Revista Brasileira de Geografia Física

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

Qualidade Hídrica da Cachoeira do Rio São Tomás, no Município de Rio Verde, Goiás, Brasil

Maria Antonia Balbino Pereira¹, Wellmo dos Santos Alves², Lucas Duarte de Oliveira³, Wilker Alves Moraes⁴, Luanna Oliveira Lima⁵, Nivalda da Costa Nunes⁶

^{1,3}Acadêmicos do curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, mariaantonia099@live.com, duarte-oliveira2010@hotmail.com; ²Doutorando em Geografia Física pela Universidade Federal de Jataí, wellmoagro2@gmail.com; ⁴Engenheiro Ambiental, pós-doutorando e professor no Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, wilker.alves.moraes@gmail.com; ⁵Acadêmica do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, luannaambiental@gmail.com; ⁶Mestranda em Engenharia e Sustentabilidade pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, nivaldacosta222@gmail.com

Artigo recebido em 10/09/2019 e aceito em 21/03/2020

RESUMO

A água é um recurso fundamental para a vida na Terra. Analisar e monitorar esse bem é uma das formas de auxiliar na conservação da sua qualidade. Este trabalho teve como objetivo analisar a qualidade da água da Cachoeira do Rio São Tomás por meio de variáveis de qualidade da água, Índice de Estado Trófico (IET) e balneabilidade. Foram realizadas sete campanhas, quatro no período chuvoso (novembro e dezembro de 2017 e janeiro e fevereiro de 2018) e três no período de estiagem (junho, julho e agosto de 2018). As variáveis físico-químicas analisadas foram temperatura (T), condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (STD), potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, fósforo total (PT) e nitrato, sendo os valores de referência os estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 e observados na literatura. O estudo do IET foi realizado considerando os resultados obtidos para PT. Para balneabilidade, a variável obtida foi *Escherichia coli* (*E. coli*) e os resultados comparados com os limites descritos na Resolução CONAMA 274/00. A precipitação foi analisada para melhor entender os resultados. A Turbidez e o PT estiveram em inconformidade com os limites determinados na Resolução CONAMA 357/05. Para IET a água foi classificada nos mais altos graus de trofia (supereutrófico e hipereutrófico). Em relação a balneabilidade, a água foi classificada como imprópria para banho em três campanhas e para a média geral. Os resultados negativos podem ter relação com o uso e ocupação do solo inadequados associados à precipitação, o que favorece o carreamento de resíduos para o corpo d'água.

Palavras-chave: ação antrópica, balneabilidade, eutrofização, recursos hídricos, subsídio à gestão hídrica.

Water Quality of Cachoeira do Rio São Tomás, in the Municipality of Rio Verde, Goiás, Brazil

ABSTRACT

The water is a primordial resource for life on Earth. Analyzing and monitoring this asset is one of the ways to assist on the preservation of its quality. This paper had as objective to analyze the quality of the water of Cachoeira do Rio São Tomás through variables of water quality, Trophic State Index (TSI) and bathing. Seven campaigns were accomplished, four during the rainy period (November and December of 2017 and January and February of 2018) and three during the drought period (June, July and August of 2018). The physical-chemical variables analyzed were temperature (T), electric conductivity (EC), total dissolved solids (TDS), hydrogen potential (pH), turbidity, total phosphorus (TP) and nitrate, considering the reference values the ones established by CONAMA Resolution 357/05 and observed in literature. The study of TSI was accomplished considering the obtained results for TP. For bathing, the obtained variable was *Escherichia coli* (*E. coli*) and the results compared to the described limit of CONAMA Resolution 274/00. The rainfall was analyzed for better understanding of the results. The Turbidity and TP were in nonconformity with the limits determined by the CONAMA Resolution 357/05. For TSI the water was classified in the highest degrees of trophic (supereutrophic and hypereutrophic). In relation to bathing, the water was classified as inappropriate for bathing in three campaigns and for the general average. The negative results can be related to the inappropriate use and coverage of the soil associated to rainfall, which favors the solids transport to the water body.

Keywords: anthropic action, bathing, eutrophication, water resources, subsidy for water management.

Introdução

A água é um dos recursos naturais de maior importância para o planeta, sendo o principal constituinte dos seres vivos, é imprescindível para o desenvolvimento econômico de uma população e a qualidade de vida, além de ser componente da paisagem e do meio ambiente (Santos, Santos e Silvia, 2018).

Devido a alguns fatores como o crescimento da população, a expansão urbanística, a industrialização, a agricultura, a pecuária e a produção de energia elétrica, a água tem se tornado um recurso mais estratégico de qualquer país (Santos et al., 2018). De acordo com a Política Nacional dos Recursos Hídricos (Brasil, 1997), a água é um recurso limitado, devido a isto, a gestão e o monitoramento da mesma é fundamental para garantir sua potabilidade e disponibilidade na natureza.

Os padrões de desenvolvimento adotados nos últimos anos têm ocasionado fortes impactos ambientais, principalmente nos recursos hídricos (Medeiros, Lima e Guimarães, 2016). O monitoramento da qualidade da água, através da análise de parâmetros físico-químicos, é de suma importância para caracterizar as alterações decorrentes da interferência antrópica (Marmontel e Rodrigues, 2015). Algumas atividades antrópicas podem gerar quantidades consideráveis de alguns nutrientes.

Nutrientes quando depositados em grande escala podem ocasionar o aumento do grau de trofia do corpo hídrico, ou seja, a eutrofização, que é caracterizada pelo enriquecimento de nutrientes em um ecossistema, principalmente por fósforo e nitrogênio, tendo como resultado o crescimento excessivo dos produtores primários, como as macrófitas e algas planctônicas (Wiegand, Piedra e Araújo, 2016). Algumas espécies de algas podem produzir substâncias tóxicas quando há presença excessiva de matéria orgânica que não pode ser consumida ou decomposta (Costa et al., 2018).

O Índice de Estado Trófico (IET) é uma ferramenta que mensura o grau de eutrofização de maneira simples e de fácil entendimento. O IET auxilia no entendimento geral do grau de trofia (nutrição) e seu efeito na qualidade da água (Andrietti et al., 2016). Segundo Abreu e Cunha (2017) esse índice permite estimar problemas que podem reduzir a qualidade da água para diversos usos, como, por exemplo, o crescimento de plantas pode influenciar o sistema químico da água, notadamente oxigênio dissolvido

(OD) e dióxido de carbono (CO₂), prejudicando organismos aquáticos.

Corpos hídricos contaminados podem representar risco potencial a banhistas, pois estes são expostos a doenças de veiculação hídrica, principalmente gastroenterites (Medeiros et al., 2016). Campos e Cunha (2015) definem a balneabilidade como um instrumento de verificação de parâmetros que determinam se a água da praia tem qualidade para a recreação de contato primário. Dessa maneira, é fundamental avaliar a balneabilidade de águas sujeitas a recreação.

No Brasil, o monitoramento da qualidade dos ambientes aquáticos é feito considerando como valores de referência os níveis estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

A Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos hídricos e diretrizes para seus enquadramentos. De acordo com essa Resolução, em seu Art. 42, enquanto não aprovados os enquadramentos propostos, as águas doces serão consideradas classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente (Brasil, 2005). A Resolução CONAMA 274, de 29 de novembro de 2000 define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras (Brasil, 2000).

Neste contexto, objetivou-se analisar a qualidade da água da Cachoeira do Rio São Tomás, considerando: variáveis de qualidade da água, sendo os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 e observados na literatura; grau de trofia para fósforo total (PT); e balneabilidade, conforme os níveis de *Escherichia coli* (*E. coli*) determinados na Resolução CONAMA 274/2000.

Material e métodos

Área de Estudo

A bacia hidrográfica (BH) do Rio São Tomás (Figura 1), cuja a área corresponde a 1742,20 km², localiza-se nos municípios de Rio Verde e Santa Helena de Goiás, no Sudoeste de Goiás, sendo que a Cachoeira do Rio São Tomás fica localizada no município de Rio Verde (GO).

O uso e a cobertura da terra na área de contribuição da Cachoeira do Rio São Tomás são diversificados, onde várias atividades são desenvolvidas, tais como produção agrícola, principalmente de soja e milho, pecuária intensiva

e extensiva, instalações de granjas (de médio e grande porte) de criação de aves e suínos, expansão urbana e industrial.

O curso hídrico em questão atende diversos usos múltiplos, entre os quais, abastecimento público urbano e rural de Santa Helena de Goiás (GO) e de Rio Verde (GO), abastecimentos industriais (como a BRF S. A., umas das maiores indústrias de alimentos do mundo), produção animal, demanda de projetos de irrigação, ou seja, tem importância social, econômica e ambiental.

Foram escolhidos dois pontos amostrais (Figura 1), o primeiro localizado nas coordenadas

geográficas 17°52'13,9"S/050°42'55"W, e o segundo, nas coordenadas geográficas 17°52'16,4"S/050°42'55,1"W.

Os pontos de coleta foram escolhidos de forma que os resultados fossem representativos da qualidade hídrica da Cachoeira do Rio São Tomás, sendo esta um local de recreação frequentado por habitantes do município de Rio Verde (GO) e outros, além de ser a jusante do ponto de captação de água para o abastecimento urbano desse município e a montante do ponto de captação de água para atender a demanda hídrica da população urbana de Santa Helena de Goiás (GO).

Figura 1. Espacialização dos pontos amostrais na Cachoeira do rio São Tomás, Sudoeste de Goiás. Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados disponibilizados pelo SIEG (2019).

Coletas, Preservação e Análises (variáveis físico-químicas, Índice de Estado Trófico e balneabilidade)

As coletas e preservação das amostras de água foram feitas conforme a Resolução 724/2011 da Agência Nacional de Águas (ANA), que estabelece procedimentos padronizados para a coleta e preservação de amostras de águas

superficiais para fins de monitoramento da qualidade dos recursos hídricos (Brasil, 2011).

Foram realizadas sete campanhas (C), quatro no período chuvoso denominadas de C1 (novembro/2017), C2 (dezembro/2017), C3 (janeiro/2018) e C4 (fevereiro/2018), e três no período de estiagem descritas como C5 (junho/2018), C6 (julho/2018) e C7 (agosto/2018), todas entre 08 h e 11 h da manhã.

Em cada campanha foi feita a mistura das amostras coletadas dos dois pontos amostrais, ou seja, foi confeccionada uma amostra composta para caracterização da qualidade da água.

Em campo (Figura 2) com auxílio de uma sonda portátil multiparamétrica, modelo ORION

STAR A326, foram medidos a temperatura (T) e o potencial hidrogeniônico (pH), com um condutivímetro modelo Sension5, determinados os sólidos totais dissolvidos (STD) e condutividade elétrica (CE), conforme manual do fabricante.

Figura 2. Ambiente de estudo e análises *in loco*. A: ambiente do ponto amostral 1; B: ambiente do ponto amostral 2; C: preparo dos instrumentos para análises *in loco*; e D: coleta das amostras.

No Laboratório de Águas e Efluentes do Instituto Federal Goiano, os procedimentos analíticos das amostras seguiram o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

Em laboratório, a turbidez foi medida pelo método nefelométrico por meio de um turbidímetro modelo 2100P. A Demanda química de oxigênio (DQO) foi feita pelo método digestão por reator, com kit 24158.25 da marca Hach, gama de medição 0,7 – 40 mg/L, já o fósforo total (PT), pelo método ácido persulfato, com kit 27426.45, da marca Hach, gama de medição 0 – 3,5 mg/L,

digeridos em um digestor modelo DRB 200. O nitrato quantificado pelo método do dimetilfenol, com utilização do kit TNT 835, da marca Hach, gama de medição 0,23 – 13.5 mg/L. Estas três últimas variáveis foram lidas em um espectrofotômetro modelo DR 5000.

Os resultados encontrados para as variáveis STD, pH, Turbidez, DQO, nitrato e PT foram comparadas com os valores de referência estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (Brasil, 2005), que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento

(Tabela 1). Já as variáveis T, CE e DQO foram comparadas com resultados observados na literatura.

Tabela 1. Valores de Referência propostos pela Resolução CONAMA 357/05

Variável	Classe de água doce			
	1	2	3	4
T (°C)	-	-	-	-
CE (µS/cm)	-	-	-	-
STD (mg/L)	500	500	500	>500
pH	6-9	6-9	6-9	6-9
Turbidez (UNT)	40	100	100	>100
DQO (mg/L)	-	-	-	-
Nitrato (mg/L)	10	10	10	10
PT (mg/L)	0,1	0,1	0,15	>0,15

Fonte: Elaborado pelos autores com base na Resolução CONAMA 357/05.

Para entender os efeitos da sazonalidade, os valores de precipitação de cada campanha foram compilados do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa da estação meteorológica 83470 de Rio Verde (GO) (BDMEP, 2019).

O Índice de Estado Trófico (IET) tem por finalidade classificar os corpos hídricos em diferentes graus de trofia. Para o estudo do IET foram utilizados os resultados de PT, com o índice proposto pela CETESB (2017), com uso da Equação 1 (E1):

$$IET(PT)=10*(6-((0,42-0,36*(\ln.PT))/\ln 2))-2 \text{ (E1)}$$

Na qual: IET é o Índice de Estado Trófico; PT, a concentração de fósforo total, em µg.L⁻¹; e ln, o logaritmo natural.

Em seguida, os resultados do índice foram comparados com as classes de trofia (Tabela 2).

Para o estudo da balneabilidade, a variável analisada foi a *Escherichia coli* (*E. coli*) com o uso do kit microbiológico Colipaper®, conforme a metodologia deste kit fornecida pelo fabricante.

Após a obtenção dos resultados, os valores obtidos de *E. coli* foram comparados com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, que define os critérios de balneabilidade e classifica as águas brasileiras como próprias e impróprias para recreação de contato primário (Brasil, 2000).

Tabela 2. Classificação do Índice de Estado Trófico (IET) para rios

Categoria (Estado Trófico)	Ponderação
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$
Hipereutrófico	$IET > 67$

Fonte: CETESB (2017).

Resultados e discussão

Os resultados obtidos para as variáveis físico-químicas de qualidade da água durante as campanhas realizadas na Cachoeira do Rio São Tomás, em Rio Verde (GO) e a precipitação são apresentados na Tabela 3.

A T pode ser considerada uma das características mais importantes do ambiente aquático, devido seu efeito sobre as características químicas e a influência que exerce sobre as reações químicas. Parâmetros como a solubilidade dos gases dissolvidos, densidade, viscosidade, além da operação de estações de tratamento de água, deposição de lodos, estratificação térmica em reservatórios e diminuição da solubilidade do oxigênio são influenciados pela T (Tucci, 2015).

Os resultados de T variaram de 16,80 a 25,90 °C com média igual a 22,10 °C (Tabela 3). Essa disparidade pode ser explicada devido ao fato de o clima na região de estudo ser bem definido, caracterizado por temperaturas menores no período de inverno/seco (campanhas realizadas em junho, julho e agosto) e maiores no período de verão/chuvoso (campanhas realizadas em novembro, dezembro, janeiro e fevereiro), o que demonstra o efeito da sazonalidade.

Assim como no presente estudo, Alves et al. (2019), na análise da água do Ribeirão das Abóboras, em Rio Verde (GO), encontraram as menores T nas campanhas do período de estiagem (junho a setembro) e afirmaram que as causas são em decorrência das menores T serem nessa época do ano.

Já os estudos de Ribeiro et al. (2016) no Ribeirão Anicuns, Goiânia (GO), apresentaram um comportamento diferente ao do presente estudo, com menores temperaturas no período de chuva, variando de 21,60 a 25,30 °C e no período de estiagem com uma variação de 27,10 a 32,00 °C. Ainda segundo os autores para sete pontos amostrados no Ribeirão Anicuns, a temperatura

aumentou sucessivamente à medida que os pontos de coleta se distanciaram de suas nascentes.

Segundo a CETESB (2017) a CE fornece uma boa indicação sobre as modificações da composição da água, especialmente a concentração de minerais e, em geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{S/cm}$ indicam ambientes impactados

negativamente. Os valores de CE oscilaram de 17,80 a 60,30 $\mu\text{S/cm}$ com média igual a 32,80 $\mu\text{S/cm}$ (Tabela 3). Foi possível constatar ainda uma relação entre a CE e os STD, na qual, à medida que o valor de uma variável aumentou o valor da outra também cresceu.

Tabela 3. Resultados obtidos das amostras de água da Cachoeira do Rio São Tomás e precipitação observada, em Rio Verde, Goiás, Brasil

	Período Chuvoso				Período de Estiagem			
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Méd
T ($^{\circ}\text{C}$)	25,90	25,30	24,40	24,70	19,70	16,80	18,00	22,10
CE ($\mu\text{S/cm}$)	28,60	20,70	37,80	17,80	29,80	34,50	60,30	32,80
STD (mg/L)	13,00	9,36	17,50	8,00	13,80	15,90	28,40	15,13
pH (unidade de pH)	7,51	7,53	7,27	7,31	7,37	7,51	7,63	7,44
Turbidez (UNT)	62,60	32,86	134,00	107,7	23,40	19,40	14,00	56,28
DQO (mg/L)	8,23	6,61	<0,70	11,53	4,10	2,40	<0,70	4,70
PT (mg/L)	0,53	1,20	1,21	0,86	0,306	0,433	0,471	0,71
Nitrato (mg/L)	0,635	0,939	0,826	1,038	1,20	1,26	1,34	1,034
Precipitação (mm)	1,80	0,00	23,00	0,80	0,00	0,00	0,00	3,60

C1: campanha 1; C2: campanha 2; C3: campanha 3; C4: campanha 4; C5: campanha 5; C6: campanha 6; C7: campanha 7; Méd: média; T: temperatura; CE: condutividade elétrica; STD: sólidos totais dissolvidos; pH: potencial hidrogeniônico; DQO: demanda química de oxigênio; PT: fósforo total.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nos estudos de Ribeiro et al. (2016) no Ribeirão Anicuns, Goiânia (GO), os autores observaram essa mesma relação, com os valores de STD variando de 5,90 a 80,60 mg/L (período de chuva) e 5,80 a 68,00 mg/L (período de seca) e a CE apresentando variação de 13,33 a 168,80 $\mu\text{S/cm}$ (período de chuva) e 13,30 a 142,70 $\mu\text{S/cm}$ (período de seca). Os autores ressaltam que ao longo da amostragem foi verificado uma evolução nos valores de CE e STD, justificando, assim, que esses parâmetros são diretamente proporcionais e cumulativos.

Resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho foi encontrado por Alves et al. (2017) em estudo realizado no Ribeirão das Abóboras, (GO), no qual os valores de CE variaram de 32,90 a 47,63 $\mu\text{S/cm}$. Os autores justificam tais valores pelo fato de haver atividades de preparo do solo, plantio, aplicações de insumos agrícolas e rochas da formação Vale do Rio do Peixe na região da bacia.

Avaliando a qualidade das águas do Córrego Sucuri, localizado no município de Caçu (GO), Barcelos et al. (2017) encontraram valores de 120,00 e 135,00 $\mu\text{S/cm}$ no período seco, 87,00 e 93,00 $\mu\text{S/cm}$ no período chuvoso. Todos os valores encontrados em ambos os períodos estiveram acima dos verificados na Cachoeira do Rio São Tomás.

Sais e componentes iônicos estão inclusos no STD. Os processos de intemperismo geram produtos que podem ser encontrados nos corpos hídricos na forma iônica, considerados os principais constituintes dos STD. Além disso, este é considerado um importante parâmetro para a avaliação da poluição na água por efluentes industriais e esgotos domésticos (Piratoba et al., 2017).

A concentração excessiva de íons na água, ocasionada por fatores como a precipitação, intemperização ou dissolução de rochas na região e carreamento de detritos do solo com a presença de atividades humanas na área de contribuição, podem aumentar a presença de sólidos no corpo hídrico (Rocha, Cabral e Braga, 2014).

Os resultados obtidos para STD variaram de 8,00 a 28,40 mg/L (Tabela 3), atendendo ao limite estabelecido pelo CONAMA para água doce classe 2 (Tabela 1). O maior valor foi o verificado no período de estiagem na C7 (28,40 mg/L). Isso pode ter relação com a concentração de detritos no corpo hídrico, já que o período de estiagem pode influenciar nesse processo, diminuindo a vazão hídrica e aumentando a concentração STD.

Silva et al. (2017) analisando a qualidade da água do Córrego Vertente de Maurilândia (GO), constataram que houve baixas concentrações de sólidos totais dissolvidos na água, com maiores resultados encontrados de 22,20 mg/L no período

chuvoso, e o menor, de 12,60 mg/L no período seco, o oposto do que ocorreu na Cachoeira do Rio São Tomás, na qual o maior valor foi verificado no período de estiagem. Os autores perceberam ainda que os picos de elevação desse parâmetro foram quando a coleta foi realizada após um evento chuvoso de alta intensidade, o que resulta no carreamento de partículas sólidas orgânicas e inorgânicas para os mananciais.

Segundo Cabral e Araújo (2016), o pH é uma medida que determina se a água é ácida, básica ou neutra. O pH abaixo de sete é considerado ácido, acima de sete, básico ou alcalino, e quando igual a sete, neutro.

Determinadas condições de pH podem favorecer a precipitação de elementos químicos tóxicos, como os metais pesados, podendo interferir também na solubilidade dos nutrientes (CETESB, 2017).

Os resultados para pH variaram de 7,27 a 7,63 (Tabela 3). Os valores encontrados para essa variável atenderam aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para todas as classes (Tabela 1).

Nos estudos realizados por Barcelos et al. (2017) no Córrego Sucuri, Caçu (GO), os resultados de pH variam de 5,70 a 7,5. De acordo com os autores o menor valor de pH 5,7 indica um ambiente ácido, devido a ocorrência de decomposição da matéria orgânica vegetal presente nos sedimentos.

Leitão et al. (2015) estudando as águas do Ribeirão São Bernardo, localizado no município de Mineiros (GO), encontraram valores de pH de 5,53 e 5,85, levemente abaixo dos permitidos pela Resolução CONAMA 357/05. Nas demais campanhas do estudo o parâmetro esteve dentro do esperado, entre 6,00 a 9,00. Os autores observam ainda que os valores estão próximos à neutralidade e em se tratando de águas naturais do Cerrado, representam um aspecto positivo à qualidade da água.

Ao contrário do observado na Cachoeira do Rio São Tomás, Peixoto et al. (2018), na análise das águas do Córrego Campo Alegre (GO) obtiveram valores de pH, para as duas épocas de coleta, predominantemente em inconformidade com a Resolução CONAMA 357/05, com valores variando de 5,02 a 6,60 para o período seco e 5,63 a 5,63 para o chuvoso.

Os valores para turbidez podem ser influenciados tanto por causas naturais ou antrópicas, como o mau uso do solo ou contaminação por esgotos sanitários (Souza et al., 2015), resultando no aumento da concentração de partículas nos corpos hídricos.

De acordo com Rocha et al. (2015) a turbidez está relacionada com as erosões causadas pelo tipo de uso do solo, como áreas de pastagem degradadas, desmatamento, preparadas para plantio agrícola, fato que gera grandes quantidades de sedimentos, e assim, a turbidez aumenta após fortes chuvas, com carreamento de sedimentos das margens e pelas enxurradas.

Além disso, corpos hídricos com elevada turbidez podem ser um indicativo de impactos ambientais local, como processos erosivos que podem ter relação com o manejo inadequado de solo pelas atividades agropecuárias, além da ausência de vegetação nativa nas margens do curso d'água (Medeiros, Silva e Lins, 2018).

Os resultados encontrados para turbidez variaram de 14,00 a 134,00 UNT (Tabela 3). Conforme limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, três valores não atenderam a classe 1, e dois valores não atenderam a classe 2 e 3 (Tabela 1). Observa-se também na Tabela 3 que os dois valores que ultrapassaram a classe 2 e 3 (104,00 e 107,70 UNT) foram obtidos durante as campanhas realizadas no período chuvoso, na C3 e C4. Pelo fato da presença de atividades antrópicas na área de contribuição do corpo hídrico associado ao período chuvoso, os resultados encontrados podem estar relacionados com o carreamento de detritos do solo e de insumos agrícolas para a água.

Rocha et al. (2019), investigando a qualidade da água do rio Paraíso, Jataí (GO), constatou valores médios para turbidez entre 2,10 e 10,40 UNT na estação seca, representando os menores valores obtidos, e entre 10,70 e 35,40 UNT na estação chuvosa, representando os maiores valores. Os autores argumentam que os valores altos na estação chuvosa estão associados a intensa atividade pecuarista, que durante as fortes chuvas leva ao aumento da quantidade de sedimentos carreados para o curso hídrico.

Alves et al. (2017) verificaram valores médios para turbidez para o Ribeirão das Abóboras, em Rio Verde (GO) entre 7,85 e 57,80 UNT. Os autores apontam os maiores valores para o mês de dezembro, que é justificado por ser época de maior precipitação.

Já Silva et al. (2017) na análise da água da BH do Córrego Vertente de Maurilândia (GO), os valores encontrados variaram de 1,20 a 9,60 UNT, sendo o maior e menor valores encontrados nos períodos chuvoso e seco, respectivamente. O mesmo verifica-se na água da Cachoeira do Rio São Tomás, onde o maior (134,00 UNT) e menor (14,00 UNT) valores foram encontrados no período de chuva e estiagem, respectivamente (Tabela 3).

Segundo a CETESB (2017), a DQO pode ser definida como a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica de uma amostra por meio de um agente químico, sendo um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais. A DQO é um dos parâmetros que constituem determinações indiretas da matéria orgânica carbonácea, pois quantifica o consumo de oxigênio dissolvido (OD) pela oxidação da matéria orgânica que é o efeito principal dos compostos orgânicos nos corpos d'água (Durigon et al., 2015).

Os resultados obtidos para DQO variaram de 0,70 a 11,53 mg/L (Tabela 3). Observam-se, ainda, na Tabela 3, maiores valores no período chuvoso (8,32 e 11,53 mg/L). Isso pode ter relação com a drenagem agrícola de atividades antrópicas na área de contribuição dos pontos amostrais, já que insumos dessas atividades podem contribuir para a presença de matéria orgânica (MO) no corpo hídrico. Além disso, efluentes domésticos de residências também podem ter influenciado nos resultados para DQO. A Resolução CONAMA 357/05 não estabelece limites para essa variável. Entretanto, considerando que valores de DQO < 20 mg/L são aceitáveis e que valores > 20 mg/L indicam ambientes impactados, o corpo hídrico em questão se encontra em condição adequada em relação a esta variável.

No estudo sobre qualidade da água do Ribeirão das Abóboras, em Rio Verde (GO), os maiores valores encontrados para DQO foram de 5,33 e 6,83 mg/L nos meses de dezembro de 2012 e janeiro de 2013, respectivamente. Os autores ressaltaram que, assim como na Cachoeira do Rio São Tomás, tais valores podem ter relação com lançamento de resíduos industriais ou de granjas e com carreamento de matéria orgânica para o corpo hídrico (Alves et al., 2016).

Santo et al. (2019), na avaliação da qualidade da água da BH do Córrego do Sapo, em Rio Verde (GO), registraram valor mínimo de 3,00 mg/L e valor máximo de 32,00 mg/L. A DQO teve seus maiores valores médios encontrados no ponto de amostragem localizado no perímetro urbano, onde teve-se maior influência das atividades antrópicas, o que justifica a maior carga de matéria orgânica.

É comum nas atividades agrícolas a aplicação de fertilizantes que contêm em suas composições altas concentrações de P, podendo assim, favorecer o carreamento de P presentes no solo para os corpos hídricos, contribuindo para o processo de eutrofização destes (Santos et al., 2018).

Observa-se que nenhum dos resultados obtidos para PT (Tabela 3) atendeu aos limites estabelecidos pelo CONAMA 357/05 para água doce classe 1 e classe 2 (classe na qual o corpo hídrico é inserido) e classe 3. Além disso, observa-se ainda que, os maiores resultados foram os obtidos nas campanhas realizadas no período chuvoso, que foram de 1,20 e 1,21 mg/L na C2 e C3, respectivamente (Tabela 3). Esses valores altos podem ter relação com as atividades agropecuárias, industriais e regiões urbanizada na área de contribuição dos pontos amostrais (Figura 3, Figura 4 e Figura 5).

Segundo a CETESB (2017), a drenagem de águas em áreas agrícolas e urbanas pode provocar o excesso de fósforo nos corpos hídricos, além disso, este elemento também está presente nas descargas de esgotos sanitários.

Os maiores valores encontrados por Pedroso e Colesanti (2017) para PT em um estudo sobre a qualidade da água da BH do Ribeirão da Areia (GO) foram de período de estiagem, em dois pontos nomeados P4 e P5 (1,49 e 0,161 mg/L). Os autores destacam que os resultados elevados são em decorrência desses pontos amostrais estarem localizados em ambientes pós-urbano e de produção agrícola respectivamente, favorecendo o incremento de FT no corpo hídrico. Condições semelhantes são verificadas na Cachoeira do Rio São Tomás, onde as atividades antrópicas podem ter influenciado nos altos valores de PT.

Batista et al. (2016), no estudo da qualidade das águas do Ribeirão Paraíso em Jataí-Goiás, também evidenciaram valores de PT acima do limite permitido pelo CONAMA e atribuíram os altos resultados à ocorrência da lixiviação dos solos contendo agroquímicos, o que possibilitou a contaminação do corpo hídrico.

O aumento do uso de fertilizantes à base de nitrogênio nas últimas décadas levou a um aumento consequente da lixiviação e do escoamento deste elemento, representando assim, uma ameaça a qualidade dos corpos hídricos, principalmente nas áreas agrícolas, onde se encontram elevadas concentrações de nitrato (Costa, Kempka e Skoronski, 2016).

O nitrato é a forma mais oxidada do nitrogênio, e é formado já nas etapas finais da decomposição biológica, tanto em estações de tratamento de água, como nos mananciais de água natural.

De acordo com a Tabela 3, os maiores valores encontrados para nitrato foram nas campanhas realizadas no período de estiagem. Isso pode ter relação com o lançamento de efluentes clandestinos (Figura 3 A), atividades de pecuárias

(granjas de aves e suínos (Figura 3 B)), efluentes domésticos (estação de tratamento de efluentes – ETE (Figura 6 B)), resíduos de uma instituição federal de ensino (Figura 4)), lançamento de efluentes industriais (Figura 5 A), drenagem de área urbanizada (Figura 5 B) associados à diminuição do nível de água e consequente aumento da concentração desse nutriente.

É importante ressaltar que: mesmo tratados, os efluentes domésticos e de agroindústrias que têm como matéria prima animais (aves e suínos, por exemplo) apresentam alta concentração de fósforo; e, ainda, que é comum observar o lançamento de efluentes de origem industrial e urbana com tratamento inadequado na BH do Rio São Tomás.

Figura 3. Possíveis pontos de poluição da qualidade hídrica da Cachoeira do Rio São Tomás. A: Lançamento de resíduos clandestinos; B: Resíduos de granjas, seta azul mostra o local e fluxo hídrico. Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4. Prováveis fontes de poluição que podem ter alterado a qualidade da água do Rio São Tomás. A: área construída e rural de um instituição federal de ensino sem tratamento adequado de seus resíduos, círculo vermelho: onde são tratados e lançados inadequadamente os efluentes dessa instituição; B: círculo preto, granja de suinocultura da referida instituição de ensino com tratamento e destino inadequados de seus resíduos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Entretanto, apesar dessa diferença, todos os resultados para nitrato atenderam ao limite estabelecido pela Resolução supracitada para água doce classe 2 e todos as demais classes (Tabela 1 e Tabela 3).

Segundo Rodrigues et al. (2015), o nitrato é proveniente de esgotos domésticos e industriais ou da drenagem de áreas agricultáveis com fertilizantes e insumos químicos para o leito dos rios.

Os valores encontrados por Ribeiro et al. (2016) para nitrato no Ribeirão Anicuns, Goiânia (GO), no período seco e chuvoso, variaram de 0 a

15,49 mg/L. Os autores afirmaram que os altos valores encontrados para essa variável, em alguns pontos amostrais, devem-se ao fato de haver lançamento de efluentes domésticos, o que pode aumentar a carga de matéria orgânica no corpo hídrico. Tal fator também pode ter influenciado nos resultados para nitrato na Cachoeira do Rio São Tomás, já que a presença de residências rurais na área de contribuição desse corpo hídrico é considerada uma importante fonte de efluentes domésticos.

A eutrofização é caracterizada pelo aporte de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, que pode resultar no aumento da produtividade primária na água. Esse processo pode ocasionar o

crescimento excessivo de seres vivos que utilizam nutrientes, principalmente as algas (Alves et al. 2018), resultando na depleção do oxigênio na água.

O descarte de efluentes domésticos e industriais e a lavagem de solos agrícolas que contêm matéria orgânica aumentam a quantidade de nutrientes na água, processo denominado eutrofização artificial ou antrópica (Alves et al. 2017).

O IET tem por finalidade classificar corpos hídricos em diferentes graus de trofia, ou seja, auxiliar na avaliação da qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas e cianobactérias (CETESB, 2017).

Os valores encontrados para IET demonstraram o mais alto grau de trofia, variando de supereutrófico a hipereutrófico (Tabela 4). Esses resultados altos são relacionados diretamente com os altos valores de FT obtidos, sendo as causas apresentadas (Figura 3, Figura 4 e Figura 5).

Tabela 4. Resultados e média obtidos para o Índice de Estado Trófico

Campanhas	Resultado (IET)	Categoria (IET)
C1	66,52	Supereutrófico
C2	70,76	Hipereutrófico
C3	70,80	Hipereutrófico
C4	69,03	Hipereutrófico
C5	63,66	Supereutrófico
C6	65,47	Supereutrófico
C7	65,90	Supereutrófico
Média	68,03	Hipereutrófico

IET: Índice de Estado Trófico; C1: campanha 1; C2: campanha 2; C3: campanha 3; C4: campanha 4; C5: campanha 5; C6: campanha 6; e C7: campanha 7.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5. Possíveis pontos de poluição que podem ter impactado negativamente na qualidade da água do Rio São Tomás. A: Lançamento de efluentes, seta vermelha: efluente e seta azul: fluxo do corpo hídrico. ; B: Área urbanizada sem saneamento básico.

Alves et al. (2018) afirmam que os índices altos para IET são favoráveis à proliferação de algas, podendo comprometer o abastecimento público de água, além de outros usos múltiplos. Resultados semelhantes foram encontrados em um estudo sobre IET feito por Alves et al. (2017) no Ribeirão das Abóboras (Afluente do Rio São Tomás), em Rio Verde (GO), no qual, para o IET, o corpo hídrico foi classificado como eutrófico entre junho e dezembro, e supereutrófico, no mês de janeiro. Os autores afirmaram que as possíveis causas dos maiores valores de IET podem ter relação com o período chuvoso e de intensas práticas agrícolas, como preparo do solo e altas

aplicações de fertilizantes NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) nas lavouras de soja e milho, situação favorável ao carreamento de fósforo.

Fia et al. (2015), em seu estudo da qualidade da água em um sistema lótico urbano, no Ribeirão Vermelho, indicam que os dados de IET apontam para um ambiente oligotrófico e eutrófico, fato que os autores justificam pela maior entrada de nutrientes e consequente produção primária.

O valor mínimo encontrado para a *E. coli* foi de 0 UFC/100 mL na C1, e o valor máximo, de 22.000 UFC/100 mL (C4). A média obtida foi de 5.424,71 UFC/100 mL (Tabela 5). Nota-se que na C1, C5, C6 e C7 os resultados estão em

concordância com o limite de até 2000 UFC/100 mL para águas próprias para banho. No entanto, os resultados encontrados para C2, C3 e C4 foram muito superiores ao limite mencionado, classificando a água nestas campanhas como imprópria para banho. Considerando a média encontrada (5.424,71 UFC/100 mL), o ambiente amostral é impróprio para banho de acordo com a Resolução 274/2000 (BRASIL 2000).

Os resultados mais altos foram observados nas campanhas C2, C3 e C4, ou seja, no período chuvoso.

Portanto, é possível que a matéria orgânica carregada pela chuva, oriunda do setor industrial, de resíduos de granjas, de áreas urbanizadas e da produção agropecuária entre outros na área de contribuição do corpo hídrico (Figura 6), pode ter influenciado diretamente nos resultados, visto que

o lançamento de esgoto, segundo Silva e Gasparetto (2016), pode estar relacionado ao aumento da concentração de *E.coli* na água.

Tabela 5. Resultados obtidos para as análises microbiológicas

Campanha	<i>Escherichia coli</i>
Campanha 1 (C1)	0
Campanha 2 (C2)	2.400
Campanha 3 (C3)	12.800
Campanha 4 (C4)	22.000
Campanha 5 (C5)	373
Campanha 6 (C6)	200
Campanha 7 (C7)	200
Média	5.424,71

Figura 6. Prováveis pontos de poluição que podem estar ligados a alterações na qualidade da hídrica do Rio São Tomás. A: Área industrial; B: Estação de tratamento de esgoto da cidade de Rio Verde (GO).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Silva et al. (2017), no trabalho realizado sobre a qualidade da água na captação para abastecimento humano, localizado no Córrego Vertente, no município de Maurilândia (GO), encontraram altos valores para *E. Coli* no período de estiagem. Os autores ressaltaram que a bacia em questão não é urbanizada, o que leva a concluir que os altos valores encontrados se devem a presença de animais silvestres na região ou a moradias rurais de baixa densidade.

Já Rodrigues, Silva Júnior e Saleh (2015) verificaram valores médios de *E. Coli* que variaram de 2.989 a 17.944,3 número mais provável (NMP)/100 mL na água do Ribeirão Campo Alegre, localizado no município de Santa Helena de Goiás, que recebe efluente tratado. Os autores afirmaram que a qualidade do manancial se mostrou deteriorada tanto a jusante quanto a

montante do ponto de lançamento e que há um potencial de contaminação da água pela infiltração no solo de esgoto sanitário e/ou industrial da área urbana presente a montante.

O uso da água com fins recreativos em ambientes naturais pode oferecer perigos àqueles em contato direto com a água, através da exposição a microrganismos patogênicos que podem estar presentes no ambiente aquático (Hirai e Porto, 2016).

Cursos hídricos que estão contaminados por águas residuais oferecem riscos potenciais à banhistas por meio de doenças de veiculação hídrica, entre essas, as gastroenterites (Medeiros et al. 2016).

Conclusão

Altos valores foram encontrados para as variáveis turbidez e fósforo total, nos quais, alguns resultados não atenderam aos limites propostos pela Resolução CONAMA 357/05 para água doce (fósforo: todos os valores ultrapassaram as classes 1, 2 e 3; turbidez: três valores com resultados acima do limite para classe 1, e dois valores, para classe 2 e 3).

Em relação ao IET, a água foi classificada nos mais altos graus de trofia, variando de supereutrófico a hipereutrófico.

Para balneabilidade, a água foi classificada como imprópria em três campanhas e para a média obtida.

Esses impactos negativos podem ter relação com o uso e cobertura da terra na área de contribuição do ambiente amostral, com práticas e manejos inadequados do solo (aplicação intensiva de fontes de fósforo nas lavouras, mecanização inadequada, solos descobertos, falta de barreiras físicas para favorecer a infiltração de água no solo e diminuir o escoamento superficial e outros), falta de tratamento e tratamento inadequado de efluentes lançados no corpo hídrico, resíduos de granjas e de outras atividades pecuárias.

Recomenda-se a implementação de programas que visem a conservação ambiental, fiscalização ambiental efetiva e eficiente nessa área para que, assim, esse corpo hídrico tão importante mantenha os seus usos e a população tenha o seu direito de um meio ambiente ecologicamente equilibrado assegurado.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, ao CNPq e à Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Rio Verde (GO) pelo apoio para a realização desta pesquisa.

Referências

- Abreu, C.H.M., Cunha, A.C.C., 2017. Qualidade da água e índice trófico em rio de ecossistema tropical sob impacto ambiental. Eng Sanit Ambient [online] 22. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016144803>. Acesso: 15 dez. 2018.
- Alves, W.S., et al., 2018. Análise do grau de trofia no ribeirão das abóboras, no município de Rio Verde, sudoeste do estado de Goiás, Brasil. Geoambiente [online]. Disponível: <https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/51365>. Acesso: 17 mai. 2019.
- Alves, W.S., et al., 2017. Avaliação da qualidade da água e estado trófico do Ribeirão das Abóboras, em Rio Verde – GO. Geociências [online] 36. Disponível: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEO-SP/article/view/10939>. Acesso: 22 dez. 2018.
- Alves, W.S., et al., 2019. Aspectos físico-químicos da água do Ribeirão das Abóboras em Rio Verde (GO) e impactos na qualidade hídrica. Boletim de Geografia [online] 37. Disponível: <http://ojs.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/35549>. Acesso: 17 mai. 2019.
- Andrietti, G., et al., 2016. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. Rev. Ambiente & Água [online] 11. Disponível: doi:10.4136/ambi-agua.1769. Acesso: 15 abr. 2019.
- APHA-American Public Health Association, 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater, 22st ed. APHA, AWWA, WEF, Washington.
- Barcelos, A.A., et al., 2017. Diagnóstico da qualidade das águas do córrego Sucuri (Caçu-Goiás). Revista Brasileira de Geografia Física [online] 10. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234057/27473>. Acesso em: 16 fev. 2019.
- Batista, D.F., et al., 2016. Caracterização e diagnóstico das águas do Ribeirão Paraíso em Jataí-Goiás. Revista Brasileira de Geografia Física [online] 9. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233767/27313>. Acesso: 16 fev. 2019.
- BDMEP – BANCO DE DADOS METEOROLÓGICOS PARA ENSINO E PESQUISA, 2019. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/porta/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 15 mar. 2019.
- Brasil, 1997. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro.
- Brasil, Agência Nacional de Águas (ANA), 2011. Resolução nº 724, de 19 de outubro.
- Brasil, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), 2000. Resolução nº 274, de 29 de novembro.
- Brasil, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), 2005. Resolução nº 357, de 18 de março.
- Cabral, L.N., De Araújo, S. M. S., 2016. Qualidade da água em áreas rurais: análise bacteriológica e físico-química das águas dos tanques de pedra das comunidades KM 21 (Campina Grande) e Pedra Redonda (Pocinhos). Revista Brasileira de Geografia Física [online] 9. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233804/27338>. Acesso: 01 fev. 2019.

- Campos, J.S., Cunha, H.F.A., 2015. Análise comparativa de parâmetros de balneabilidade em Fazendinha, Macapá-AP. *Biota Amazônia* [online] 5. Disponível: <https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/1717>. Acesso: 12 abr. 2019.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Publicações e Relatórios. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade, 2017. Disponível: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso: 12 dez. 2018.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Publicações e Relatórios. Índices de Qualidade das Águas, 2017. Disponível: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso: 01 de fev. 2019.
- Costa, D.D., Kempka, A.P., Skoronski, E., 2016. A contaminação de mananciais de abastecimento pelo nitrato: o panorama do problema no Brasil, suas consequências e as soluções potenciais. *REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA* [online] 10. Disponível: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/338>. Acesso: 19 jan. 2019.
- Costa, J.A., et al., 2018. Eutrophication in aquatic ecosystems: a scientometric study. *Acta Limnologica Brasiliensia* [online] 30. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/alb/v30/2179-975X-alb-30-e2.pdf>. Acesso: 20 jan. 2019.
- Durigon, M., et al., 2015. A urbanização compromete a qualidade da água da bacia hidrográfica dos rios Vacacaí e Vacacaí-mirim em Santa Maria, RS. *Ciência e Natura* [online] 37. Disponível: <http://www.redalyc.org/html/4675/467546194007/index.html>. Acesso: 10 abr. 2019.
- FIA, R., et al., 2015 Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* [online] 20. Disponível: https://www.researchgate.net/publication/305306771_Qualidade_da_agua_de_um_ecossistema_lotico_urbano. Acesso: 21 Ago. 2019.
- Hirai, F.M., Porto, M.F.A., 2016. O desenvolvimento de ferramentas de predição de balneabilidade baseadas em níveis de precipitação: estudo de caso da praia de Cachoeira das Emas (SP). *Eng Sanit Ambient* [online] 21. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v21n4/1809-4457-esa-21-04-00797.pdf>. Acesso: 17 mai. 2019.
- Leitão, V.D.S., et al., 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* [online] 19. Disponível: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/18330/pdf>. Acesso: 28. Ago. 2019.
- Marmontel, C.V.F., Rodrigues, V.A., 2015. Parâmetros Indicativos para Qualidade da Água em Nascentes com Diferentes Coberturas de Terra e Conservação da Vegetação Ciliar. *Floresta e Ambiente* [online] 22. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/floram/v22n2/2179-8087-floram-21798087082014.pdf>. Acesso: 05 jan. 2019.
- Medeiros, A.C., Lima, M.O., Guimarães, R.M., 2016. Avaliação da qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena no estado do Pará, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva* [online] 21. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232015213.26572015>. Acesso: 21 dez. 2018.
- Medeiros, S.R.M., et al., 2016. Índice de qualidade das águas e balneabilidade no Riacho da Bica, Portalegre, RN, Brasil. *Revista Ambiente & Água* [online] 11. Disponível: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1833>. Acesso: 15 jan. 2019.
- Medeiros, W.M.V., Silva, C.E., Lins, R.P.M., 2018. Avaliação sazonal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Longá, Piauí, Brasil. *Rev. Ambient. Água* [online] 13. Disponível: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2054>. Acesso: 11 dez. 2018.
- Pedroso, L.B., Colesanti, M.T.M., 2017. Determinação do índice de qualidade de água da bacia hidrográfica do Ribeirão da Areia – Goiás, em período de estiagem. *Caminhos de Geografia* [online] 18. Disponível: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegografia/article/view/36679>. Acesso: 10 jan. 2019.
- Peixoto, J. D. S. G. et al., 2018. Avaliação da qualidade dos recursos hídricos superficiais no alto curso da bacia hidrográfica do córrego Campo Alegre–Goiás. *Geochimica Brasiliensis* [online] 31. Disponível: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/geobras/article/view/12563>. Acesso: 10 Ago. 2019.
- Piratoba, A. R. A., et al., 2017. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. *Rev.*

- Ambient. Água [online] 12. Disponível: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1910>. Acesso: 04 mai. 2019.
- Ribeiro, T.G., et al., 2016. Estudo Da Qualidade Das Águas Por Meio Da Correlação De Parâmetros Físico-Químicos, Bacia Hidrográfica Do Ribeirão Anicuns. *Geochimica Brasiliensis* [online] 30. Disponível: <http://www.geobrasiliensis.org.br/geobrasiliensis/article/view/449>. Acesso: 15 jan. 2019.
- Rocha, I. R. da et al., 2015 Avaliação sazonal das águas do reservatório da usina hidrelétrica Caçu no município de Caçu, Goiás. *Revista do Departamento de Geografia* [online] 29. Disponível: <http://www.periodicos.usp.br/rdg/article/view/102093>. Acesso: 25 de ago. 2019
- Rocha, H.M. et al., 2019 Avaliação físico-química e microbiológica das águas da bacia hidrográfica do rio Paraíso Jataí-GO. *Geosul* [online] 34. Disponível: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/1982-5153.2019v34n72p5>. Acesso: 15 de ago. 2019.
- Rocha, H.M., Cabral, J.B.P., Braga, C.C., 2014. Avaliação Espaço –Temporal das Águas dos Afluentes do Reservatório da UHE Barra dos Coqueiros/Goiás. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* [online] 19. Disponível: <https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=161&SUMARIO=4362>. Acesso: 11 de jan. 2019.
- Rodrigues, A.M., Silva Júnior, E.D., Saleh, B.B., 2015. Estudo qualitativo da água do Ribeirão Campo Alegre mediante influência da Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Santa Helena de Goiás. *REGET* [online] 19. Disponível: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/18437>. Acesso: 06 fev. 2019.
- Rodrigues, M.C., Tomazoni, J. C., Guimarães, E., 2015. Qualidade da Água da Bacia do Rio Capivara, Manancial de Abastecimento do Município de São João-PR. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 8. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233384>. Acesso: 5 mar. 2019.
- Santos, G. O. et al., 2019. Monitoramento da água em bacia hidrográfica com diferentes usos do solo no município de Rio Verde (GO). *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente* [online] 12. Disponível: <http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/5662>. Acesso: 15 ago. 2019.
- Santos, N.B.C., Santos, R.H.G., Silva, R.F., 2018. Aplicação da Análise Multivariada e da Resolução CONAMA 357/2005 para Análise da Qualidade de Água em Rios de Pernambuco. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 11. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234957/pdf>. Acesso: 10 mar. 2019.
- Santos, R.C.L., et al., 2018. Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe. *Eng Sanit Ambient* [online] 23. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v23n1/1809-4457-esa-s1413-41522017159832.pdf>. Acesso: 17 jan. 2019.
- Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás – SIEG. Downloads/SIG – Shapefiles. Disponível em: www.Sieg.go.gov.br. Acesso em: 30 ago. 2019.
- Silva, J.M., et al., 2017. Qualidade da Água de captação para abastecimento público no município de Maurilândia, Goiás. *Caminhos de Geografia* [online] 18. Disponível: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/40927>. Acesso: 04 jan. 2018.
- Silva, V.B. da, Gasparetto, N.V.L., 2016. Qualidade da água na sub-bacia do rio do Campo – Campo Mourão – PR. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online]. 9. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233423/27144>. Acesso: 06 fev. 2019.
- Souza, J.A.R. de, et al., 2015. Análise das condições de potabilidade das águas de surgências em Ubá, MG. *Ambiente & Água* [online]. 10. Disponível: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1630>. Acesso: 01 fev. 2019.
- Tucci, C.E.M., 2015. Hidrologia: ciência e aplicação. UFRGS, Porto Alegre.
- Wiegand, M.C., Piedra, J.I.G., Araújo, J.C., 2016. Vulnerabilidade à eutrofização de dois lados tropicais de clima úmido (Cuba) e semiárido (Brasil). *Eng Sanit Ambient*, [online] 21. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016139527>. Acesso: 15 jan. 2019.