



CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES

latindex  IDEAS EconPapers DOAJ  Dialnet

QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL COM ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS: BACIA DO IGARAPÉ DOIS DE ABRIL, JI-PARANÁ-RO.

Selma Maria de Arruda Silva¹

<https://orcid.org/0000-0003-1674-6205>

Pesquisadora Associada ao Laboratório de Geografia e
Planejamento Ambiental da Universidade Federal de Rondônia
selmaprofgeo@hotmail.com

Adriana Cristina da Silva Nunes²

<https://orcid.org/0000-0002-3089-168X>

Coordenadora do Centro Interdepartamental de Biologia Experimental e
Biotecnologia – CIBEI da Universidade Federal de Rondônia
adriananunes@unir.br

Elisabete Lourdes do Nascimento³

<https://orcid.org/0000-0003-2157-6415>

Coordenadora do Laboratório de limnologia e Microbiologia - LABLIM
Universidade Federal de Rondônia
elisabetenascimento05@gmail.com

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Selma Maria de Arruda Silva, Adriana Cristina da Silva Nunes y Elisabete Lourdes do Nascimento: "Qualidade da água superficial com análise físico-químicas: bacia do Igarapé dois de abril, Ji-Paraná-RO", Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, (Vol 1, Nº 5 mayo 2021, pp. 109-123). En línea:

<https://www.eumed.net/es/revistas/contribuciones-ciencias-sociales/mayo-2021/qualidade-agua-superficial>

RESUMO: A poluição das águas superficiais tem se intensificado em vários países do mundo afetando de forma significativa as populações, no que se refere, a dinâmica social e ambiental. No cenário brasileiro os recursos hídricos urbanos são degradados por efluentes domésticos e industriais sem tratamento. Essa condição se aplica a várias cidades com diferentes estágios de desenvolvimento na aplicação de políticas públicas para implantação da coleta e tratamento de esgoto sanitário. Neste viés o objetivo do artigo foi analisar a qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do igarapé Dois de Abril em Ji-Paraná- RO a partir das variáveis, potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, fósforo dissolvido e fósforo total em 18 pontos monitorados no período chuvoso e seco no ano de 2017. O geoprocessamento foi realizado com imagens SRTM, TrackMap Pro, GPS Garmin E-trex 20 e Qgis 2.18.22. Foi aplicado estatística descritiva com gráfico box-plot a

¹ Licenciada e Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestre e Doutoranda pela Universidade Federal de Rondônia. Campus - BR 364, Km 9,5. CEP: 76801-059 - Porto Velho – RO.

² Pós-doutorado pelo programa de Pós-graduação em Microbiologia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Profª. na graduação e no Programa de Pós-graduação de Mestrado e Doutorado em Geografia, Ambiente e Território na Pan Amazônia e coordenadora do Centro Interdepartamental de Biologia Experimental e Biotecnologia – CIBEI da Universidade Federal de Rondônia, Campus - BR 364, Km 9,5. CEP: 76801-059 - Porto Velho – RO.

³ Doutorado em Ciências Biológicas-Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho - IBCCF, Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ. Profª. no Departamento de Engenharia Ambiental e no Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos-ProfÁgua. Coordenadora do Laboratório de limnologia e Microbiologia da Universidade Federal de Rondônia, Campus Ji-Paraná, rua Rio Amazonas, 351, Jardim dos Migrantes, CEP: 76900-726

partir do software livre Bioestat. Os resultados foram comparados com a Resolução CONAMA 357/2005 e demonstraram que turbidez e fósforo total extrapolaram o valor máximo permitido pela legislação para classe de água II e apresentaram diferenças nas campanhas do período chuvoso e seco e entre os setores. Conclui-se que nos dois períodos, cheia e seca foram identificados parâmetros físico-químicos que não ficaram em conformidade com a legislação para a classe II de água doce. Ações antropogênicas podem estar influenciando no processo de degradação da qualidade das águas superficiais na área de estudo.

Palavras-chaves: Poluição de água na Amazônia, Águas superficiais urbana, Sazonalidade.

CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES CON ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS: CUENCA HIDROGRÁFICA DE IGARAPÉ DOIS DE ABRIL DE ABRIL, JI-PARANÁ-RO.

RESUMEN: La contaminación de las aguas superficiales se ha intensificado en varios países del mundo, afectando significativamente a las poblaciones, en lo que respecta a la dinámica social y ambiental. En el caso brasileño, los recursos hídricos urbanos se degradan por efluentes domésticos e industriales no tratados. Esta condición se aplica a varias ciudades con diferentes etapas de desarrollo en la aplicación de políticas públicas para la implementación de la recolección y tratamiento de aguas residuales. En ese sentido, el objetivo de este artículo fue analizar la calidad de las aguas superficiales de la cuenca hidrográfica de Igarapé Dois de Abril en Ji-Paraná-RO a partir de las variables: potencial hidrógeno (pH), turbidez, fósforo disuelto y fósforo total; en 18 puntos monitoreados durante la temporada de lluvias y secas en 2017. El geoprocesamiento se realizó con imágenes SRTM, TrackMap Pro, GPS Garmin E-trex 20 y Qgis 2.18.22. Las estadísticas descriptivas se aplicaron con gráficos box-plot a partir del software libre Bioestat. Los resultados se compararon con la Resolución CONAMA 357/2005 y demostraron que la turbidez y el fósforo total excedían el valor máximo permitido por la legislación para la clase de agua II, mostrando diferencias en las campañas de período lluvioso y seco, así como entre los sectores. Se concluye para ambos períodos, lluvioso y seco, identificación de parámetros físicoquímicos que no cumplen con la legislación para la clase II de agua dulce. Las actividades antropogénicas pueden estar influyendo en el proceso de degradación de la calidad del agua superficial en el área de estudio.

Palabras clave: Contaminación del agua en el Amazonas, Aguas superficiales urbanas, Estacionalidad.

QUALITY OF SURFACE WATER BASED ON PHYSICAL-CHEMICAL ANALYSIS: HYDROGRAPHIC BASIN OF *DOIS DE ABRIL* STREAM, JI-PARANÁ COUNTY-RO.

ABSTRACT: Surface water pollution has gotten more intense in several countries and this process has been significantly affecting the social and environmental dynamics of different populations worldwide. Urban water resources in Brazil are increasingly degraded due to untreated domestic and industrial effluents. This condition applies to several cities undergoing different developmental stages regarding the application of public policies to implement sanitary sewage collection and treatment.

Thus, the aim of the current article is to analyze the quality of surface water in the hydrographic basin of *Dois de Abril* stream in Ji-Paraná County- RO. The study was carried out based on variables such as hydrogen potential (pH), turbidity, dissolved phosphorus and total phosphorus, which were analyzed in 18 different points monitored during the rainy and dry seasons in 2017. Geoprocessing was performed based on SRTM, TrackMap Pro, Garmin E-trex 20 GPS and Qgis 2.18.22 images. Descriptive statistics based on box-plot graph was performed in Bioestat free software. Results were compared to CONAMA Resolution n. 357/2005 and they showed that turbidity and total phosphorus levels have exceeded the maximum value allowed by the legislation for class II water, as well as evidenced differences between the rainy and dry season campaigns and between sectors. It was possible concluding that both the rainy and dry seasons presented physical-chemical parameters that did not comply with the legislation for class II freshwater. Anthropogenic actions may be influencing the quality of surface water due to the degradation process observed in the investigated area.

Keywords: Water pollution in the Amazon, Urban surface water, Seasonality.

1. INTRODUÇÃO

A qualidade da água em bacias hidrográficas constitui um forte componente geoespacial de abordagem social e ambiental que pode ser amplamente pesquisado em escala regional e local, sob diferentes aspectos.

No Brasil o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) instituiu a Resolução nº 357 (2005) com diretrizes ambientais e estabelece padrões de lançamento de efluentes nos corpos de água superficial. Considerando o processo de desenvolvimento sustentável, foi criado a Resolução CONAMA 359/2005 que dispõe sobre os critérios do uso de fósforo na formulação de detergentes produzidos pela indústria brasileira com propósito de mitigar o aporte de fósforo nos recursos hídricos, é um dos pontos relevantes na legislação. Porém, a ineficiência do cumprimento da Lei Federal nº 11.445/2007, junto a sociedade configura um entrave para o monitoramento da qualidade das águas superficiais. Esta legislação preconiza a implantação de projetos de saneamento básico, ora inexistente (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005; 2005; Brasil, 2007).

Face a essa realidade, em região não industrializada ou com indústrias de pequeno porte, a principal causa da poluição e degradação hídrica ainda é atribuída ao esgoto doméstico. A antropização caracterizada pela poluição pontual e difusa podem prejudicar o meio ambiente, pois o poluente difuso agrega a si defensivos agrícolas e adubos inorgânicos utilizados nas jardinagens de solos urbanos. Somados a este fato, a gerência sobre a qualidade da água deve agregar e integrar atividades políticas, econômicas, sociais e ambientais com vista no suporte ao desenvolvimento e aprimoramento tecnológico que gerem ações para a conservação da água mesmo em região desprovida de grandes indústrias (Sperling, 1996; Rocha, Rosa, Cardoso, 2009; Davis, Masten, 2016).

As consequências geradas pelo crescimento desordenado das cidades e precariedade na coleta e tratamento do esgoto sanitário doméstico constitui uma problemática recorrente e desencadeia a poluição das águas superficiais. Este cenário é realidade em grande parte das

idades brasileiras e o Estado de Rondônia está entre os piores índices no ranking do saneamento básico, a capital Porto Velho foi classificada entre os 20 piores municípios de acordo com dados do Ministério das Cidades apresentado pelo diagnóstico dos serviços de água e esgotos de 2017 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Instituto Trata Brasil, 2019).

Com base no exposto, o estudo em bacias hidrográficas urbanas estabelece uma importância primordial para o monitoramento ambiental e ao processo de desenvolvimento sustentável em escala local, municipal. Para tanto, esta pesquisa utilizou análise estatística descritiva para o tratamento dos dados a partir das análises laboratoriais.

Nesse contexto, o objetivo da pesquisa foi avaliar a qualidade da água superficial da bacia hidrográfica do Igarapé Dois de Abril a partir dos parâmetros pH, turbidez, fósforo dissolvido e fósforo total comparados em consonância com o padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

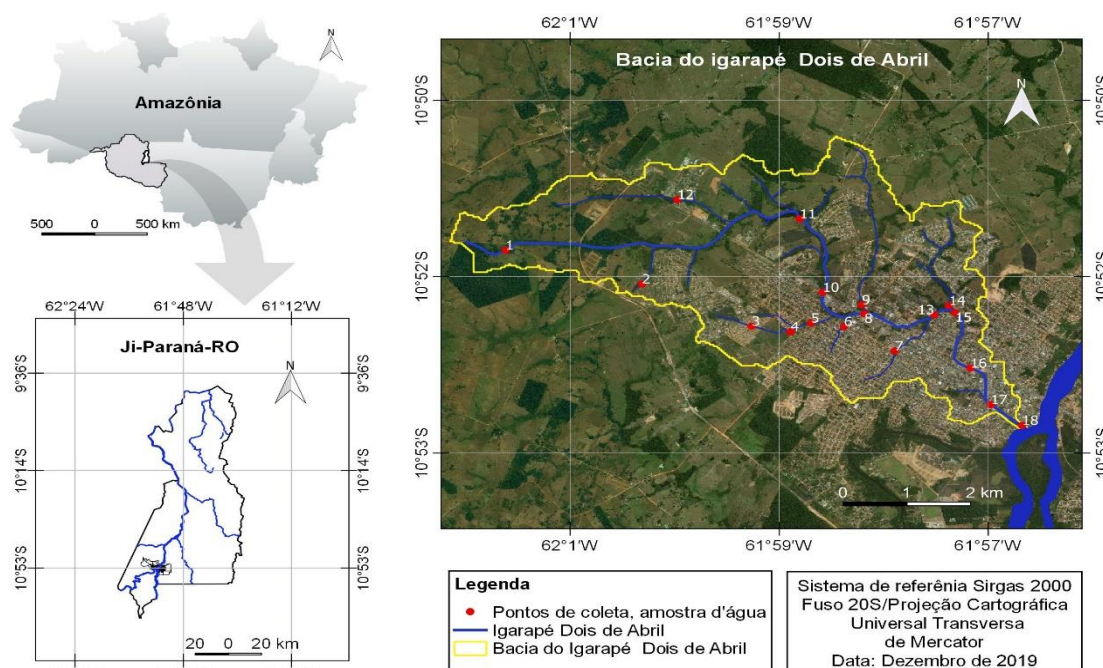
A cidade de Ji-Paraná-RO, onde está localizada a área de estudo, fica na porção leste rondoniense entre as coordenadas geográficas (λ) 10°50'10"S e (ϕ) 62°30'20" W; (λ) 10° 53'15"S e (ϕ) 61° 53'40" W, na Amazônia Sul Ocidental (Figura 1).

A bacia do Igarapé Dois de Abril tem aproximadamente 24 km², altitude a montante 220m, e a jusante 120m.

O clima de acordo com a classificação de Koppen é o tropical quente e úmido, do tipo Aw - Tropical Chuvoso. Apresenta uma homogeneidade espacial e sazonal da temperatura média do ar, variando entre 24 °C e 26 C°. A cidade é dividida em dois distritos (1; 2) pelo rio Machado e tem baixo índice de serviço de saneamento básico com apenas 20,2% de domicílios contemplados com esgotamento sanitário apropriado (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010; Rondônia, 2012).

Figura 1.

Localização da área de estudo, bacia do Igarapé Dois de Abril, cidade de Ji-Paraná-RO.



Fonte: O próprio autor. S1 (Setor 1), S2 (Setor 2) e S3 (Setor 3). P (Ponto de coleta).

Com regime hidrológico perene, a partir de dados produzidos, conforme método criado por Robert E. Horton em 1945 e modificado por Arthur N. Strahler em 1952 descrito por Christofletti (1980, p.106-124) o Igarapé Dois de Abril é classificado com hierarquia fluvial de terceira ordem.

Situada em maior proporção de extensão territorial na área urbana, a bacia hidrográfica do Igarapé Dois de Abril possui percentuais de pastagem 41,7%, floresta natural 13,1%, e via não pavimentada 4,7%, respectivamente para o uso do solo (Araújo, et al., 2018).

2.2. Procedimento metodológico

As coletas foram realizadas nos períodos de cheia e seca na área da bacia Igarapé Dois de Abril, ano 2017. Para o reconhecimento da drenagem da área de estudo e execução do trabalho de campo foram compiladas informações de imagens SRTM do projeto TOPODATA números 09S63, 09S615, 10S63, 10S615, 11S63, 11S615, escala 1:250.000, carta topográfica SC-20-Z-A-VI, MI 1683 na escala 1:100.000, imagem *ESRI Satellite* com sistema de referência *WGS 84*. A cartografia tem papel fundamental para informar a realidade dos problemas ambientais produzidos pela sociedade, é preciso pensar em uma cartografia crítica, considerando elementos presentes na relação entre natureza e sociedade (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1981; Martinelli, Pedrotti, 2001; Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, 2008).

O georreferenciamento dos pontos de coleta na primeira etapa foi feito a partir do software Google Earth Pro e posteriormente confirmado in loco com GPS da marca Garmin E-trex 20, software GPS TrackMaker Pro e processados no software *QGIS Desktop 2.18.28* parametrizado para o Datum *SIRGAS 2000* com extensões de *plugin QuickMapServices* e *Taudem*. A (tabela 1) demonstra os locais onde foram feitas as coletas de água.

Tabela 1:*Identificação dos pontos de coleta na bacia do Igarapé Dois de Abril.*

Setor	Ponto	Local de coleta de água	Coordenada geográfica	
			Latitude	Longitude
S1	01	Zona rural, Sítio Camargo	10° 51' 19,5"	62° 01' 8,0"
S1	02	Residencial Veneza	10° 51' 40"	61° 59' 59"
S2	03	Res. Bosque dos Ypes, rua Wadih Said Klaimé	10° 52' 6,0"	61° 59' 2,0"
S2	04	Jardim Presidencial, rua São Manoel.	10° 52' 10"	61° 58' 42"
S2	05	Jardim Presidencial, rua Acre	10° 52' 4,0"	61° 58' 14"
S2	06	Jardim Presidencial, rua Gonçalves Dias	10° 52' 6,0"	61° 58' 14"
S2	07	Jardim dos Migrantes, Av. Dois de Abril	10° 52' 21"	61° 57' 48"
S2	08	BR 364	10° 51' 59"	61° 58' 4,0"
S1	09	Jardim Aurélio Bernardi	10° 51' 53"	61° 58' 5,0"
S1	10	BR 364	10° 51' 46"	61° 58' 25"
S1	11	Zona rural, Estância Cascavel	10° 51' 1,0"	61° 58' 37"
S1	12	Entrada para o distrito Industrial	10° 50' 48"	61° 59' 41"
S3	13	Jardim Aurélio Bernardi, Av. Engenheiro M. B. A. da Fonseca	10° 51' 59"	61° 57' 28"
S3	14	Jardim Aurelio Bernardi, av. Dom Bosco	10° 51' 54"	61° 57' 20"
S3	15	Bela Vista, Av. Menezes Filho	10° 51' 58"	61° 57' 17"
S3	16	Dois de Abril, rua Vinte Dois de Novembro	10° 52' 32"	61° 57' 9,0"
S3	17	Dois de Abril, rua Seis de Maio	10° 52' 54"	61° 56' 59"
S3	18	Dois de Abril, rua Tenente Brasil	10° 51' 19,5"	62° 1' 8,0"

Fonte: O próprio autor (2017).

Foram coletadas 350mL de água em 18 pontos para o monitoramento de turbidez, fósforo dissolvido, fósforo total e pH que foi medido *in locu* nos respectivos pontos para as duas campanhas, março (cheia) e agosto (seca) no ano de 2017, sazonalidade descrita por Pinto e Gomes (2017) foi adotada como critério pluviométrico para a área de estudo. As análises foram realizadas em triplicata no Laboratório de Limnologia e Microbiologia (LABLIM)/Universidade Federal de Rondônia-UNIR, campus de Ji-Paraná.

O pH foi medido com a leitura do phmetro portátil digital modelo pH 221 da marca Lutron *in loco* nos 18 pontos de coleta. A leitura de turbidez foi realizada no laboratório com Turbidímetro Portátil Modelo 2100P da Hach. O procedimento foi feito, a partir da agitação da amostra para dispersar perfeitamente os sólidos. Em seguida, esperou-se tempo suficiente para eliminar bolhas de ar para realizar as leituras com método baseado da intensidade da luz dispersa por uma suspensão-padrão nas mesmas condições (Agência Nacional de Águas, 2011).

Para realizar os ensaios de fósforo dissolvido foi utilizado 1,5 mL do Reagente Misto e homogeneizado em 5 mL da amostra filtrada em membranas de 0,45 µm conforme o método colorimétrico, após 20 minutos, as leituras foram realizadas em triplicata com espectrofotômetro a um comprimento de onda de 882 nm (Golterman, Clymo y Ohnstad, 1978).

A metodologia utilizada para o Fósforo Total seguiu o método colorimétrico descrito por Golterman, Clymo y Ohnstad (1978) com amostra de água bruta (não filtrada). Antes de ser colocado na autoclave foi adicionado persulfato de potássio ($K_2S_2O_8$), que na água é oxidado e libera fosforo orgânico como ortofosfato (PO_4^{3-}), e em soluções fortemente ácidas (H_2SO_4 – 15%), o ortofosfato fornece um complexo amarelo com íons molibdato (molibdato de amônio), no final produz uma coloração azul estimulada pelos reagentes mistos (molibdato, ácido sulfúrico, tartarato e ácido ascórbico). O procedimento utilizou 5,0 mL de amostra e a adição de 1,5 mL de reagente misto, na

sequência foi homogeneizada, após 20 minutos a leitura foi realizada com espectrofotômetro a um comprimento de onda de 882 nm.

A sistematização dos dados para análise estatística seguiu critério de setorização (setor 1, setor 2 e setor 3), sazonalidade (cheia e seca) e quantidade de pontos amostrados. Foi utilizado estatística descritiva com grupos de dados organizados no excel® para gerar gráficos boxplot no software Bioestat conforme Ayres et. al (2007), com princípio idealizado por John W. Tukey em 1977 (Gotelli e Ellison, 2011).

Para discutir a qualidade da água, foi tomado como base a classe de água II, recomendada para estudos em regiões do país onde não há enquadramento da qualidade das águas superficiais. Condição que se aplica a esta pesquisa na bacia do Igarapé Dois de Abril, cidade de Ji-Paraná-RO (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das análises físico-químicas (Tabela 2) demonstraram que os dados não ficaram em conformidade com a classe de água II, Resolução CONAMA 357 (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005).

Os dados de pH não sinalizaram preocupação com a degradação e qualidade da água, ficaram dentro do limite máximo e mínimo estabelecido. Quanto ao fósforo dissolvido mesmo não sendo preconizado pelas diretrizes da Resolução CONAMA 357/2005 contribuiu para demonstrar a tendência do valor alto de fósforo total.

A área de estudo foi delineada em setores (Figura 2) e a estatística descritiva foi gerada com valores de mediana e quartis representados em gráficos *boxplot*.

Tabela 2 –

Intervalo mínimo e máximo por sazonalidade das variáveis limnológicas dos pontos amostrados na bacia do Igarapé Dois de Abril frente a Resolução CONAMA/357/2005.

Variável	CONAMA 357/2005 Classe de água II	Sazonalidade	
		Cheia	Seca
		Mín.-Máx.	Mín.-Máx.
Potencial hidrogeniônico-pH	Entre 6,0 e 9,0	6,54-8,35	6,03-7,59
Turbidez	Até 100 UNT	10,0- 268,67	6,10- 125,33
Fósforo dissolvido mg/L. P	Não preconizado pelo CONAMA	0,00-1,57	0,00-1,57
Fósforo total (mg/L. P)	Até 0,05 mg/L. P	0,05- 2,58	0,0- 2,31

Fonte: O próprio autor. Em negrito na coluna sazonalidade as concentrações que extrapolaram a norma. Adaptado de Souza, Loverde-Oliveira e Alves (2018).

Nesse caso a variável fósforo total, mesmo com a Resolução CONAMA 359/2005 que versa sobre critérios da utilização de fósforo na composição de detergente pela indústria nacional, ainda assim, registrou teor acima do valor máximo permitido (0,05 mg/L.P) evidenciando que, ainda que a presença do fósforo na água esteja associado a diferentes fontes, o detergente empregado em larga escala doméstica e os dejetos fecais lançados na água pelo esgoto sanitário em quantidade excessiva configuraram como uma das principais fontes de poluição.

Turbidez não ficou em conformidade com a legislação, fato que está relacionado a vários processos desde a erosão nas margens dos afluentes do Igarapé Dois de Abril, retirada de mata ciliar, mata de galeria e poluição pontual e difusa de origem urbana ou rural que deixam a água turva e diminuem a entrada de luz na água e potencializa a degradação podendo prejudicar quem possa fazer uso desse bem natural.

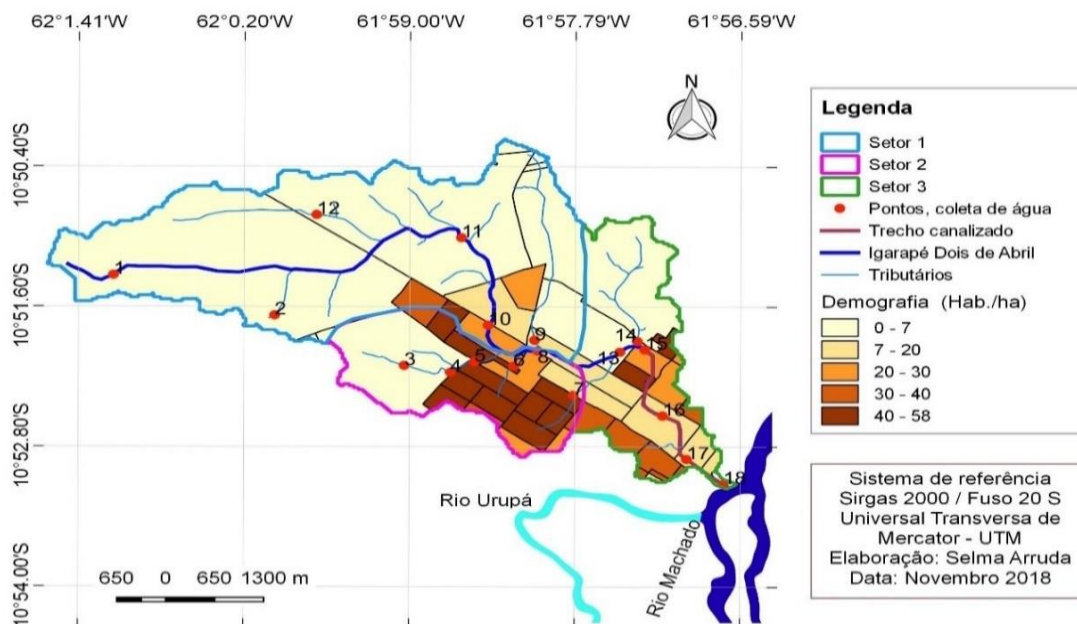
O delineamento dos setores (S) e pontos (P) de coleta (Figura 2), setor 1 (S1P1, S1P2, S1P9, S1P10, S1P11, S1P12); setor 2 (S2P3, S2P4, S2P5, S2P6, S2P7, S2P8), setor 3 (S3P13, S3P14, S3P15, S3P16, S3P17, S3P18) relacionados com a densidade demográfica evidencia o setor 2 com maior adensamento populacional.

O uso e ocupação do solo tem predomínio de empreendimentos comerciais e prédios públicos, fato que pode explicar a baixa densidade demográfica nas imediações dos pontos 16 e 17, com exceção de áreas no setor 1 que compreende parte da zona rural.

Característica que se contrapõe ao setor 2 onde nas imediações dos pontos 4, 5 e 6 foi identificado ruas vicinais, maior densidade populacional. Algumas dessas habitações apresentam indícios de autoconstrução e em áreas inadequadas próximo aos igarapés e até animais de grande porte (Figura 3.C).

Figura 2:

Delineamento dos pontos de monitoramento bacia do Igarapé Dois de Abril por setores.

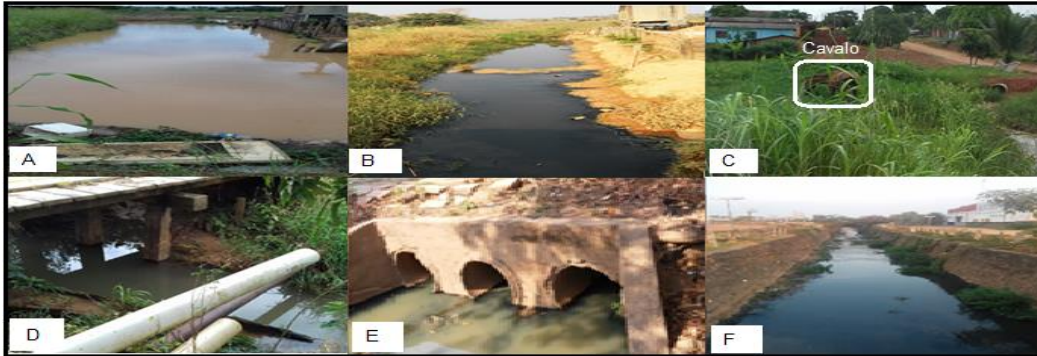


Fonte: O próprio autor (2018). Informações demográficos, dados censitários (IBGE, 2010).

A jusante do Residencial Veneza que faz limite com o anel viário observou-se a poluição pontual e difusa (Figura 3) que agrega a si defensivos agrícolas, adubos inorgânicos utilizados em jardins e água bruta proveniente de lava jatos e esgoto doméstico.

Figura 3:

Vista parcial da degradação física no setor 2, bacia do Igarapé Dois de Abril, 2017.



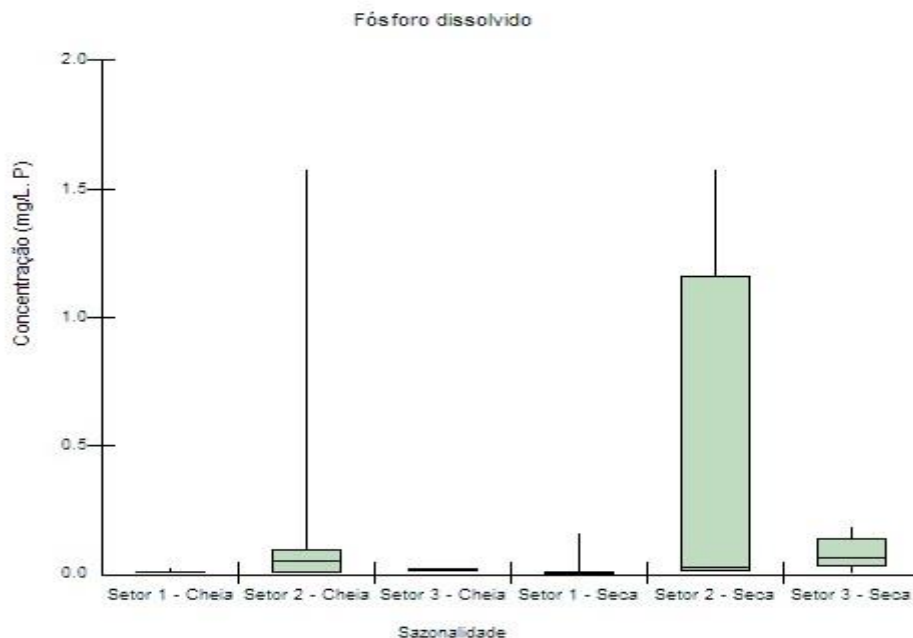
Fonte: O próprio autor, (2017). A (Ponto 4, período cheia); B (Ponto 4, período seca); C (Ponto 5, período seca); D (Ponto 6, período seca); E (Ponto 7, período seca); F (Ponto 16, período seca).

Na forma inorgânica, o fósforo (Figura 4; 5) se apresentam na água principalmente sob duas maneiras, ortofosfatos e polifosfatos, visto como nutrientes para os organismos vivos e em excesso é prejudicial, e causa eutrofização na água (Sperling, 2005; Rocha, Rosa, Cardoso, 2009).

As condições do estado físico da água (Figura 3) corrobora com a análise química dos teores de fósforo dissolvido (Figura 4) e fósforo total (Figura 5).

Figura 4:

Concentração por grupo de sazonalidade e setores, fósforo dissolvido 2017.



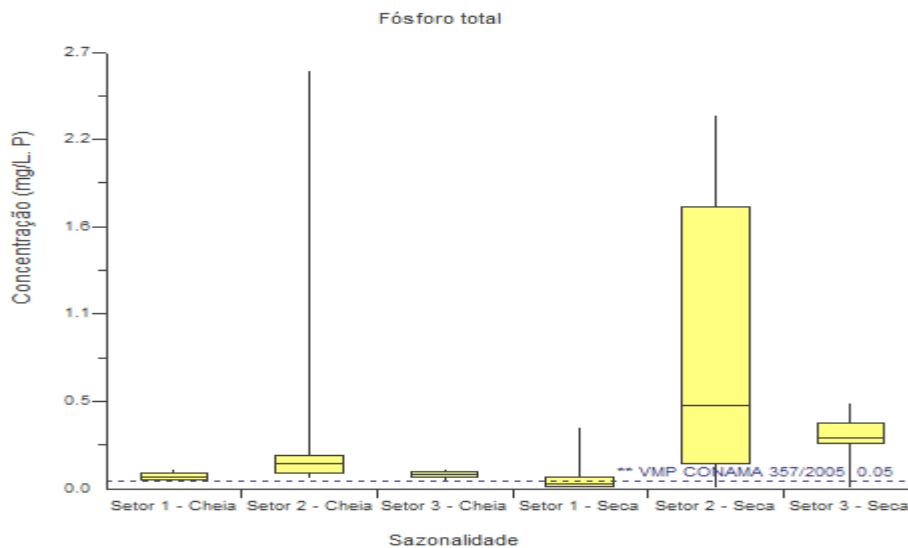
Fonte: O próprio autor (2018).

O fósforo dissolvido (Figura 4) e o fósforo total (Figura 5) além de serem considerados nutrientes, quando atinge um valor alto, no caso do fósforo total, é considerado nocivo para seres vivos do ambiente aquático. Nesta pesquisa o teor de fósforo total pode ser considerado um

indicador que o Igarapé Dois de Abril está recendo descarga de efluentes domésticos e a causa é o detergente em várias atividades domésticas.

Figura 5:

Concentração por grupo de sazonalidade e setores, fósforo total, 2017



Fonte: O próprio autor (2018). **Valor máximo permitido (0,05 mg/L).

A não conformidade do padrão de qualidade das águas superficiais ocorrem em vários países do mundo, na Alemanha, teores nitrogenados e fósforo total (P) foram analisados para comparar com 7 classes d'água, o resultado extrapolou mais de uma classificação do país, e a classe de água foi categorizada como, excessivamente contaminada, a causa foi atribuída a poluição difusa por indústrias e agricultura (Pott et al., 2014).

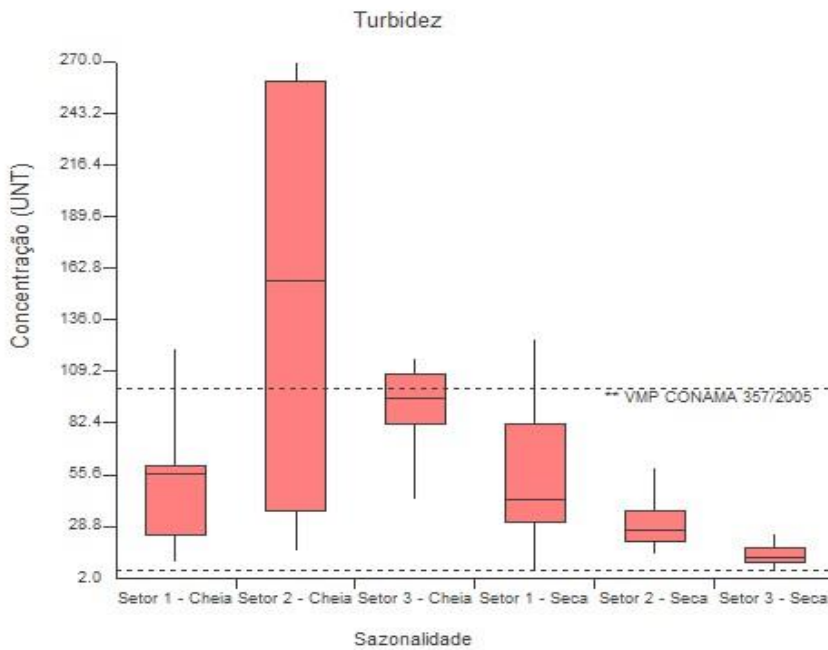
Silva e Silva (2020) ao analisarem a qualidade da água em um parque urbano na cidade de Teresinha (PI) encontraram valor de fósforo total acima de 0,030 mg/L e atribuiu os valores altos das concentrações de fósforo ao possível lançamento de efluentes domésticos e caracterizou os pontos de coleta como ambiente lântico, similar ao nosso estudo.

Na drenagem do Igarapé Dois de Abril também foi identificado ambiente lântico (Figura 3. e; ponto 7; setor 2, Figura 2) e ambiente intermediário (entre lótico e lântico), porém no período chuvoso predomina o ambiente lótico, mas mesmo no período de cheia a poluição da água é recorrente caracterizada pelo escoamento superficial que potencializa transporte de resíduos sólidos para área de estudo (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005).

Quanto a concentração de turbidez (Figura 6) ela tem diferentes origens, podem ser naturais ou antropogênica e uma das principais consequências perceptíveis é a obstrução da passagem da luz na água.

Figura 6:

Concentração por grupo de sazonalidade e setores, pH total, 2017.



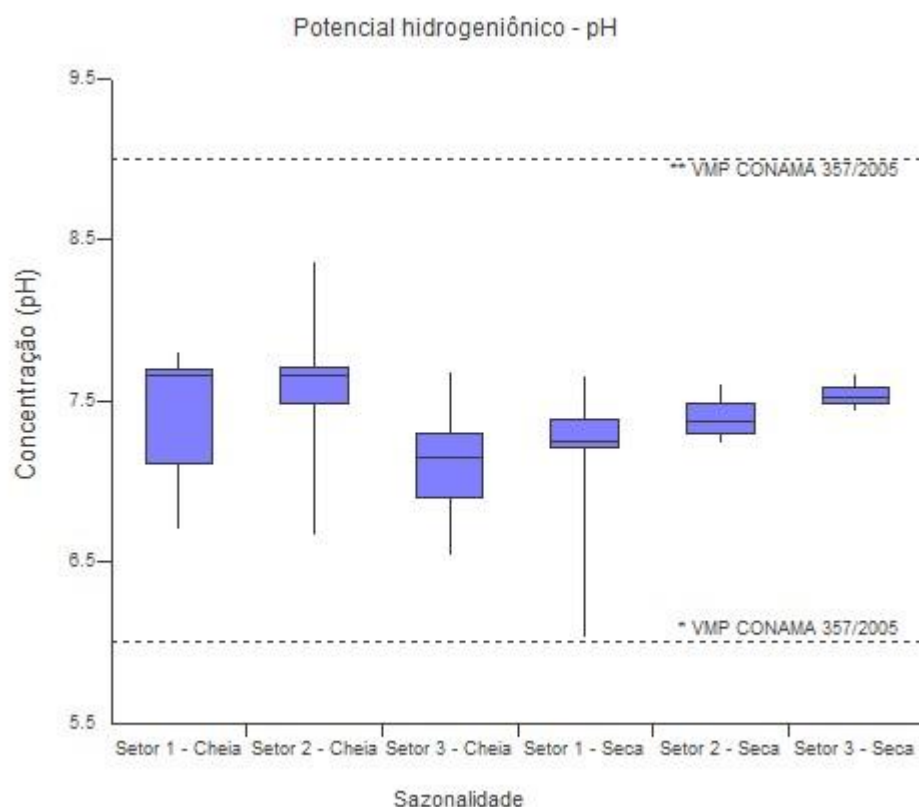
Fonte: O próprio autor, (2018).

No período chuvoso, além do acúmulo de dejetos dos esgotos domésticos clandestinos (Figura 3.A; ponto 4; setor 2, Figura 2) que escoam a céu aberto e em outros setores podem ocorrer concomitante com a galeria de água pluvial, os resíduos sólidos descartados inadequadamente na área da bacia são carregados até a rede de drenagem do Igarapé Dois de Abril, caracterizando a poluição do ambiente aquático e corroborando para o aumento da turbidez que foi mais impactante no setor 2, no período chuvoso, classificado como cheia, correspondente ao mês de março quando foi realizada a coleta da amostra de água.

Quanto aos valores de pH (Figura 7) tanto por grupo de sazonalidade e entre os setores os valores não extrapolaram a Resolução CONAMA 357/2005 para classe de água II (6-9). Esta variável correlaciona com outros parâmetros e pode ter influência geológica.

Figura 7:

Concentração por grupo de sazonalidade e setores, pH total, 2017.



Fonte: O próprio autor, (2018).

Rodrigues, Nolasko e Jesus (2018) registraram valores de pH abaixo de 7, classificado como ácido em todos os pontos para classe de água I e a explicação foi dada pelas características geológicas do Alto Paraguaçu na Chapada Diamantina na BA, área de proteção integral que inibe a ação antrópica, comprovando que o pH ácido não foi causado pela poluição antrópica e sim pela característica dos minerais.

Fato que difere do resultado na bacia do Igarapé Dois de Abril, o pH (Figura 7) não extrapolou a norma para Classe de água II, porém, mesmo assim os demais parâmetros analisados demonstraram grau de poluição.

Silva, Andrade e Webler (2019) analisaram pH em nascentes da bacia hidrográfica do Igarapé Dois de Abril e encontraram valores com mínimo 6,06, máximo 8,11 e ficaram em conformidade com a Resolução CONAMA 357 (2005).

Oliveira (2013), ao analisar pH em quatro pontos abrangendo setor urbano e rural de quatro microbacia no município de Itaara (RS) constatou valores que não ficaram em conformidade com a legislação. O autor atribuiu esse fato a localização dos pontos, na área urbana por receber despejo de esgoto doméstico e na zona rural pelo uso de defensivos agrícolas, muito similar ao nosso estudo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos dois períodos, cheia e seca foram identificados parâmetros físico-químicos que não ficaram em conformidade com a legislação para a classe II de água doce.

As variáveis que não extrapolaram o valor máximo permitido nas duas sazonalidades foram pH e fósforo dissolvido que não é preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005. Isso pode ser explicado pela formação geológica da área não ter influência de minerais que possam alterar a escala de valores mínimo e máximo de pH. Porém, não significa que a área de estudo não esteja sendo degradada.

Quanto a turbidez no período chuvoso os valores para as duas campanhas ultrapassaram o valor máximo permitido para as classes de água II, em especial no mês de março, período chuvoso no setor 2. Pois mesmo o fósforo tendo critérios normativos, expressos na Resolução CONAMA 359/2005 sobre o quantitativo do teor de fósforo em detergente produzido pela indústria brasileira, ainda assim, o teor de fósforo foi constatado acima do valor máximo permitido nas duas sazonalidades.

Os dados de turbidez corroboram com fósforo dissolvido, fósforo total que tiveram maior influência nos pontos do setor 2, caracterizando a situação crítica da água evidenciado pela drenagem da bacia estar localizada em área urbana e receber forte influência do adensamento populacional refletido pelo esgotamento sanitário doméstico. E como o pH se relaciona com vários parâmetros é possível que todas as variáveis possam contribuir para o declínio da qualidade da água.

E a densidade populacional associada ao mapa dos setores, mais o resultado da estatística descritiva com gráfico boxplot expresso por setores e por sazonalidade demonstraram que os parâmetros analisados exerceram maior influência no setor 2, fato que está relacionado com a ineficiência, precariedade e até ausência com prestação execução do serviço de saneamento básico que colabora negativamente com os dados quantitativos para caracterizar a queda da qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do Igarapé Dois de Abril.

5. REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Águas-ANA (2011). Organizadores: Carlos Jesus Brandão et al. São Paulo: CETESB Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.
- Araújo, R. R.; Andrade, N. L. R.; Ribeiro, J. G. S. (2018). Análise do uso e ocupação do solo e interpolação do grau de preservação das nascentes da microbacia do igarapé Dois de Abril, Ji-paraná-RO, Brasil. In: XIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. file:///D:/ANTERIOR/d/Downloads/PAP021591.pdf.

- Ayres, M.; Ayres JR, M.; Ayres, D.; Santos, A. (2007). Bioestat – aplicação estatística nas áreas das ciências biomédicas. Belém do Para, Brasil, 2007.
<https://www.mamiraua.org.br/downloads/programas/>
- Lei 11.445 de 2007. Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. 05 de janeiro de 2007. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm
- Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. (2005). Resolução n. 357.
<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>
- Conselho Nacional do Meio Ambiente. (2005). Resolução n. 359.
<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>
- Christofoletti, A. (1980). A análise de bacias hidrográficas. In: Christofoletti, A. Geomorfologia. (2 ed.) São Paulo: Edgard Blucher Ltda.
- Davis, M. L.; Masten, S. J. A. Os ecossistemas (2016). In: Davis, M. L.; Masten, S. J. A.
- Golterman, H. L., Clymo, R. S. and Ohnstad, M. A. M. (1978). Methods for physical and chemical analysis of freshwaters. (2 ed.) Oxford, BlackwellScientific Publications, I.B.P. Handbook.
- Gotelli, N. J.; Ellison, A. M. (2011). Análise de dados multivariados. N. J.; Ellison, A. M. Princípios de Estatística em Ecologia. Porto Alegre: Artmed.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2010). Bases e referenciais, malhas digitais, setor censitário-shp. <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (1981). Portal de mapas do IBGE, cartas e mapas, folhas topográficas. <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/cartas>
- Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais-INPE. (2008). Topodata: banco de dados geomorfométricos do Brasil. Variáveis geomorfométricas locais. São José dos Campos <http://www.dsr.inpe.br/topodata>
- Instituto Trata Brasil. Ranking do Saneamento. (2019). GO Associados. São Paulo. 2019.
http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking-2019/Relat%C3%B3rio_-_Ranking_Trata_Brasil_2019_v11_NOVO_1.pdf
- Oliveira, J. M. (2013). Qualidade da água superficial em microbacias com diferentes usos de solo no município de Itaara - RS. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências, Mestrado em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM-RS.
- Pinto, T. J. S. Gomes, B. M. (2017). CO₂ Flux and its Relationship with Water Parameters and Biological Activity in the Ji-Paraná River (Rondônia State –Western Amazon). Biogeosciences Discussions. Doi.org/10.5194/bg-2017-407. <https://www.biogeosciences-discuss.net/bg-2017-407/>
- Pott, C. A.; Jadoski, S. O.; Schmalz, B.; Hormann, G. (2014, v18, n.8). Temporal variability of nitrogen and phosphorus concentrations in a German catchment: Water sampling implication. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande.
<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n8/v18n08a05.pdf>

- Martinelli, M. y Pedrotti, F. 2001, v. 14. A cartografia das unidades de paisagem: questões metodológicas. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo.
http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio_Sueli/2s_2016/CartografiaAmbiental/Modulo_1/Texto_9_A_Cartografia_das_Unidades_de_Paisagem_questoes_metodologicas.pdf
- Rocha, J. C.; Rosa, A. H.; Cardoso, A. (2009). Introdução à química ambiental. 2. ed. Porto Alegre: Bookman.
- Rodrigues, D. P.; Nolasco, M.C. y Jesus, T.B. (2018, v. 19, n.68, dez.). Background de qualidade de água do Alto Paraguaçu – Chapada Diamantina – Bahia – Brasil. Revista Caminhos de Geografia. Uberlândia-MG.
<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/40387>
- Rondônia. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental-SEDAM. (2012). Boletim Climatológico de Rondônia. Porto Velho. SEDAM.
http://www.sedam.ro.gov.br/images/2016/abril/coordenadorias/cogeo/boletins_anuais/%20BOLETIM_CLIMATOLOGICO_2010.pdf
- Silva, D. P. P.; Andrade, N. L. R.; Webler, A. D. (2019, v. 10, n.3, abri-maio). Qualidade da água de nascentes urbanas: estudo de caso de microbacia Amazônica, município de Ji-Paraná/RO. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais. Aracaju.
<https://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2019.003.0009>
- Silva, H. B.; Silva, C. E. (2020, v. 13, n.5). Qualidade da água de um parque urbano em Teresina-PI. Revista Brasileira de Geografia Física. Teresina-PI. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>
- Sousa, A. V.; Loverde-Oliveira, S.; Alves, G. B. M. (2018, v. 27, n. 1, p. 67-82, abril). Mapeamento dos usos do solo na área de proteção permanente do rio Vermelho-MT e seus reflexos sobre a qualidade da água. Geografia. Londrina.
<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/26348/23438>
- Sperling, M. V. (1996). Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. (3 ed.). Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais.
- Sperling, M. V. (2005). Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais.