



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge>



Análise da interação antrópica na qualidade da água de um sistema lótico, Rio do Peixe, Santa Catarina, Brasil

Roger Francisco Ferreira de Campos¹, Indianara Fernanda Barcarolli²

¹Professor da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP), Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC) e é Doutorando em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal de Santa Catarina (UTFPR) – roger@uiarp.edu.br, ² Professora da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Brasil - indianara.barcarolli@udesc.br.

Artigo recebido em 10/10/2022 e aceito em 10/12/2022

RESUMO

As interações antropogênicas por meio do desenvolvimento humano acarretam ações negativas quando relacionadas ao meio ambiente, devido à falta de boas práticas ambientais, obtendo os recursos hídricos como um dos principais impactados devido às interações do lançamento de efluentes sanitários e industriais. Portanto, o presente trabalho tem como o objetivo analisar a interação antropogênica do município de Caçador com a qualidade de um sistema lótico. O estudo foi realizado no percurso do Rio do Peixe entre os municípios de Calmon, Caçador e Rio das Antas, contemplando 11 pontos amostrais – através de um ano de amostragem, por meio de análises físicas, químicas e biológicas, e respectivo Índice da Qualidade da Água (IQA_{NFS}). O estudo apresenta que as atividades antrópicas do município de Caçador interferem na qualidade da água do Rio do Peixe, por meio do lançamento in natura do esgoto sanitário, que consequentemente interfere na qualidade da água do Rio do Peixe – apresentando uma ponderação anual variando de regular a bom (50,33 – 61,42) no IQA_{NFS}. Assim, é necessário a atenção de entidades públicas e privadas do município de Caçador para o tema abordado, visando a minimização da contaminação desse sistema lótico, visto que o município de Caçador é a primeira cidade que possui interação significativa com o Rio do Peixe.

Palavras-chave: Monitoramento Hídrico. Índice da Qualidade da água. Interação Antrópica.

Analysis of anthropic interaction in the water quality of a lotic system, Rio do Peixe, Santa Catarina, Brazil

ABSTRACT

Anthropogenic interactions through human development lead to negative actions when related to the environment, due to the lack of good environmental practices, obtaining water resources as one of the main impacts due to the interactions of the sanitary effluent discharge and Industries. Therefore, the present work has the objective of analyzing the anthropogenic interaction of the municipality of Caçador with the quality of a lotic system. The study was carried out along the Rio do Peixe, between the municipalities of Calmon, Caçador and Rio das Antas, analyzing 10 sampling points - through one year of sampling, through physical, chemical and biological analyzes and respective Water Quality Index (WQI_{NFS}). The study shows that the anthropic activities of the municipality of Caçador interfere in the quality of the water of the Rio do Peixe by means of the in natura launching of the sanitary sewage, that consequently interferes in the quality of the water of the Rio do Peixe - presenting an annual weighting varying from regular to good (50.33 - 61.42) in the WQI_{NFS}. Thus, it is necessary the attention of public and private entities of the municipality of Caçador to the topic addressed, aiming at minimizing the contamination of this lotic system, since the municipality of Caçador is the first city that has significant interaction with Rio do Peixe.

Keywords: Water Monitoring. Water Quality Index. Anthropic Interaction.

Introdução

A atividade humana em qualquer magnitude apresenta uma interação negativa com o meio ambiente (Zan et al., 2012), estando relacionado com a falta de boas práticas ambientais (Lima et al., 2017). Ortega e Carvalho (2013) descrevem que o uso do solo em qualquer escala

afeta a qualidade dos recursos hídricos. Para Vich (2010) esse processo está associado com o esgotamento dos recursos naturais, necessitando assim da conservação ambiental, por meio do manejo sustentável nas bacias hidrográficas onde a atividade antrópica está induzida.

A poluição hídrica está se agravando durante os séculos (Broussard e Turner, 2009), sendo evidente a poluição nas bacias hidrográfica em todo mundo (Bhuiyan et al., 2013), estando atribuída às atividades antrópicas (Şener et al., 2017), através do lançamento de efluentes industriais, esgotamento sanitário (Bhuiyan et al., 2013), agricultura (Dellamatrice e Monteiro, 2014; Batista et al., 2016), mineração e outros (Rakotondrabe et al., 2017; Kändler et al., 2017), afetando diretamente a qualidade do meio aquático (Altansukh e Davaa, 2011) e o lençol freático (Elmarkh et al., 2017; Ojok et al., 2017), sendo um problema de toda a sociedade (Pereira, 2004). O lançamento de efluentes industriais e do esgotamento sanitário afeta diretamente a qualidade da água, sendo uma grande ameaça para a vida aquática (Helder e Eslam, 2015), além de inviabilizar seu uso para o consumo (Follmann e Foletto, 2013).

A preocupação em manter os padrões da qualidade da água superficial no planeta vem se tornando um impasse ambiental, no qual o homem está sendo um fator exponencial nessa ação (Levêque e Burns, 2017). Eisenberg et al. (2016) apresentam que o Brasil sofre com o descarte de esgoto sanitário nos recursos hídricos e que o mesmo acarreta um problema para toda a sociedade. Ocupação e uso do solo pela sociedade alteram sensivelmente os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais, impactando principalmente os recursos hídricos (Gomes-Silva et al., 2014).

A disponibilidade dessa água com sua inadequação e a exploração não sustentável dos recursos naturais, cujas consequências estão sendo sentidas pela presente geração e se, nada for feito, seus efeitos perpetuarão para as gerações futuras (Braga et al., 2005), para uma maior incidência ou prevalência dessas doenças encontra-se a baixa disponibilidade de água, seu fornecimento disponível com qualidade indevida e inadequada (Silva e Pruski, 2005), estando relacionado com a falta de diretrizes nas bacias hidrográficas (Senra e Nascimento, 2017).

Segundo Misra (2010) os efluentes sanitários precisam passar por um tratamento antes de ser lançado nos corpos receptores (sistema lótico). No entanto, unidades fossa e filtros anaeróbios apresentam eficiência baixa, limitando-se entre 40 a 50% quando o sistema possui tratamento adequado (Colares e Sandri, 2013), onde mesmo que o esgoto não esteja *in natura* todo sistema de tratamento de efluentes sanitário do município do estudo deságua no Rio do Peixe ou

nos seus afluentes. Devido a esse atual cenário o município fica exposto a um risco latente na saúde, sendo um fator comprometedor para a qualidade de vida e o desenvolvimento do município devido ao impacto ambiental permanente do município (Pereira, 2004).

O lançamento de esgoto *in natura* nos corpos receptores é um dos principais agravantes da poluição dos corpos hídricos (Andrade e Felchak, 2009), sendo que seu lançamento aumenta a concentração das cargas orgânicas, demanda bioquímica de oxigênio (Ortega e Carvalho, 2013), demanda química de oxigênio (Torres et al., 2010), coliformes termotolerantes (Guerra et al., 2015; Pessoa et al., 2015), nitrogênio, fósforo, turbidez, sólidos totais (Bollmann e Edwiges, 2008), amônia, sólidos em suspensão (Lai et al., 2013) coliformes totais e diminui a quantidade de oxigênio dissolvido (Bregunze et al., 2011), podendo contribuir para o processo de eutrofização de um sistema lótico (Belluta et al., 2016). Para Braga et al., (2005) esses parâmetros podem gerar impactos estéticos, fisiológicos e ecológicos. Segundo Tomasoni et al. (2009) o Brasil precisa de medidas de planejamento estratégico para diminuir a poluição hídrica.

Misra (2010) explana que o conhecimento da área de captação de água é um componente importante para o gerenciamento da qualidade da água e identificar as cargas de poluentes em seu lançamento são práticas que possibilita melhor uso da água nas áreas onde os poluentes se originam. De acordo com Campos e Kuhn (2021) o processo de monitoramento ambiental é um método que proporciona conhecer o cenário de uma determinada região, proporcionando à população envolvida seu atual cenário e consequentemente apresenta às diretrizes para sanear os atuais impactos ambientais. A utilização dos índices de qualidade de água é um mecanismo que auxilia no monitoramento ambiental de um corpo hídrico (Leitão et al., 2015), obtendo diferentes tipos de variáveis com um alto nível de significância ambiental (Poonam et al., 2013).

Segundo Serpa et al., (2014) é preciso desenvolver análises ecotoxicológicas para conhecer melhor a qualidade das águas superficiais. Tomas et al. (2017) descrevem que o Índice de Qualidade da Água – IQA representa ser uma necessidade e é útil para o gerenciamento efetivo dos recursos hídricos. Lopes e Magalhães-Junior (2010) e Saad et al., (2015) complementam que o IQA é um método eficaz para a análise da interação dos lançamentos do esgoto sanitário com a qualidade do corpo receptor. Para Mophin-Kania

e Murugesan (2011) o IQA facilita a interpretação dos dados que, por sua vez, aumenta a eficácia das estratégias de gestão para voltar à qualidade original de um rio. Diante deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a interação antrópica do município de Caçador com a qualidade da água do Rio do Peixe, com ênfase na aplicação IQA, por meio de análises físico-químicas e biológicas.

Material e métodos

O monitoramento da qualidade da água do Rio do Peixe foi realizado no percurso do sistema hídrico entre os municípios de Calmon, Caçador e Rio das Antas, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, conforme Figura 1.

Os pontos foram selecionados conforme sua interação, sendo 5 (cinco) pontos amostrais durante o percurso do Rio do Peixe em área urbana do município - que estão relacionados com a interação antropogênica da área urbana, foi selecionado 2 (dois) pontos amostrais à montante e 2 (dois) pontos amostrais à jusante do município, como também foi amostrados 2 (dois) afluentes (Rio Caçador e Rio Castelhana) que possuem interação com o percurso analisados (Figura 1 e Tabela 1), totalizando 11 (onze) pontos de monitoramento. O monitoramento foi realizado através dos parâmetros físico-químicos e biológicos, durante o período de 12 (doze) meses - março de 2016 a abril 2017.

As coletas foram realizadas em garrafas de água âmbar de 1 litro, conforme NBR 9898 (ABNT, 1987) e posteriormente encaminhadas para as análises no Laboratório de Análise Química da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI do município de Caçador - SC.

Para o desenvolvimento do estudo foram analisados os parâmetros de pH, condutividade, temperatura e Oxigênio Dissolvido (OD) *in loco* com uma sonda devidamente calibrada (HI9146 – HANNA). Em laboratório foram analisados os parâmetros de alcalinidade, dureza, sólidos totais, sólidos dissolvidos, sólidos em suspensão, sólidos sedimentáveis, demanda química de oxigênio, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), fósforo total, ortofosfato, nitrito, coliformes totais, coliformes termotolerantes (APHA, 2005), amônia (Koroleff, 1970) e nitrato com uma sonda portátil (B-741/742/743 – LAQUATWIN), conforme Tabela 2. Com exceção de DBO_{5,20}, coliformes totais e termotolerantes, todas as análises foram realizadas em triplicata, utilizando-se metodologias recomendadas pela *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005).

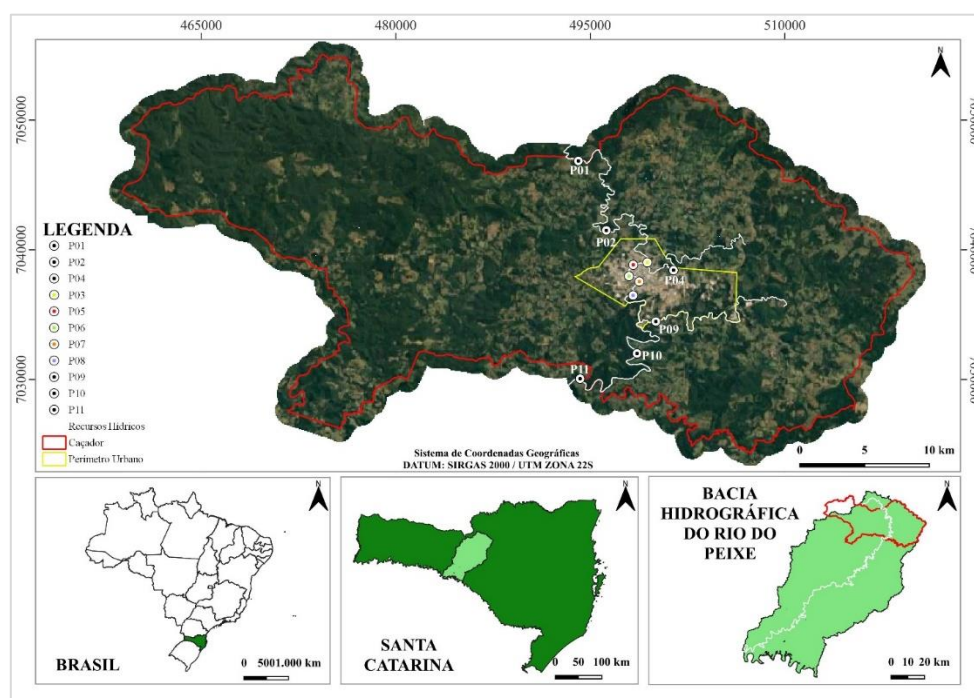


Figura 1. Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, Santa Catarina, Brasil.

Tabela 1. Pontos determinados para coleta de análise de água;

COORDENADAS			
Pontos	Longitude (S)	Latitude (W)	Altitude (m)
1	26°41'57.73"	51° 3'33.65"	956
2	26°44'52.10"	51° 2'16.09"	894
3	26°46'12.52"	51° 0'21.56"	900
4	26°46'32.24"	50° 59'8.39"	903
5	26°46'19.06"	51° 01'0.70"	895
6	26°46'47.13"	51° 1'12.10"	894
7	26°47'0.15"	51° 0'44.34"	892
8	26°47'34.86"	51° 01'1.40"	893
9	26°48'40.39"	50° 59'57.69"	803
10	26°51'4.36"	51° 3'30.21"	811
11	26°53'24.08"	51° 4'26.00"	776

Para o desenvolvimento do monitoramento ambiental foi utilizado o Índice de Qualidade de Água estabelecido pela *National Sanitation Foundation* (IQA_{NFS}), através da Equação 1 (Brown et al., 1970). Para análise do IQA_{NFS} foram utilizados os parâmetros de OD, DBO, coliformes termotolerantes, nitrato, fósforo total, sólidos totais, ph, temperatura e turbidez.

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

$$IQA = (q_{DBO}/100)^{w_{DBO}}(q_{OD}/100)^{w_{OD}}(q_N/100)^{w_N} \dots \quad (1)$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;
qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100;
wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro (número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade).

A partir dos cálculos efetuados os resultados foram comparados com a classificação da qualidade do corpo receptor que recebe os efluentes industrial, indicada pelo IQANSF, parametrizado de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2. Pesos relativos dos parâmetros para o cálculo do (IQA_{NSF});

PARÂMETROS	PESO RELATIVO (wi)
OD	0,17
Coliformes Termo.	0,16
pH	0,11

DBO _{5,20}	0,11
Fosfato Total	0,10
Temperatura	0,10
Nitrato	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos Totais	0,07

Tabela 3. Classificação da qualidade da água (IQA_{NFS});

CATEGORIA	PONDERAÇÃO
Ótima	80<IQA≤100
Bom	52<IQA≤79
Regular	37<IQA≤51
Ruim	26<IQA≤36
Péssima	0<IQA≤25

Os resultados foram comparados com a Resolução CONAMA n° 357/05 (BRASIL, 2005) e PORTARIA GM/MS n° 888/21 (BRASIL, 2021). Para cada variável analisada foi desenvolvido a comparação entre as médias dos grupos experimentais utilizando análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados

O monitoramento da qualidade da água foi realizado através de 20 parâmetros amostrais e do respectivo IQA_{NFS}, dentre os valores analisados apenas sólidos sedimentáveis não foi identificado (n.d.) nas amostras coletadas, os demais resultados podem ser observados nas figuras 2 e 3.

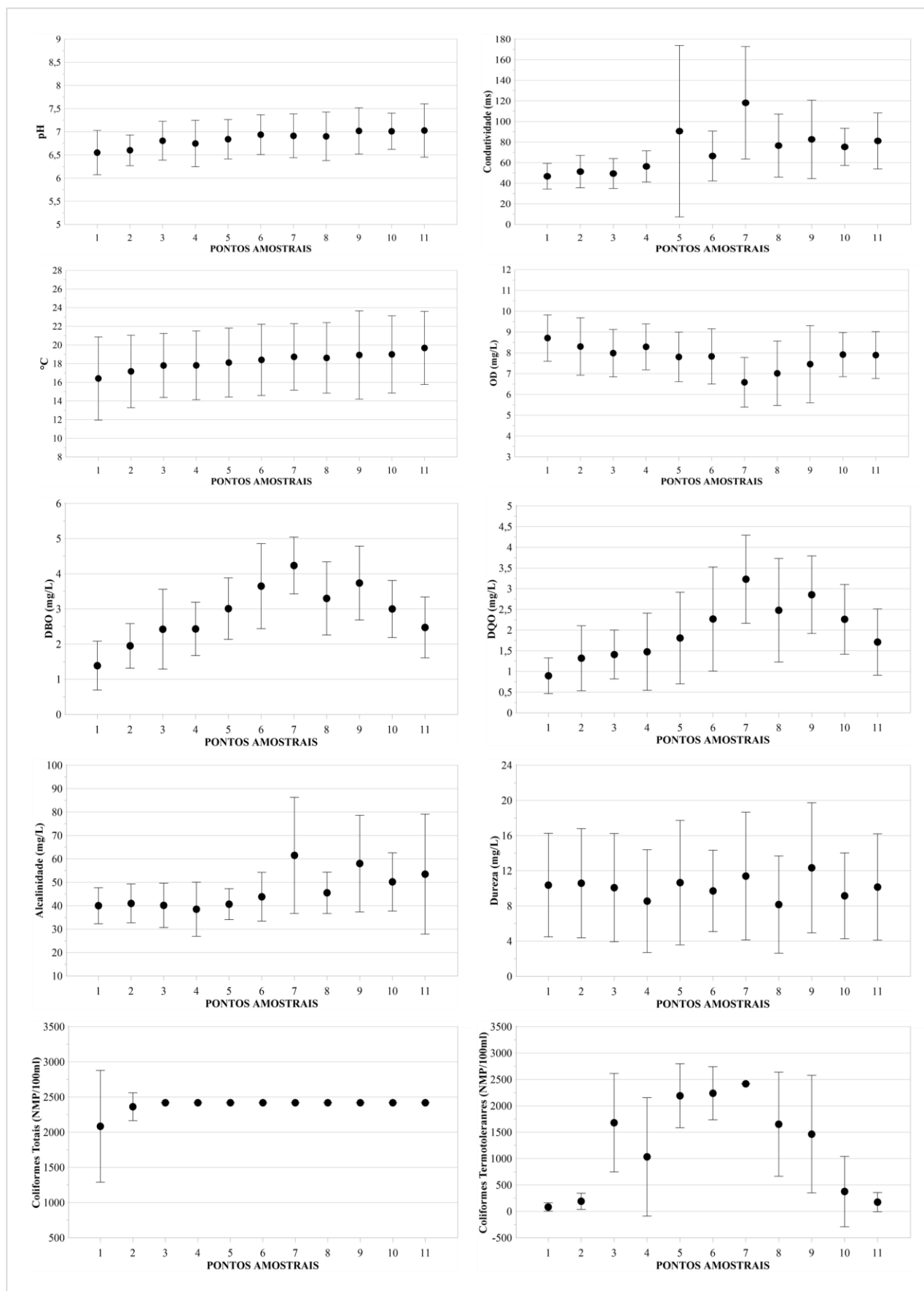


Figura 2. Monitoramento ambiental dos parâmetros de pH, condutividade, temperatura, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, coliformes totais e coliformes termotolerantes no Rio do Peixe, compondo o período do estudo.

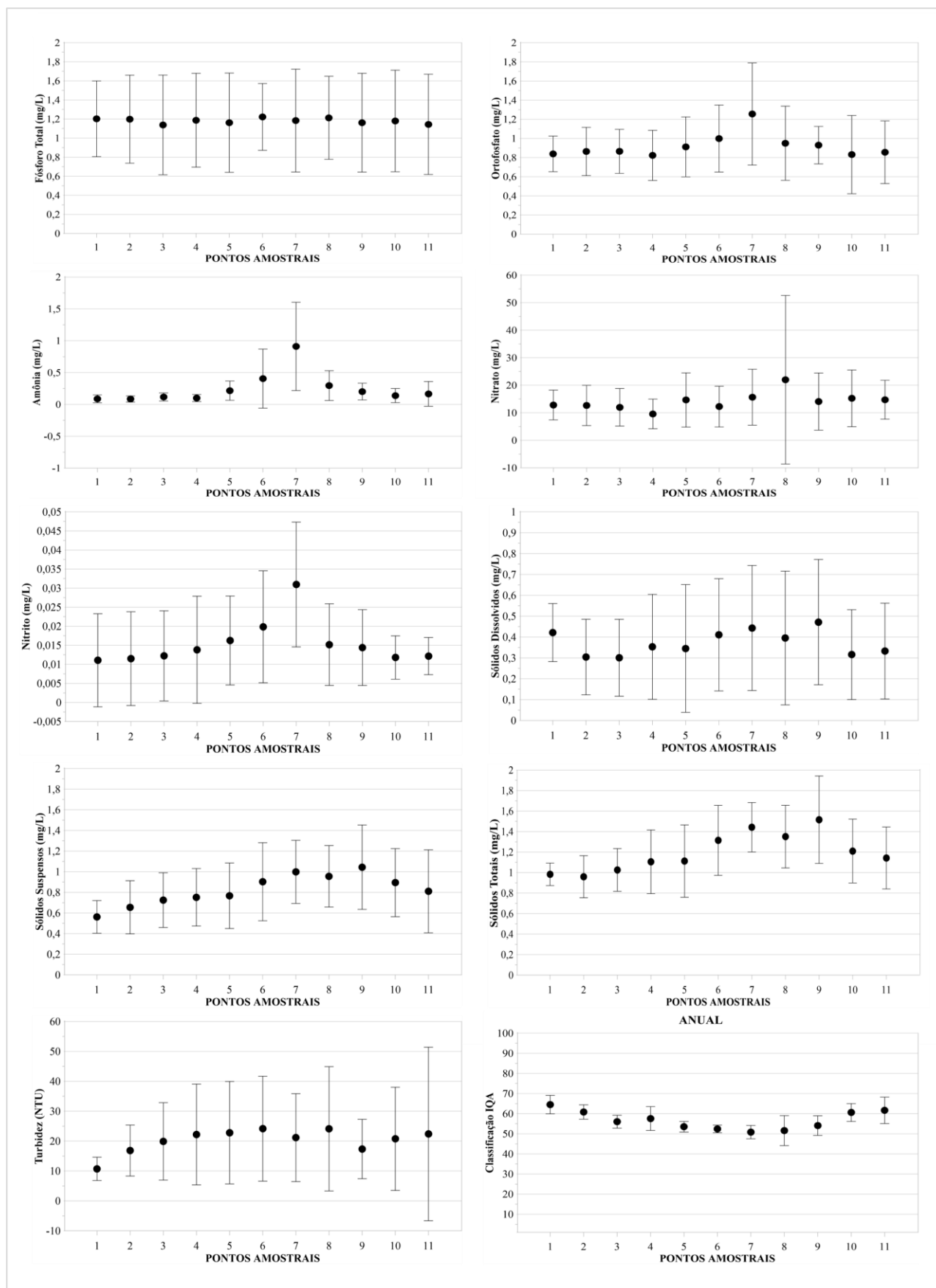


Figura 3. Monitoramento ambiental dos parâmetros de fósforo total, ortofosfato, amônio, nitrito, nitrato, sólidos dissolvidos, sólidos suspensos, sólidos totais, turbidez e análise anual da classificação da água do Rio do Peixe, compondo o período do estudo.

Tabela 4. Análise estatística do monitoramento da qualidade da água - Valores seguidos pela mesma letra, subscrito, não diferem significativamente entre si de acordo com o teste de *Tukey* ($p \leq 0,05$).

PARÂMETROS	UNIDADE	PONTOS AMOSTRAIS											CV (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
pH	pH	6,5 ^A	6,60 ^A	6,81 ^A	6,75 ^A	6,84 ^A	6,94 ^A	6,91 ^A	6,90 ^A	7,02 ^A	7,0 ^A	7,03 ^A	6.7
Temperatura	ms	16,4 ^B	17,17 ^B	17,81 ^B	17,82 ^B	18,12 ^{AB}	18,40 ^A	18,72 ^A	18,62 ^{AB}	18,92 ^{AB}	18,99 ^{AB}	19,68 ^{AB}	21.7
Condutividade	°C	46,8 ^A	51,37 ^A	49,48 ^A	56,38 ^A	90,61 ^A	66,45 ^A	118,20 ^A	76,60 ^A	82,63 ^A	75,31 ^A	81,12 ^A	50.7
Oxigênio Dissolvido	mg.L ⁻¹	8,7 ^B	8,30 ^{AB}	7,98 ^{AB}	8,29 ^{AB}	7,80 ^{AB}	7,83 ^{AB}	6,58 ^A	7,02 ^{AB}	7,45 ^{AB}	7,92 ^{AB}	7,89 ^{AB}	16.6
DBO	mg.L ⁻¹	1,39 ^E	1,95 ^{DE}	2,42 ^{CDE}	2,43 ^{CDE}	3,0 ^{ABCD}	3,65 ^{ABC}	4,24 ^A	3,30 ^{ABC}	3,74 ^{AB}	2,99 ^{BCD}	2,47 ^{CDE}	31.8
DQO	mg.L ⁻¹	0,90 ^D	1,32 ^{CD}	1,41 ^{CD}	1,48 ^{CD}	1,81 ^{BCD}	2,27 ^{ABC}	3,23 ^A	2,48 ^{ABC}	2,86 ^{AB}	2,26 ^{ABC}	1,71 ^{BCD}	47.7
Sólidos Totais	mg.L ⁻¹	0,98 ^B	0,96 ^B	1,03 ^B	1,11 ^{AB}	1,11 ^{AB}	1,31 ^{AB}	1,44 ^A	1,35 ^{AB}	1,52 ^A	1,21 ^{AB}	1,14 ^{AB}	25.7
Sólidos Dissolvidos	mg.L ⁻¹	0,42 ^A	0,30 ^A	0,30 ^A	0,35 ^A	0,35 ^A	0,41 ^A	0,44 ^A	0,40 ^A	0,47 ^A	0,32 ^A	0,33 ^A	67.6
Sólidos Suspensos	mg.L ⁻¹	0,56 ^B	0,66 ^{AB}	0,72 ^{AB}	0,75 ^{AB}	0,77 ^{AB}	0,90 ^{AB}	1,00 ^A	0,96 ^{AB}	1,04 ^A	0,89 ^{AB}	0,81 ^{AB}	38.4
Sólidos Sedimentáveis	ml.L ⁻¹	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-
Turbidez	NTU	10,7 ^A	16,84 ^A	19,89 ^A	22,21 ^A	22,80 ^A	24,15 ^A	21,16 ^A	24,11 ^A	17,35 ^A	20,76 ^A	22,38 ^A	82.0
Alcalinidade	mg.L ⁻¹	40,0 ^A	41,00 ^A	40,17 ^A	38,50 ^A	40,67 ^A	43,83 ^{AB}	61,50 ^A	45,50 ^{AB}	58,00 ^{AB}	50,17 ^{AB}	53,50 ^{AB}	31.9
Dureza	mg.L ⁻¹	10,4 ^A	10,59 ^A	10,09 ^A	8,55 ^A	10,65 ^A	9,71 ^A	11,40 ^A	8,16 ^A	12,34 ^A	9,15 ^A	10,15 ^A	60.7
Fósforo Total	mg.L ⁻¹	1,2 ^A	1,20 ^A	1,14 ^A	1,19 ^A	1,16 ^A	1,22 ^A	1,18 ^A	1,21 ^A	1,16 ^A	1,18 ^A	1,14 ^A	39.9
Ortofosfato	mg.L ⁻¹	0,8 ^A	0,86 ^A	0,87 ^A	0,82 ^A	0,91 ^A	1,00 ^A	1,26 ^A	0,95 ^A	0,93 ^A	0,83 ^A	0,86 ^A	38.1
Nitrito	mg.L ⁻¹	0,01 ^B	0,01 ^B	0,01 ^B	0,01 ^B	0,02 ^B	0,02 ^A	0,03 ^B	0,02 ^B	0,01 ^B	0,01 ^B	0,01 ^B	278.4
Nitrato	mg.L ⁻¹	12,8 ^A	12,67 ^A	12,00 ^A	9,58 ^A	14,67 ^A	12,25 ^A	15,67 ^A	22,00 ^A	14,08 ^A	15,25 ^A	14,75 ^A	85.5
Amônia	mg.L ⁻¹	0,09 ^B	0,08 ^B	0,12 ^B	0,10 ^B	0,22 ^B	0,41 ^B	0,91 ^A	0,30 ^B	0,20 ^B	0,14 ^B	0,17 ^B	113.4
Coli. Totais	NMP.100ml ⁻¹	2188,8 ^B	2356,8 ^{AB}	2419,2 ^A	2419,2 ^A	2419,2 ^A	2419,2 ^A	2419,2 ^A	2419,2 ^A	2419,2 ^A	2419,2 ^A	2419,2 ^A	58.8
Coli. Termotolerantes	NMP.100ml ⁻¹	82,9 ^C	190,5 ^C	1680,7 ^{AB}	1032,5 ^{BC}	2191,4 ^A	2239,1 ^A	2419,2 ^A	1651,6 ^{AB}	1464,3 ^{AB}	375,6 ^C	175,7 ^C	10.2

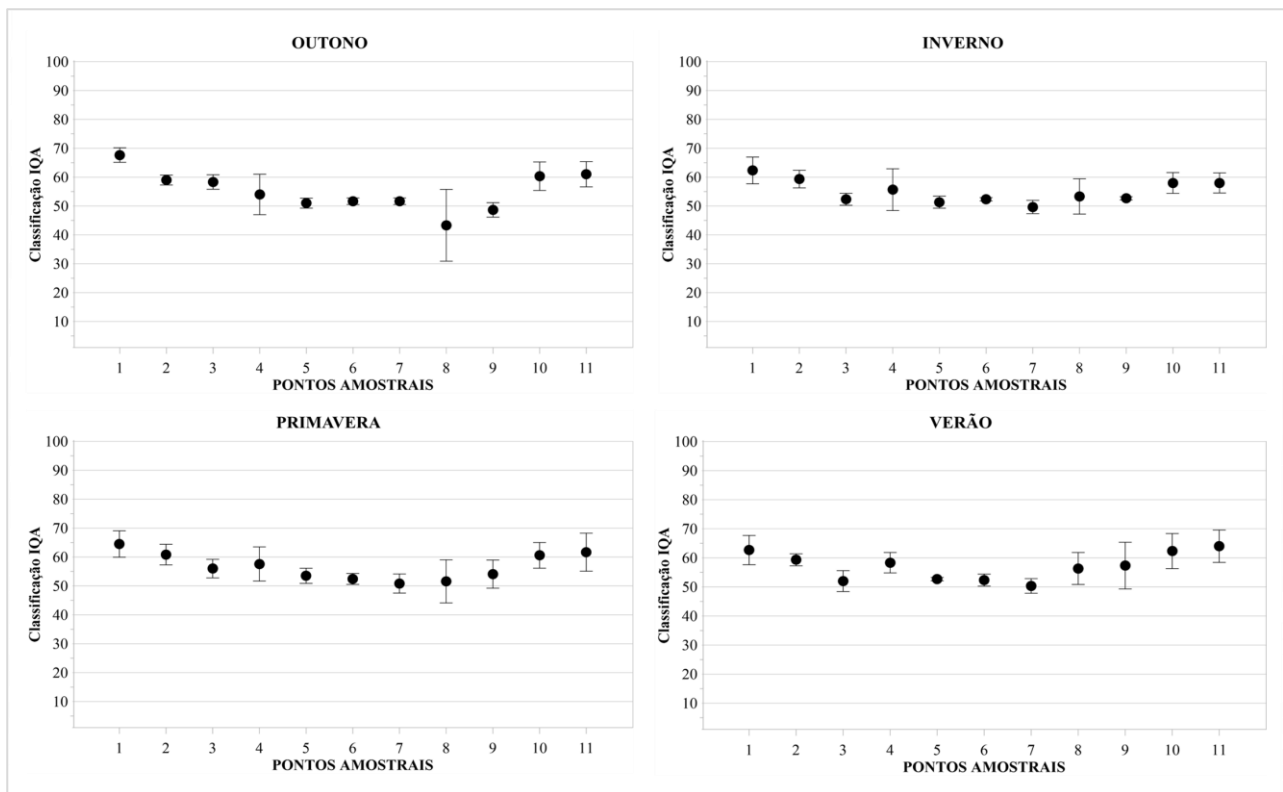


Figura 4. Monitoramento do IQA_{NFS} da água do Rio do Peixe nos períodos sazonais, compondo o período do estudo.

Tabela 5. Análise da média sazonal e média anual do IQANFS - Valores seguidos pela mesma letra, maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

PA	MÉDIA POR ESTAÇÃO				MÉDIA ANUAL
	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	VERÃO	
1	67,67 ^A	62,33 ^A	65,33 ^A	62,67 ^{AB}	63,25 ^A
2	59,00 ^A	59,33 ^{AB}	65,67 ^A	59,33 ^{AB}	60,83 ^{AB}
3	58,33 ^{AB}	52,33 ^{AB}	61,3 ^A	52,00 ^{AB}	55,25 ^{BCD}
4	54,00 ^{AB}	55,67 ^{AB}	62,33 ^A	58,33 ^{AB}	58,08 ^{ABC}
5	51,00 ^{AB}	51,33 ^{AB}	59,00 ^A	52,67 ^{AB}	53,50 ^{CD}
6	51,67 ^{AB}	52,33 ^{AB}	53,33 ^A	52,33 ^{AB}	52,42 ^{CD}
7	51,67 ^{AB}	49,67 ^B	51,67 ^A	50,33 ^B	50,33 ^D
8	43,33 ^B	53,33 ^{AB}	53,33 ^A	56,33 ^{AB}	51,83 ^{CD}
9	48,67 ^{AB}	52,67 ^{AB}	57,67 ^A	57,33 ^{AB}	55,33 ^{BCD}
10	60,33 ^A	58,00 ^{AB}	61,67 ^A	62,33 ^{AB}	60,83 ^{AB}
11	61,00 ^A	58,00 ^{AB}	63,67 ^A	64,00 ^A	61,42 ^{AB}
CV (%)	9.08	6.93	11.67	7.98	9.22

Discussão

O estudo apresenta que o município de Caçador interfere na qualidade da água do Rio do Peixe, visto que os pontos amostrais com maior interação da área urbana com o recurso hídrico alteram as características físico-químicas e biológicas do Rio do Peixe (Tabela 4), essa relação também pode ser observada no índice de qualidade da água (Tabela 5). Conforme a interação urbana do município é perceptível a diminuição da

qualidade da água no rio do estudo, apresentando que as interações antropogênicas do município de Caçador alteram as características naturais do Rio do Peixe. Segundo Chen et al., (2018) a intensidade da interação antropogênica em torno dos recursos hídricos aumenta as atividades poluidoras, que consequentemente alteram as características naturais de um sistema hídrico.

Dentre os pontos amostrais realizado no estudo o ponto 7 (sete) apresenta ser o ponto com

maior interação negativa ao decorrer do rio na área urbana do município de Caçador, essa questão está atrelada ao lançamento de efluentes sanitários, visto que o mesmo está próximo de uma tubulação que comporta um dos maiores bairros do município, como também o mesmo está próximo ao lançamento de efluentes industriais de uma empresa de curtume. Segundo a Agência Nacional da Água – ANA (2005) o município de Caçador apresenta uma interação negativa com o Rio do Peixe, devido ao lançamento de efluentes industriais e atividades de suinocultura. Schweitzer et al. (2018) apresentam que as atividades antrópicas do município de Caçador influenciam na qualidade da água, por meio de lançamento de efluentes industriais e esgotamento doméstico.

Para Wijesiri et al. (2018) o uso do solo em torno dos corpos hídricos está relacionado com essas características, sendo que as atividades humanas apresentam uma contaminação direta e indireta na qualidade da água, mediante a sua necessidade de desenvolvimento. Nqwira e Lakudzala (2018) descrevem que essa ação pode estar relacionada com as atividades industriais, com o aumento da concentração da matéria orgânica e inorgânica nos corpos hídricos. Wu et al., (2018) complementa que o lançamento de efluentes sanitários é a principal interação das características físico-química e biológica de um corpo hídrico. Milledge et al., (2018) descrevem que o desenvolvimento urbano das cidades em torno de um sistema lóticos está fortemente relacionada com a concentração de coliformes termotolerantes nos recursos hídricos.

Dados do Plano de Saneamento Básico de Caçador – PSBC apresentam que essa interação está associada com o lançamento de efluentes sanitário no Rio do Peixe, sendo que a destinação do esgotamento sanitário do município representa 70,71% fossa e filtro, 24,37% ligado à rede esgoto ou pluvial, 2,48% valas e 1,57% lagos ou diretamente no Rio do Peixe, no entanto, apresenta um elevado *déficit* de atendimento da população urbana com o sistema público de coleta, transporte e tratamento de esgoto sanitário, correspondendo a 95,39% (Caçador, 2014). Campos, Borga e Mello (2017) complementam que na área rural do município de Caçador a situação é mais precária, onde destinam 49.899% em poço negro, 44.064% em fossa e filtro biológico e 1.609% não apresentam nenhum tipo de tratamento, afetando diretamente a qualidade dos recursos hídricos.

Segundo Misra (2010) os efluentes sanitários precisam passar por um tratamento antes de ser lançado nos corpos receptores - sistema

lótico. No entanto, unidades fossa e filtros anaeróbios apresentam eficiência baixa, limitando-se entre 40 a 50% para DBO (Colares e Sandri, 2013) e 36,96% para DQO (Wendling et al., 2018) quando o sistema possui tratamento adequado, mesmo que o esgoto não esteja *in natura* todo sistema de tratamento de efluentes sanitário do município do estudo deságua direta ou indiretamente no Rio do Peixe ou em seus afluentes (Caçador, 2014). Devido a esse atual cenário o município fica exposto a um risco latente na saúde, sendo um fator comprometedor para a qualidade de vida e o desenvolvimento do município devido ao impacto ambiental permanente do município (Pereira, 2004; Belluta et al., 2016).

O parâmetro de coliformes termotolerantes comprova que o saneamento do município de Caçador é precário, visto que os valores analisados estão acima do estabelecido pelas legislações pertinentes, sendo que a Resolução CONAMA n° 357/05 estabelece 100 UFC.100ml⁻¹ como limite de qualidade para Rios Classe II a qual se enquadra o Rio do Peixe, onde com exceção do primeiro ponto amostral os demais pontos amostrais apresentam essa características (Tabela 4.), sendo enfatizada quando o rio passa pela área urbana.

Além, desse parâmetro os parâmetros de fósforo total e nitrato não apresentam conformidade ambiental perante a Resolução CONAMA n° 357/05, visto que a mesma estabelece 0,1 mg.L⁻¹ de fósforo total e 10,0 mg.L⁻¹ para nitrato. Já quando relacionado a Portaria GM/MS n° 888/21 apenas os parâmetros de coliformes termotolerantes, turbidez e nitrato não estão de acordo com o solicitado pela portaria, sendo que a mesma estabelece que tem que apresentar ausência em 100 ml de amostra para coliformes termotolerantes, 5 uT para turbidez e 10,0 mg.L⁻¹ de nitrato.

No entanto, os demais parâmetros descritos no estudo que se enquadram ao estabelecidos pelas duas legislações pertinentes apresentam conformidade ambiental, que estabelecem turbidez (100 NTU), DBO (5 mg.L⁻¹), OD (5 mg.L⁻¹), nitrito (1,0), nitrato (10,0), fósforo total (0,1 mg.L⁻¹), sólidos dissolvidos totais (500 mg.L⁻¹) e pH (6,0 a 9,0) para a Resolução CONAMA n° 357/05, quando relacionado a Portaria GM/MS n° 888/21 os parâmetros de dureza (500 mg.L⁻¹), sólidos dissolvidos totais (1000 mg.L⁻¹) e nitrito (1,0 mg.L⁻¹) apresentam conformidade.

Para Campos et al (2017a) a situação da destinação de efluentes sanitários na área rural do município de Caçador necessita de uma atenção das autoridades públicas e privadas, visto que essas

áreas apresentam poucas práticas ambientais para minimizar a interação dos efluentes sanitários com a contaminação hídrica. Campos et al. (2017b) complementam que é primordial a implantação de um Plano Diretor Rural, como também o desenvolvimento de práticas ambientais para reverter essa interação.

O Rio do Peixe na área do presente estudo sofre com o lançamento de efluentes industriais (Campos et al., 2017c; Tilha et al., 2019), como também efluentes de postos de lavagem (Campos et al., 2017d), águas de drenagem pluvial (Campos e Kuhn, 2021) e efluentes provenientes de postos de abastecimento (Wendling e Campos, 2017) com os parâmetros em acordo e desacordo com as legislações ambientais pertinentes. Essa questão pode estar associada com o aumento da interação negativa da qualidade da água durante o percurso do Rio do Peixe na área urbana do município do estudo. Campos et al. (2017e) complementam que essa questão também pode estar atrelada com os efluentes sanitários industriais, através da falta de monitoramento ambiental dos sistemas de tratamento quando também pela limpeza do sistema convencional de tratamento.

Os monitoramentos da qualidade da água nos pontos amostrais em área urbana apresentaram a maior interação negativa das ações antrópicas no índice de qualidade da água, visto que conforme a interação do município, os pontos amostrais apresentam uma tendência na diminuição no IQA_{NFS} . No entanto, após interação do município com o Rio do Peixe o IQA_{NFS} tende a aumentar – essa questão pode ser analisada após o ponto amostral 10.

O Rio do Peixe após passagem nos municípios do estudo apresenta um decréscimo no IQA, onde em um estudo da análise da qualidade da água no terceiro município do estudo (Rio das Antas) que possui interação com o Rio do Peixe – apresenta uma ponderação (25 – 50) com uma classificação de “ruim” em 5 (cinco) pontos amostrais durante seu percurso no município de Videira – Santa Catarina (Delfes et al., 2015). Em um estudo realizado na água urbana do município de Joaçaba que apresenta interação as margens do Rio do Peixe, apresenta que quanto maior a interação urbana menor é o IQA_{NFS} , visto que o lançamento de efluentes sanitários *in natura* influencia na diminuição da qualidade da água – através de uma ponderação de péssimo a regular, no entanto, após interação urbana a qualidade da água tende a aumentar (Frinhani e Carvalho, 2010), questão observada com o município do estudo.

É possível analisar no estudo a capacidade de autodepuração do Rio do Peixe, visto que conforme o aumento dos sólidos totais no percurso do rio na área urbana do município, diminui a concentração de OD, que consequentemente aumenta a DBO – por meio das ações de microrganismos aeróbicos, como também pode estar associado pela diluição, sedimentação e oxidação química. O processo de decomposição da matéria orgânica pode ser observado a partir do ponto amostral 6 - que apresenta a maior interação do aumento da concentração de sólidos totais, DBO e na diminuição de OD, onde após esse ponto o Rio do Peixe demonstra um aumento de OD ao decorrer dos pontos amostrais, comprovando a capacidade de autodepuração do Rio do Peixe.

Para Tian et al. (2011) a capacidade de autodepuração do corpo hídrico na neutralização das cargas poluidoras é um mecanismo essencial para o desenvolvimento de alternativas que empregue meios de reverter o lançamento de efluentes, visto que o mesmo é um indicativo do mecanismo de recuperação natural dos recursos hídricos – que apresenta a capacidade máxima de interação de um contaminante. A capacidade de autodepuração do Rio do Peixe na área urbana é eficiente, visto que os valores de DBO não demandam de toda a capacidade que o rio apresenta de oxigênio dissolvido.

Braga et al., (2005) descrevem que a matéria orgânica biodegradável é transformada em compostos orgânicos de cadeias mais complexas, como proteína e gorduras ou por compostos mais simples, como amônia, aminoácidos e dióxido de carbono pelo consumo de decompositores aeróbios, sendo uma ação realizada para realizar a recuperação natural através do lançamento de efluentes sanitários, industriais e outros. Yuan et al., (2018) citam que a autodepuração também apresenta uma interação com a DQO, visto que quanto maior a taxa de oxigênio no corpo hídrico, menor será a necessidade da DQO. Como a DBO a DQO no presente estudo apresentou maior necessidade quando há uma maior concentração de sólidos, como também menor interação de DQO quando o recurso hídrico apresenta uma alta concentração de OD.

Para Azzolini e Fabro (2012) o monitoramento dos sistemas de tratamento de efluentes industriais é um método que auxilia na qualidade da água dos recursos hídricos. Campos et al. (2017e) complementam que o monitoramento ambiental de fossas e filtros em empresas é um mecanismo para evitar a contaminação hídrica. Wendling et al., (2018) essa questão também deve

ser desenvolvida por edificações residenciais, buscando a menor interação dos efluentes sanitários com os recursos hídricos.

Com o estudo pode-se apresentar que o município de Caçador necessita desenvolver práticas e mecanismos sustentáveis para a minimização do impacto ambiental, mesmo que o Rio do Peixe apresenta uma capacidade de depuração ao decorrer do sistema lótico com a área urbana e rural do município de Caçador. Dentre esses mecanismos seria viável a implantação contínua da análise da qualidade da água do Rio do Peixe, por meio de parâmetros físico-químicos e biológicos, como também análises por biomarcadores (Campos et al., 2017f), visto que esses mecanismos são um meio que emprega a apresentação direta da qualidade do corpo hídrico.

A utilização de tratamento complementares de fossa e filtro são mecanismos que auxiliam na diminuição da interação do esgoto doméstico com a qualidade do Rio do Peixe. Dados do PSBC apresenta que o município vem empregando tecnologias para minimizar essa interação, porém esse mecanismo só é empregado apenas em um bairro (Martello) do município de Caçador (Caçador, 2014), necessitando da sua implementação em todo o município, buscando aumentar a qualidade da água do Rio do Peixe.

A elaboração do Plano de Gestão da Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, precisar ser desenvolvido pelo Comitê do Rio do Peixe, visto que o mesmo apresentará diretrizes para minimizar o impacto ambiental do município do estudo e dos demais que se atrelam a sua área, visto que as informações desenvolvidas no presente estudo apresentam a interação urbana do primeiro município com o Rio do Peixe, porém essas análises necessitam ser empregadas ao decorrer de toda a bacia hidrográfica.

Conclusões

As atividades antrópicas do município do estudo influenciam na qualidade da água do Rio do Peixe, por meio das alterações das características físico-químicas, biológicas e classificação da qualidade da água do Rio do Peixe, questão relacionada com o lançamento de efluentes industriais, mas principalmente pelo lançamento de efluentes sanitários, necessitando de um aprimoramento na gestão pública e privada para os processos de tratamento do esgoto sanitário, como também pela fiscalização ambiental nos processos de tratamento de efluentes industriais, que, direta ou indiretamente apresentam o lançamento no sistema hídrico do estudo ou seus afluentes.

O monitoramento dos recursos hídricos por meio do índice da qualidade da água é um mecanismo eficiente no processo de gestão das bacias hidrográficas, visto que apresenta a interação das atividades antropogênicas e estabelece uma ponderação/classificação de qualidade de um recurso hídrico. O município de Caçador é a primeira cidade que a área urbana interage com o Rio do Peixe e a captação de água que é direcionada para o sistema de tratamento de água e posteriormente o consumo humano do município está localizada entre os pontos amostrais 2 e 3, gerando a necessitando do monitoramento integrado da qualidade da água, buscando auxiliar na gestão da qualidade da água para o consumo e atividades de recreação.

Agradecimentos

À Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP) pelo suporte no desenvolvimento da pesquisa e o Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina - UNIEDU/FUMDES (Chamada Pública nº 1423/SED/2019)

Referências

- Altansukh, O.; Davaa, G. 2011. Application of index analysis to evaluate the water quality of the Tuul River in Mongolia. *Journal of Water Resource and Protection*, 3, 398-414. Disponível: 10.4236/jwarp.2011.36050. Aceeso: 23 jun. 2022.
- Agência Nacional da Água. 2005. Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil. Agência Nacional de Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. - Brasília: ANA, SPR.
- Andrade, A.R.; Felchak, I.M. 2009. A poluição urbana e impacto na qualidade da água do Rio das Antas - Irati/PR. *Geoambiente On-line*, 12, 108-132. Disponível: <https://doi.org/10.5216/rev.%20geoambie.v0i1.2.25985>. Aceeso: 23 jun. 2022.
- APHA. 2005. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 21 ed. Washington: AWWA-WPCF.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. 1987. NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. ABNT: Rio de Janeiro.
- Azzolini, J.C.; Fabro, L.F. 2012. Controle da eficiência do sistema de tratamento de efluentes de uma indústria de celulose e papel da região do meio este de Santa Catarina. *Unoesc & Ciência – ACET*, 3, 75-90.

- Batista, D.F.; Cabral, J.B.P.; Carvalho, C.B.; Nascimento, E.S. 2016. Caracterização e diagnóstico das águas do Ribeirão Paraíso em Jataí-Goiás. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 9, 2132- 2147.
- Belluta, I.; Jesus, S.A.; Vieira, M.P.; Corrêa, N.M.; Rall, V.L.M.; Valente, J.P.S. 2016. Qualidade da Água, Carga Orgânica e de Nutrientes na Foz do Córrego da Cascata: Contribuição da Sub-Bacia para a Represa de Barra Bonita, Rio Tietê (SP). *Revista Brasileira de Geografia Física*, 9, 305-318.
- Bhuiyan, A.B.; Mokhtar, M.B.; Toriman, M.E.; Gasim, M.B.; Ta, G.C.; Elfithri, R.; Razman, M.R. 2013. The Environmental risk and water pollution: A review from the river basins around the world. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 7, 126-136.
- Bollmann, H.A.; Edwiges, T. 2008. Avaliação da qualidade das águas do Rio Belém, Curitiba-PR, com o emprego de indicadores quantitativos e perceptivos. *Eng. sanit. ambient.*, 13, 43-452. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522008000400013>. Acesso: 23 jun. 2022.
- Brasil. 2005. Resolução CONAMA nº 357, de 17 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, e dá outras providências. DOU: Brasília.
- Brasil. 2021. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. DOI: Brasília.
- Braga, B.; Hespanhol, I.; Conejo, J.G.L.; Mierzwa, J.C.; Barros, M.T.L.; Spencer, M.; Porto, M.; Nucci, N.; Juliano, N.; Eiger, S. 2005. Introdução à engenharia ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Bregunze, D.T.; Jordan, E.N.; Dzeidzic, M.; Maranhão, L.T.; Cubas, S.A. 2011; Avaliação da Qualidade da Água do Ribeirão dos Müller, Curitiba-PR, RBRH - *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 16, p.39-47.
- Brown, R. M.; McClelland, N.I.; Deininger, R.A.; Tozer, R.G. 1970. A water quality index - do we dare?. *Water Sewage Works*, 117, 339-343.
- Broussard, W.; Turner, R.R. 2009. A century of changing land-use and water quality relationships in the continental US. *Front Ecol Environ*, 7, 302-307.
- Caçador. 2009. Plano de Saneamento Básico do Município de Caçador. Caçador: Notus Serviço de Engenharia S/C LTDA.
- Campos, R.F.F.; Borga, T.; Mello, O. R. 2017a. Destinação de efluentes sanitários na área rural do município de Caçador, Santa Catarina, Brasil. *Geoambiente On-line*, 19, 79-87. Disponível: <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i29.4514> 2. Acesso: 23 jun. 2022.
- Campos, R.F.F.; Mello, O.R.; Borga, T. 2017b. Análise das políticas públicas e o perfil da atual destinação de efluentes sanitários no interior do município de Caçador/SC. *InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade*, 12, 45-59.
- Campos, R.F.F.; Borga, T.; Vazquez, E.M. 2017c. Monitoreo de una estación de tratamiento de efluentes proveniente de una empresa de reciclaje de plástico del municipio de Caçador, Santa Catarina, Brasil. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET*, Santa Maria, 21, 158-165. Disponível: <https://doi.org/10.5902/2236117028138>. Acesso: 23 jun. 2022.
- Campos, R.F.F.; Wendling, C.S.; Matias, C.A.; Pereira, G.; Schweitzer, B. 2017d. Análise da interação de um sistema separador de água e óleo de um processo de lavagem de motores com o município de Caçador, Santa Catarina, Brasil. *InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade*, 12, 62-71.
- Campos, R. F. F.; Borga, T.; Vazquez, E. M. 2017e. Análisis de la interacción de un efluente industrial con el Índice de Calidad del Agua del Río Pessegueirinho, Curitiba, Santa Catarina, Brasil. *revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental*, 21, 179-185.
- Campos, R.F.F.; Barcaroli, I.F.; Matias, C.A.; Wendling, C.S. 2017f. Viabilidade ambiental da utilização do biomonitoramento de sistema lóticos: Perspectiva da implantação na Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe, Santa Catarina. In: 1º Congresso Nacional de Ciência, Arte e Tecnologia, 2017, Lages, Anais 21ª Mostra Científica.
- Campos, R.F.F.; Kuhn, D.C. 2021. Análise da interação de uma fonte pontual de lançamento de esgoto sanitário com a qualidade da água de um sistema lótico, Rio do Peixe, Santa Catarina, Brasil. *Nature and Conservation*, 14, 3, 96-102. Disponível: <https://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2021.003.0008>. Acesso: 23 jun. 2022.

- Chen, Z.; Kahn, M.E.; Liu, Y.; Wang, Z. 2018. The consequences of spatially differentiated water pollution regulation in China. *Journal of Environmental Economics and Management*, 88, 468-485.
- Colares, C. J. G.; Sandri, D. 2013. Eficiência do tratamento de esgoto com tanques sépticos seguidos de leitos cultivados com diferentes meios de suporte. *Ambi-Água*, Taubaté, 8, 172-185.
- Delfes, M.; Perazzoli, P.; Goldbach, A. 2015. Avaliação qualitativa da água do Rio do Peixe na área urbana do município de Videira/SC. *Unoesc & Ciência – ACET*, 6, 133-140.
- Dellamatrice, P.M.; Monteir, R.T.R. 2014. Principais aspectos da poluição de rios brasileiros por pesticidas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18, 1296-1301.
- Eiseberg, J.N.S.; Bartram, J.; Wade, T.J. 2016. The Water Quality in Rio Highlights the Global Public Health Concern Over Untreated Sewage. *Environmental Health Perspectives*, 124, 180-181.
- Elmarkh, M.; Sadek, S.; Elkharrim, K.; Benelharkati, F.; Khayyat, F.; Belghti, D. 2017. Assessment of groundwater water quality in M'nasra (Morocco). *Journal of Water Resource and Protection*, 9, 111-120.
- Frinhani, E.M.D.; Carvalho, E.F. 2010. Monitoramento da qualidade das águas do Rio do Tigre, Joaçaba, SC. *Unoesc & Ciência – ACET*, 1, 49-58.
- Follmann, F.M.; Foleto, E.M. 2013. Impotência da rede coletora de esgoto em área de recarga de aquífero. *R. Ra'e Ga*, 29, 115-134.
- Guerra, S.M.S.; Silva, A.M.R.B.; Araújo, S.P.; Corrêa, M.M.; Silva, V.L.; Santos, B.R.T. 2015. Caracterização morfométrica e avaliação da qualidade da água da bacia Hidrográfica de Bitá, Ipojuca – PE. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 759-775.
- Gomes-Silva, P.A.J.; Lima, S.D.; Golin, R. Figueiredo, D.M.; Lima, Z.M., Moraes, E.B.; Doris, E.F.G.C. 2014. Qualidade da água de uma microbacia com fins de abastecimento público, Chapada dos Guimarães, MT. *HOLOS*, 4, 22-33.
- Halder, J.N.; Islam, M.N. 2015. Water pollution and its impact on the human health. *Journal of environment and human*, 2, 36-46.
- Kändler, M.; Blechinger, K.; Seidler, C.; Pavlů, V, Šanda, M.; Dostál, T.; Krása, J.; Vitvar, Štich, M. 2017. Impact of land use on water quality in the upper Nisa catchment in the Czech Republic and in Germany. *Science of the Total Environment*. 586, 1316-1325.
- Koroleff, F. 1970. Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. *Cons. Int. Explor. Mer., Information on techniques and methods for sea water analysis (and laboratory report)*, 3, 19-22.
- Lai, Y.C.; Tu, Y.T.; Yang, C.P.; Surampalli, R.Y.; Kao, C.M. 2013. Development of a water quality modeling system for river pollution index and suspended solid loading evaluation. *Journal of Hydrology*, 478, 89-101.
- Leitão, V.S.; Cuba, R.M.F.; Santos, L.P.S.; Neto, A.S.S.N. 2015. Utilização do índice de qualidade de água (IQA) para monitoramento da qualidade de água em uma área de preservação ambiental. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 19, 794-803.
- Levêque, J.G.; Burns, R.C. 2017. A Structural Equation Modeling approach to water quality perceptions. *Journal of Environmental Management*, 197, 440-447.
- Lima, M.L.S.; Barbosa, D.R.; Oliveira, R.R. 2017. Mapeamento da sensibilidade erosiva na bacia do Rio Sahy, município de Mangaratiba (RJ). *Geoambiente On-line*, 28, 1-17.
- Lopes, F.W.A.; Magalhães-Junior, A.P.M. 2010. Influência das condições naturais de pH sobre o índice de qualidade das águas (IQA) na bacia do Ribeirão de Carrancas. *Geografias*, 6, 134-147.
- Lovett, G.M.; Burns, D.A.; Driscoll, C.T.; Jenkins, J.C.; Mitchell, M.J.; Rustad, L.; Shanley, J.B.; Likens, G.E.; Haeuber, R. 2007. Who needs environmental monitoring. *Front Ecol Environ*, 5, 253-260.
- Mophin-Kania, K.; Murugesan, A.G. 2011. Evaluation and Classification of Water Quality of Perennial River Tamirabarani through Aggregation of Water Quality Index. *International. Journal of Environmental Protection*, 1, 24-33.
- Milledge, D.G.; Gurjar, S.K.; Bunce, J.T.; Tare, V.; Sinha, R.; Carbonneau, P.E. 2018. Population density controls on microbial pollution across the Ganga catchment. *Water Research*, 128, 82-91.
- Mirsa, A.K. 2010. A River about to Die: Yamuna. *Journal of Water Resource and Protection*, 2, 489-500.
- Nqwira, L.; Lakudzala, D. 2018. Assessment of the quality of SOBO industrial wastewater and its impact on water quality in Nankhaka River. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 108, 9-12.

- Ojok, W.; Wasswa, J.; Ntambi, E. 2017. Assessment of seasonal variation in water quality in River Rwizi Using Multivariate Statistical Techniques, Mbarara Municipality, Uganda. *Journal of Water Resource and Protection*, 9, 83-97
- Ortega, D.J.P.; Carvalho, S.L. 2013. Avaliação dos Efeitos das Atividades Antropólicas nos Recursos Hídricos na Sub-Bacia Hidrográfica do Córrego do Ipê - SP. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 18, 97-108.
- Pereira, R.S. 2004. Poluição Hídrica: Causa e Consequências. *Revista Eletrônica de Recursos Hídricos*, 1, 20-36.
- Pessoa, M.A.P.; Azevedo, J.P.; Domingues, P. 2015. Comparing the responses of two water quality indices using simulated and real data. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 20, 905-913.
- Poonam, T.; Tanushree, B.; Sukalyan, C. 2013. Water quality indices – Important tools for water quality assessment: A Review. *International Journal of Advances in Chemistry*, 1, 1.
- Rakotondrabe, F.; Ngoupayou, J.R.N.; Mfonka, K.; Rasolomanana, E.H.; Abolo, A.J.N.; Asone, B.L.; Ako, A.A.; Rakotondrabe, M.H. 2017. Assessment of Surface Water Quality of Bétaré-Oya Gold Mining Area (East-Cameroon). *Journal of Water Resource and Protection*, 9, 960-984. Disponível: 10.4236/jwarp.2017.98064. Aceeso: 23 jun. 2022.
- Saad, A.R.; Martinez, S.S.; Goulart, M.E. Semensatto, D.; Vargas, R.R.; Andrade, M.R.M. 2015. Efeitos do uso do solo e da implantação da estação de tratamento de esgoto sobre a qualidade das águas do rio Baquirivu-Guaçu, região metropolitana de São Paulo. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 20, 147-156.
- Schveitzer, B.; Campos, R.F.F.; Serafini, R.L. 2018. Análise da interação antrópica de Caçador com a qualidade da água do Rio do Peixe. In: I Simpósio de Integração da Pós-Graduação: Ciência, Tecnologia e Inovação, Anais... Lages: Even3.
- Serpa, D.; Keizer, J.J.; Cassidy, J.; Cuco, A.; Silva, V.; Gonçalves, F.; Cerqueira, M.; Abrantes, N. 2014. Assessment of river water quality using an integrated physicochemical, biological and ecotoxicological approach. *Environ. Sci.: Processes Impacts*, 16, 434-1444. Disponível: 10.1039/c3em00488k. Aceeso: 23 jun. 2022.
- Şener, S.; Şener, E.; Davraz, A. 2017. Evaluation of water quality using water quality index (WQI) method and GIS in Aksu River (SW-Turkey). *Science of the Total Environment*, 584-585, 131-144. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.102>. Aceeso: 23 jun. 2022.
- Senra, J.B.; Nascimento, N.O. 2017. Após 20 anos da lei das águas como anda a Gestão Integrada de Recursos Hídricos do Brasil, no âmbito das Políticas e Planos Nacionais setoriais?. *Revista de Gestão de Água da América Latina - REGA*, 14, e.6. Disponível: 10.21168/rega. v14e6. Aceeso: 23 jun. 2022.
- Silva, D.D.; Pruski, F.F. 2005. Gestão de recursos hídricos: Aspecto legais, econômicos, administrativos e sociais. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos.
- Tian, S.; Wang, Z.; Shang, H. 2011. Study on the Self-purification of Juma River. *Procedia Environmental Sciences*, 11, 1328-1333. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.12.199>. Aceeso: 23 jun. 2022.
- Tilha, K. K.; Campos, R. F. F.; Kuhn, D. C.; Pagioro, T. A. 2019. Análises de eficiência de uma estação de tratamento de efluente de celulose de papel no município de Caçador - SC. *IGNIS: Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo, Engenharias e Tecnologia de Informação*, 8, 2-12. Disponível: <http://dx.doi.org/10.29327/223085.8.1-1>. Aceeso: 23 jun. 2022.
- Tomas, D.; Čurlinb, M.; Marić, A.S. 2017. Assessing the surface water status in Pannonian ecoregion by the water quality index model. *Ecological Indicators*, 79, 182–190. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.04.033>. Aceeso: 23 jun. 2022.
- Tomasoni, M.A.; Pinto, J.E.S.; Silva, H.P. 2009. A questão dos recursos hídricos e as perspectivas para o Brasil. *GeoTextos*, 5, 107-127. Disponível: <https://doi.org/10.9771/1984-5537geo.v5i2.3789>. Aceeso: 23 jun. 2022.
- Torres, P.; Cruz, C.H.; Patiño, P.; Escobar, J.C.; Pérez, A. 2010. Aplicación de índices de calidad de agua - ICA orientados al uso de la fuente para consumo humano. *Ingeniería e Investigación*, 30, 86-95.
- Tundisi, J.G. 2008. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudo Avançados*, 22, 7-16. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200002>. Aceeso: 23 jun. 2022.
- Vich, A. 2010. “El sistema hídrico como determinante del ordenamiento territorial”.

- Revista Gestión Integral de los Recursos Hídricos en Acción, Mendoza, Argentina, 4, 47-53.
- Wendling, C.S.; Campos, R.F.F.; Silva, R.A.F.; Matias, C.A.M.; Pereira, G.R. 2018. Dimensionamento e análise da eficiência de um sistema de tratamento de efluente doméstico para edifício residencial. *InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade*, 13, 73-78.
- Wendling, C.S.; Campos, R.F.F. 2018. Monitoramento Ambiental: Estudo de caso em posto de combustível. In: 8ª Reunião de Estudos Ambientais, 2018, Porto Alegre, Anais..., Editora Interciência, 504-512.
- Wijesiri, B.; Deilami, D.; Goonetilleke, A. 2018. Evaluating the relationship between temporal changes in land use and resulting water quality. *Environmental Pollution*, 234, 480-486. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.096>. Acesso: 23 jun. 2022.
- Wu, Q.; Qi, J.; Xia, X. 2017. Long-term variations in sediment heavy metals of a reservoir with changing trophic states: Implications for the impact of climate change. *Science of The Total Environment*, 609, 242-250. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.041>. Acesso: 23 jun. 2022.
- Yuan, Q.B.; Shen, Y.; Huang, Y.M.; Hu, N. 2018. A comparative study of aeration, biostimulation and bioaugmentation in contaminated urban river purification. *Environmental Technology & Innovation*, 11, 276-285. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2018.06.008>. Acesso: 23 jun. 2022.
- Zan, R.A.; André, A.P.A.; Coutinho, A.P.M.; Barbosa, N.V.; Brondani, F.M.M.; Ulises, D.; Meneguetti, O. 2012. Avaliação da qualidade das águas superficiais do Rio Jamari na região da construção de um PCH no município de monte Negro-Rondônia, Amazônia Ocidental. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 8, 1876-1888. Disponível: <https://doi.org/10.5902/223611707295>. Acesso: 23 jun. 2022.