al. **Mudanças de Uso e Cobertura da Terra e Degradação Ambiental em Bacias Hidrográficas**. In: Bacias hidrográficas: fundamentos e aplicações. 1. ed. Tupã: ANAP, 2018;
19. MACÊDO, Maria de Nazaré Costa et al. Precipitação pluviométrica e vazão da bacia hidrográfica do Riozinho do Rôla, Amazônia Ocidental. **AmbiÁgua**, v. 8, n. 1, p: 206-221, 2013;
20. MENEZES, Juliana Moreira de. **Variação espacial e sazonal de aspectos limnológicos associados ao uso e ocupação da micro-bacia do Igarapé Belmont, Porto Velho (RO), Amazônia Ocidental**. 2007. Monografia

(Curso de Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Rondônia. Porto velho, 2007;

21. MENEZES, João Paulo Cunha de et al. Correlação entre o uso da terra e a qualidade da água subterrânea. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 19, p: 173- 186, 2014;

22. MENEZES, João Paulo Cunha de et al. Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 21, n. 3, p: 519-534, 2016;

23. MIRANDA, Cláudia et al. Uso e qualidade da água na microbacia hidrográfica do rio Parafuso (Moju, Pará, Brasil). *Revista Recursos Hídricos*, v.38, n.2, p: 51-62, 2017;

24. OLIVEIRA, Eduarda da Conceição et al. Diagnóstico temporal e espacial da qualidade da água superficial em uma microbacia urbana. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v.9, n.8, p.57-69, 2018;

25. OLIVEIRA, Gesner; SCAZUFCA, Pedro; MARGULIES, Beatriz Nogueira. **Ranking do saneamento Instituto Trata Brasil**. São Paulo, 2020. Disponível em:

<[http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking\\_2020/Relatorio\\_Ranking\\_2020\\_18.pdf](http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking_2020/Relatorio_Ranking_2020_18.pdf)>. Acesso em: junho. 2020, p. 133;

26. OLIVEIRA, Levi Ferreira; OLIVEIRA, Benone Otávio Souza; LIMA, Luan Barros. Avaliação da qualidade da água de três córregos na área urbana de Humaitá-AM. *Revista de Ciências Ambientais*, v. 12, n. 3, p: 25-33, 2018;

27. PEREIRA, Bruno Wendell de Freitas et al. Uso da terra e degradação na qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Peixe-Boi, PA, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, v. 11, n. 2, p: 472-485, 2016;

28. SANTOS, Janeide Paiva dos. **Avaliação da qualidade da água na rede hídrica superficial de Porto Velho – RO - Brasil**. 2009. 117 f. Dissertação (Dissertação de mestrado) Programa de Pós-Graduação, Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Fundação Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho, 2009;

29. SANTOS, Salem Leandro Moura dos; FERREIRA, Maria Madalena. Avaliação das vertentes da bacia do igarapé Belmont Porto Velho – RO. *Revista de Geografia*, v. 19, n. 2, 2010;

30. SANTOS, Salem Leandro Moura dos; FILHO SILVA, Eliomar Pereira.; HERRERA, Isabel Leonor Iza Echecherria. Áreas de inundação da bacia do igarapé Belmont na cidade de Porto Velho –Rondônia. *Revista Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 11, p: 23426-23439, 2019;
31. SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. **Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 328 p, 2014;
32. SHIMAKURA, Silvia. **Interpretação do coeficiente de correlação. Laboratório de Estatística e Geoinformação**. 2006. Setor de Ciências Exatas. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR. Disponível em: <<http://leg.ufpr.br/~silvia/CE003/node74.html>>. Acesso: jan. 2020;
33. SILVA, Decauida Poliana Peixoto da; ANDRADE, Nara Luisa Reis de; WEBLER, Alberto Dresch. Qualidade da água de nascentes urbanas: estudo de caso em microbacia Amazônica, município de Ji-Paraná/RO. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.10, n.3, p: 90-102, 2019;
34. SILVA, Selma Maria de Arruda. **Análise física, química e biológica a qualidade das águas superficiais na Bacia Hidrográfica Do Igarapé Dois de Abril, No Município De Ji-Paraná/RO**. 2018. 150 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Fundação Universidade Federal De Rondônia. Porto Velho, 2018;
35. SOUZA FILHO, Elton Alves de. **Diagnóstico da qualidade das águas do Igarapé do Mindu e criação de protótipo de aplicativo para disponibilização de dados em Manaus-AM**. 2018. 108f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) - Universidade do Estado do Amazonas/ UFAM, Manaus, Amazonas, 2018;
36. TUCCI, Carlos E. M. Águas Urbanas. *Revista Estudos Avançados da Universidade de São Paulo*, São Paulo, v. 22, n. 63, p: 97-112, 2008;
37. VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 243p, 1996;