

Uso e ocupação da terra e qualidade da água da sub-bacia hidrográfica do Córrego do Tanque, Barra Do Bugres – MT

Use and occupancy of land and water quality in the hydrographic sub-basin of Córrego do Tanque, Barra Do Bugres – MT

Jhon Wittor Araújo Nunes¹

Carine Schmitt Gregolin Caloi²

Tadeu Miranda de Queiroz³

Resumo

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o uso e ocupação da terra e a qualidade físico-química e microbiológica das águas do córrego do Tanque, e classificá-los de acordo com a legislações brasileiras sobre qualidade das águas superficiais. Foram utilizados dados geoespaciais do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomas) no ano de 2018 e analisadas as variáveis físico-químicas: Potencial Hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Condutividade Elétrica (CE), Dureza (Dur), Alcalinidade (Alc), Cálcio (Ca^{2+}), Magnésio (Mg^{2+}), Sódio (Na^+), Potássio (K^+), Nitrato (NO_3^-) e Fosfato (PO_4^{3-}), e microbiológica: Coliformes Termotolerantes (C. Term.). Os resultados indicam que sub-bacia do córrego do Tanque tem área total de 4,042 km², sendo que 65,24% dessa área é de Infraestrutura Urbana, 15,05% de Pastagem, 10,48% de Floresta Natural, 7,64% de Agricultura e 0,92% de Lago. Algumas variáveis como CE, OD, PO_4^{3-} e K^+ são consideradas inadequadas conforme a resolução CONAMA 357 e CETESB. Concluiu-se que a maior parte da sub-bacia está em áreas urbanizadas, e que as inconformidades são oriundas da composição de efluentes domésticos, pois existem ocorrências em alguns pontos de descarte clandestino de esgotos não tratados no córrego.

Palavras-chave: Córrego do Tanque; Atividades Antrópicas; Legislação.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the use and occupation of land and the physical-chemical and microbiological quality of the waters of the Tanque stream, and classify them according to Brazilian legislation on surface water quality. Geospatial data from the Annual Land Cover and Land Use Mapping Project in Brazil (MapBiomas) in 2018 were used and the physicochemical variables were analyzed: Hydrogenionic Potential (pH), Dissolved Oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Electrical Conductivity (EC), Hardness (Har), Alkalinity (Alk), Calcium (Ca^{2+}), Magnesium (Mg^{2+}), Sodium (Na^+), Potassium (K^+), Nitrate (NO_3^-) and Phosphate (PO_4^{3-}), and microbiological: Thermotolerant Coliforms (C. Term.). The results indicate that the Tanque stream sub-basin has a total area of 4,042 km², with 65,24% of this area being Urban Infrastructure, 15,05% Pasture, 10,48% Natural

¹Mestrado Interdisciplinar em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola - PPGASP/UNEMAT (2021). Graduado em Engenharia de Produção Agroindustrial - (UNEMAT/2017) e em Licenciatura em Matemática (FAVENI/2021). E-mail: jhonwittor@gmail.com ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0191-6534>

²Mestrado em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola (2020) pela UNEMAT. Bacharelado em Administração, com ênfase em Empreendedorismo (2013) pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). E-mail: carine.schmitt@gmail.com Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-0349-3977>

³Docente Permanente do Programa de Mestrado Acadêmico Interdisciplinar em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP) e do Mestrado Profissional em Rede Nacional na área de Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua - Polo UNEMAT/Cuiabá). E-mail: tdmqueiroz@unemat.br ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1959-7658>

Forest, 7,64% of Agriculture and 0,92% of Lake. Some variables such as CE, OD, PO_4^{3-} and K^+ are considered inadequate according to CONAMA 357 and CETESB resolutions. It was concluded that most of the sub-basin is in urbanized areas, and that the non-conformities are due to the composition of domestic effluents, as there are occurrences in some points of clandestine discharge of untreated sewers in the stream.

Keywords: Tanque Stream; Anthropic Activities; Legislation.

Introdução

As margens de rios e córregos, historicamente, são ambientes mais atrativos às ocupações humanas e, conseqüentemente, muitas cidades brasileiras se iniciaram próximo aos cursos d'água por serem elementos da natureza que facilitam a obtenção de água (ALMEIDA, 2010; BRASIL, 2013).

No entanto, nas cidades, devido a crescente urbanização e desenvolvimento, esses ambientes aquáticos estão entre os locais mais degradados, que sofrem impactos negativos severos (PEREIRA; PAREDES; OKAWA, 2018), e segundo Almeida (2010), tornam-se desvalorizados, até negados pela sociedade, fazendo com que haja uma mudança de paradigma de ambientes atrativos para receptáculos dos “excrementos da sociedade”.

Rorig et al. (2007), alertam que a urbanização causa muitos tipos de mudanças nos ecossistemas dos córregos, como a supressão de zonas ribeirinhas, a impermeabilidade da superfície da área de drenagem, o aumento da carga poluidora; e o represamento ou canalização do leito do rio.

Além disso, tem-se a problemática do saneamento, visto que este é o setor que apresenta maior interação com os cursos hídricos urbanos, pois a ausência ou a precarização destes ocasionam ações que são notórias sobre o meio ambiente, e principalmente sobre os recursos hídricos, que se tornam caminhos para escoamento clandestino de esgoto doméstico, criando condições ambientais inadequadas, propiciando o desenvolvimento de doenças de veiculação hídrica, mau cheiro, contaminação da água subterrânea, entre outros (RÖRIG et al., 2007; TUCCI; BERTONI, 2003).

Desta forma, os rios são, sobretudo, bem suscetíveis às transformações nos ecossistemas, e suas características físico-químicas exprimem os insumos e pressões recebidos pela bacia (MENEZES et al., 2016). Isto posto, a qualidade da água de córregos urbanos é continuamente avaliada por vários autores (RENOVATO et al., 2013; FERREIRA et al., 2014; ONOHARA et al., 2015; MARSARO et al., 2017; QUEIROZ; MELO, 2017; STEFANELLO; SOUZA, 2018; VARGAS et al., 2014), os quais utilizam

métodos de análises físico-químicos e microbiológicos, compondo uma maneira eficiente para medir os efeitos que as atividades humanas têm sobre o ambiente aquático.

O conhecimento e monitoramento da qualidade das águas tanto urbanas quanto em outros locais, também é importante e necessária para a gestão dos recursos hídricos, pois auxiliam na geração de bases de dados para formulação de políticas e ações públicas que visem à recuperação ou a minimização dos impactos da urbanização e degradação de áreas sobre os corpos hídricos, além da redução dos impactos em ambientes à jusante destes (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013; TUCCI; BERTONI, 2003).

Neste cenário, encontra-se o Córrego do Tanque, afluente do Rio Paraguai, em Barra do Bugres – MT, que nasce em área periurbana do município e carece de estudos sobre a qualidade de suas águas. Portanto, objetivou-se avaliar o uso e ocupação da terra e a qualidade físico-química e microbiológica das águas do córrego urbano, e enquadrá-lo nas classes estabelecidas de acordo com os limites máximos e mínimos citados em legislações brasileiras sobre qualidade de águas superficiais.

Metodologia

Área do estudo

O córrego do Tanque pertence a Zona Especial de Interesse Ambiental (ZEIA), conforme plano diretor municipal de Barra do Bugres/MT, município que está localizado a 165 quilômetros da capital do Estado de Mato Grosso, Cuiabá. Os pontos amostrais e suas coordenadas geográficas (Lat; Long) foram: P1 (-15°3'34.57"; 57°10'48.85"), P2 (-15° 3'35.55"; 57°10'49.66"), P3 (-15° 3'45.49"; 57°10'54.35"), P4 (-15° 3'49.57"; 57°10'57.08"), P6 (-15° 3'57.61"; 57°11'1.13"), P7 (-15° 3'57.70" ; 57°11'1.63") e P8 (-15°3'58.58"; 57°11'1.77"). Esses pontos estão localizados no curso principal, sendo o último no final de um canal, onde tem início a formação do lago artificial. Já o ponto P5 (-15° 3'51.84"; 57°11'0.59") é o ponto onde foi identificada a descarga clandestina de esgoto não tratado.

Classificação do uso e ocupação da terra

Para determinar o uso e ocupação da terra foram utilizados dados secundários e o período deste estudo foi determinado pela sua disponibilidade na plataforma online do 'Projeto MapBiomás'

(Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil), onde os arquivos para cada bioma são adquiridos na forma de dados matriciais e tem sua melhor aplicação em escala de até 1:100.000 (MAPBIOMAS, 2018). O Sistema de Informação Geográfica (SIG) usado para os processos de geoprocessamento, programação e computação em nuvem, permitindo a análise integrada das transformações na cobertura do solo ao longo das três últimas décadas a nível nacional em que cada unidade da imagem representa feições acima de 900 m² (pixels de resolução de 30 x 30 m).

Para avaliar estes dados tendo como referência o recorte da área de drenagem, foi utilizado o software ArcGIS 10.1 da ESRI[®] (Environmental Systems Research Institute), em que o arquivo foi reprojetoado para o sistema de coordenadas planas, UTM, datum WGS 1984 e fuso 24, recortado para a área de interesse. Assim, a próxima etapa foi o georrefenciamento do processamento e a classificação dos mapas temáticos. A classificação da imagem baseada pelo projeto MapBiomass (2018) na área que compreende a bacia do córrego do Tanque e suas características no bioma Mata Atlântica, assim foram classificadas cinco classes, a saber: Infraestrutura Urbana, Pastagem, Floresta Natural, Agricultura e Lago

Coletas de amostras e análises laboratoriais

A pesquisa de campo foi realizada no dia 18 de dezembro de 2018, em nove pontos de coletas distribuídos ao longo do curso d'água principal na sub-bacia hidrográfica do córrego do Tanque, afluente do Rio Paraguai.

As variáveis físico-química avaliadas in loco foram o Potencial Hidrogeniônico (pH), o Oxigênio Dissolvido (OD). As demais, são: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Sólidos Totais (ST) a Condutividade Elétrica (CE), Dureza (Dur), Alcalinidade (Alc), Bicarbonato (HCO₃⁻), os íons dissolvidos: cátions Cálcio (Ca²⁺), Magnésio (Mg²⁺), Sódio (Na⁺) e Potássio (K⁺), os ânions Cloreto (Cl⁻), Nitrato (NO₃⁻) e Fosfato (PO₄³⁻), e por fim, as microbiológicas como os Coliformes Termotolerantes (C. Term.) para identificação de presença e ausência.

Os procedimentos de coletas, armazenagem e análises de laboratório das amostras seguiram as recomendações do Manual da CETESB (2016) para as coletas de amostras de águas superficiais, além de estarem descritos detalhadamente em Barroso et al. (2016). Assim, as análises foram realizadas no período de até 24 horas com leituras em triplicata no Laboratório de Qualidade da Água e Microbiologia do Campus de Barra do Bugres da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).

É importante destacar que as amostras foram em uma única coleta durante a estação chuvosa, quando normalmente existem um aumento da vazão fluvial e, conseqüentemente, maior capacidade de diluição dos contaminantes. Posteriormente, os resultados foram comparados com os limites máximos e mínimos citados na literatura que abordam sobre qualidade de água, tais como: resolução CONAMA n.357/2005, para águas de classe 1; valores recomendados pela CETESB (2016); portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde (MS); e por fim, pela resolução CONAMA 274/2000.

Análise estatística

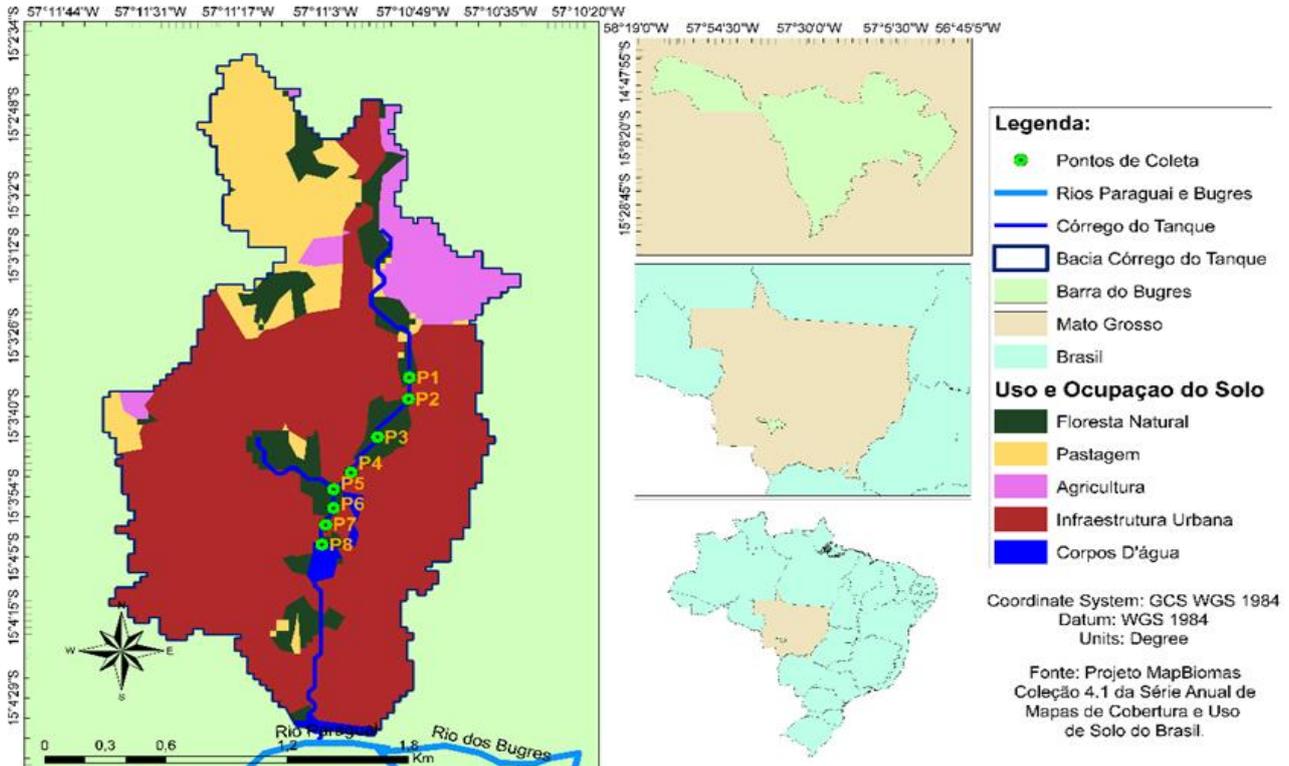
Diante dos resultados das variáveis físico-químicas e microbiológicas, foi aplicada a estatística descritiva, apresentando média, mínima, máxima e coeficiente de variação em percentual, e posteriormente representados por meio de tabela elaboradas com uso de planilha eletrônica.

Resultados e discussão

A sub-bacia do córrego do Tanque circunscreve uma área territorial de 4,042 km², o perímetro é de 17,46 km e seu curso principal tem aproximadamente 3,2 km, com sua nascente localizada em área de cultivo agrícola de cana-de-açúcar, conforme a (Figura 1). O córrego percorre espaços urbanizados, sendo canalizado em parte de seu trecho até compor a formação de um lago artificial, usado pela população para caminhadas, atividades físicas e recreação no seu entorno. Além disso, o lago é considerado um dos principais pontos turísticos do município, desaguando posteriormente, por meio de canalização aberta, no Rio Paraguai, um dos principais contribuintes do pantanal mato-grossense.

O uso e ocupação do solo do córrego do Tanque tem destaque na área de Infraestrutura Urbana com 2,664 km² (65,91%), seguida de Pastagem 0,608 km² (15,05%), Floresta Natural com 0,424 km² (10,48%), Agricultura com 0,309 km² (7,64%) e Lago 0,037 km² (0,92%).

Figura 1 – Mapa de localização do córrego do Tanque – MT.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

As atividades predominantes dessa área são a urbanização, a pastagem e a agricultura. Queiroz et al. (2018) relatam sobre a imagem de satélite obtida no dia 23/06/2018 dessa sub-bacia, e descrevem que a taxa de assoreamento do Lago Azul é de 2,13% por ano, a cada período chuvoso. A pesquisa desses autores ainda relata que o local possui uma superfície assoreada de aproximadamente 27% do lago, e existe uma estimativa de que em 34 anos esse lago será extinto, se nada for feito para evitar.

Os resultados encontrados para as variáveis físico-químicas e microbiológicas observadas no córrego do Tanque estão apresentados na (Tabela 01). Analisando individualmente a variável de pH, observa-se que a qualidade da água nos pontos ao longo do percurso do córrego está dentro do intervalo estabelecido pela resolução CONAMA 357/05, a qual esclarece que as águas doces das classes 1 e 2 tenham pH entre 6,0 a 9,0. Assim, todos os pontos enquadram-se nas condições deste quesito, além de apresentarem uma baixa variação (6,97%).

TABELA 1 - Variáveis físico-químicas da qualidade da água da sub-bacia do córrego do Tanques em Barra do Bugres-MT.

Variáveis	P1	P2	P3	P4	P5 ^{EC}	P6	P7	P8	Média	Mín.	Máx.	C.V. (%)	Limites Toleráveis
pH	6.19	6.01	6.66	6.76	6.98	7.25	7.18	7.22	6.77	6.01	7.25	6.57%	6 a 9 ^a
CE ($\mu\text{s.cm}^{-1}$)	53.72	52.52	112.15	118.06	710.77	524.47	152.61	164.22	227.36	52.52	710.77	101.05%	<100 $\mu\text{S/cm}^b$
ST (mg.L^{-1})	16.00	11.00	138.00	146.00	843.00	553.00	-	140.00	207.33	0.00	843.00	141.68%	500 mg/L^a
HCO ₃ ⁻ (mg.L^{-1})	37.45	30.32	60.64	57.07	270.18	247.00	72.23	77.58	107.10	30.32	270.18	83.30%	-
Cl ⁻ (mg.L^{-1})	4.88	4.24	7.00	7.42	28.64	26.73	8.70	8.27	10.94	2.55	28.64	88.80%	250 mg/L^a
Ca ²⁺ (mg.L^{-1})	45.06	42.87	82.74	78.64	102.67	227.41	100.06	103.92	101.97	42.87	227.41	54.20%	-
Mg ²⁺ (mg.L^{-1})	15.24	11.43	23.19	24.51	40.74	76.07	37.28	40.80	35.48	11.43	76.07	56.18%	-
Dur (mg.L^{-1})	173.22	152.33	298.59	293.87	419.24	862.75	394.98	418.57	394.30	152.33	862.75	54.33%	<500 mg/L^c
Alc (mg.L^{-1})	26.75	28.53	51.72	50.83	254.13	230.95	71.34	78.47	97.79	26.75	254.13	86.72%	<100 mg/L^c
OD (mg.L^{-1})	2.83	2.99	4.15	3.97	0.69	2.08	4.15	4.09	3.17	0.69	4.15	37.14%	>=6 mg/L^a
NO ₃ ⁻ (mg.L^{-1})	0.81	0.67	0.85	0.79	5.91	2.13	1.38	1.34	1.58	0.32	5.91	108.19%	10,0 mg/L^a
PO ₃ ⁻ (mg.L^{-1})	0.63	0.62	0.82	0.83	5.28	2.86	1.35	1.85	1.68	0.62	5.28	90.95%	Lênticos: 0,020 mg/L; Lóticos: 0,1 mg/L^a
Na ⁺ (mg.L^{-1})	11.53	11.35	27.81	35.62	135.15	113.44	32.20	34.25	45.21	5.49	135.15	102.83%	<200 mg/L^c
K ⁺ (mg.L^{-1})	2.88	3.65	6.35	7.70	44.98	41.66	8.28	8.85	14.03	1.92	44.98	119.78%	<10 mg/L^b
C. Term. (NMP/100mL)	Presença (P)	P	P	P	P	P	P	P	-	-	-	-	Ausência /100mL ^c

LEGENDA: ^{EC}Esgoto clandestino; ^aValores estabelecidos pela Resolução CONAMA n.357/2005, para águas de classe 1; ^bValores recomendados pela CETESB (2016);

^cPortaria de Consolidação nº 05/2017 do MS; ^dPara águas classificadas como excelentes pela resolução CONAMA 274/2000.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Os valores de pH apresentam comportamento tendendo a ácido nos pontos a montante de P5 e a jusante tendem a básicos, sendo que o P5 é o ponto onde foi verificado o aporte clandestino de efluentes sem o devido tratamento, fato este que evidencia contundentemente o efeito do lançamento de esgoto in natura no leito do córrego.

O P5 é localizado no fim de uma tubulação que passa por debaixo da construção de uma oficina, cuja utilidade desse cano é servir de 'escape' em caso de entupimento da rede de esgoto que ainda não foi consertada. Ribeiro et al. (2018) trazem que o aumento da oxidação da matéria orgânica no meio, as concentrações de CO₂ e a temperatura da água são fatores que contribuem para alterações no pH, assim, podem estar relacionados as alterações observadas e o aumento do pH após o ponto de aporte de efluentes no córrego do Tanque.

A condutividade elétrica (CE) é uma variável importante para análise de abastecimento de reservatórios para consumo humano (ESTEVES, 2011), pois mede a capacidade da água em conduzir correntes elétricas devido aos íons dissociados de outras substâncias que estão presentes no ambiente aquático (ESTEVES, 2011; RENOVATO et al., 2013).

Os dados de CE da sub-bacia do Córrego do Tanque apresentaram uma grande variação (101%), com valores máximos chegando a 710,77 $\mu\text{S cm}^{-1}$. A partir da análise no conjunto observado é possível verificar que em 77% dos pontos avaliados os valores de CE ultrapassam a recomendação da CETESB, apenas os dois pontos localizados próximos a nascente do córrego apresentaram-se adequados. Portanto, apontando para forte indício de poluição, pois a CETESB (2016) esclarece que valores de CE acima de 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$ indicam ambientes impactados, enquanto da Agência Nacional das Águas (ANA) é mais branda e define que a CE de águas doce, deve ser inferior a 500 $\mu\text{S cm}^{-1}$, valores superiores a estes podem caracterizar como um indício de poluição.

Os valores apresentaram-se semelhantes ao observado por Vinaga et al. (2015) no Rio Jauquara e por Almeida et al. (2019) no Córrego São Gonçalo em Cuiabá. Neste último os autores atribuíram os altos valores de CE ao lançamento de efluentes doméstico sem tratamento, o mesmo pode ser atribuído ao córrego em questão, pois foram verificadas *in loco* o aporte clandestino de efluentes sem tratamento. Buzelli e Santino-Cunha (2013) informam que ações realizadas no entorno do curso d'água podem contribuir para o aporte de íons nas águas por escoamento superficial em períodos chuvosos, sendo os valores de CE se elevam nesta região.

Os sólidos totais correspondem a toda matéria que é depositada ou encontrada nos corpos hídricos, seja ela oriunda de drenagem superficial de partículas ou de lançamentos de efluentes líquidos do tipo doméstico e industrial. Os pontos 5 e 6 apresentaram valores superiores ao que a resolução do CONAMA 357/05 estabelece para corpos hídricos nas Classes I, II e III, onde a concentração de sólidos totais não deve ultrapassar 500 mg.L^{-1} (BRASIL, 2005), apresentando as características presentes em efluentes domésticos ou industriais. No entanto, os valores médios se encontram adequados ($207,33 \text{ mg.L}^{-1}$), com alta variação entre os dados, com coeficiente de variação de 141,68%.

Almeida et al. (2019) observaram valores médios semelhantes no Córrego São Gonçalo, e ressaltaram que o aporte de sólidos pode resultar em assoreamento, aumento da turbidez e alteração na coloração das águas. A autora e colaboradores ressaltaram ainda que, valores de ST caracterizam as condições as quais se encontram o local, assim os maiores índices de poluição possuem ST elevados, a relação inversa ocorre para ambientes com baixa poluição.

Os cátions de Ca^{2+} e Mg^{2+} não possuem referências padronizadas nas resoluções de qualidade da água, e esses elementos apresentaram comportamento de dispersão semelhantes, com coeficiente de variação de 54,20% para o primeiro e 56,18% para o segundo. Os valores de Ca^{2+} oscilaram entre o mínimo de $42,87 \text{ mg.L}^{-1}$ a valores máximos de $227,42 \text{ mg.L}^{-1}$. Já Mg^{2+} variou entre $11,43 \text{ mg.L}^{-1}$ e $76,04 \text{ mg.L}^{-1}$. Queiroz & Oliveira pesquisaram sobre a qualidade da água em Comunidades Remanescentes de Quilombos na região do Vão Grande localizada em Barra do Bugres-MT, e apontaram que “o cálcio oscilou entre 0,80 e $9,62 \text{ mg.L}^{-1}$ e o magnésio, entre 0,31 e $4,57 \text{ mg.L}^{-1}$. A relação Mg:Ca variou entre 1:2,5 para o mínimo e 1:2,0 para o máximo”. As concentrações de magnésio e dureza são influenciadas nos períodos de chuva e seca, por dois motivos, o primeiro são as características geológicas do ambiente que se encontra a bacia hidrográfica e a segunda são os lançamentos de efluentes agrícolas e domésticos (ALLAN, 1995; ESTEVES, 1998).

A dureza apresentou valores médios de $394,30 \text{ mg.L}^{-1}$, com alta dispersão (C.V=54,33%), no entanto, quanto aos limites estabelecidos em legislação, apenas o P6 ultrapassou o valor de 500 mg.L^{-1} imposto pela Portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde - MS, para água potável. Quanto à sua classificação, todos os pontos avaliados são caracterizados como de águas

duras, o que prejudica principalmente o processo de saponificação, além de gerar acúmulos em tubulações pelo excesso de minerais (ALMEIDA, 2010a; FEITOSA; MANOEL FILHO, 2000).

Os bicarbonatos (HCO_3^-) obtiveram valores mínimos e máximos de 30,32 e 270,18 mg.L^{-1} , respectivamente, além de coeficiente de variação de 83,30%, demonstrando uma alta variabilidade. Santos (2008) afirma que o íon varia normalmente entre 50 a 350 mg.L^{-1} , mas as análises podem chegar obter até 800 mg.L^{-1} em águas doces. Zoby e Oliveira (2005) observaram que o HCO_3^- quando solubilizado em água não oxida, porém o mesmo pode se precipitar com facilidade, em concentrações inferiores a 91,5 mg.L^{-1} , é benéfico às plantas, principalmente quando encontrado na forma de bicarbonato de cálcio [$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$].

Já as águas que possuem valores elevados de alcalinidade, como nos pontos que adentram as áreas urbanas, como o P5 e o P6 sendo os mais expressivos, podem ser um indicativo de contaminação por efluentes domésticos, os quais podem ocasionar o aumento da oxidação da matéria orgânica, e como consequência propiciar a dissociação iônica formando compostos de estruturas simples, tais como, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , dentre outros (FRITZSONS et al., 2009).

A alcalinidade mede a quantidade de íons que estar presente nas águas que neutralizam os ácidos, sendo que os principais constituintes são os sais do ácido carbônico, ou seja, bicarbonatos e carbonatos, e os hidróxidos (CETESB, 2009). Assim, águas com baixa alcalinidade ($<24 \text{ mg.L}^{-1} \text{ CaCO}_3$), observadas apenas em P1 e P2, os mais próximos a nascente, demonstram um comportamento químico de baixa capacidade de tamponamento, e por isso, são mais suscetíveis às variações de pH (FRITZSONS et al., 2009).

Os valores médios de alcalinidade se aproximam do limite indicado pela Portaria n. 5 de 2017 do MS para águas potáveis, além disso, observa-se grande variabilidade nos dados, com coeficiente de variação em 86,72% e mínimos e máximos de 26,75 e 254,13 mg.L^{-1} , respectivamente, de alcalinidade, ultrapassando nos valores máximos o recomendado pelo MS.

Os cloretos apresentaram médias de concentração de 10,94 mg.L^{-1} , com variação alta (88,80%) entre os valores. Valores superiores aos observados no córrego do Tanque foram encontrados por Galdino e Trombini (2011) no córrego Japira no Paraná. Holzbach et al. (2019) atribuíram os valores elevados de cloretos observados no córrego Mutuca ao escoamento de esgoto doméstico ao longo do percurso em espaços urbanos de Gurupi/TO. Os valores dos íons de Cl^- aumentam entre os pontos P1 a P6 que abrange áreas urbanas e reduz apenas no P7 e P8, pois

sofrem diluição com o aporte de águas de outro afluente. No entanto, para os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05 os valores se encontram adequados.

Os valores mínimo e máximo observados para OD foram 0,69 e 4,15 mg.L⁻¹ e de DBO foram 0 e 2,91 mg.L⁻¹, com ambos apresentando alta dispersão (CV=37,14% para OD e 64,21% para DBO). O P5 apresentou o menor valor de OD, podendo estar relacionado à verificação de ponto de descarga de efluente clandestino, com aumentos nos pontos subsequentes, devido ao aporte de águas de afluentes de outros cursos d'águas existentes, que formam o lago, com os pontos 7 e 8 registrando os maiores valores.

Menezes et al. (2016), em seu estudo, observaram que as concentrações mais altas de OD ocorreram na cabeceira do manancial avaliado, o inverso ao observado no córrego do Tanque, que apresenta os valores mais altos próximos a foz do lago artificial, devido a queda da água na canalização, gerando turbulência, que possivelmente incrementou OD na água.

A resolução CEHIDRO/MT 71/2014 estabelece as concentrações de OD que para nascentes o valor não pode ser inferior a 5 mg.L⁻¹ e na foz de 2 mg.L⁻¹, inverso ao observado no ponto mais próximo a nascente do córrego do Tanque, P1, que registrou apenas 2,81 mg.L⁻¹ de OD (MATO GROSSO, 2014). O P1 é caracterizado como uma região pantanosa e que sofre vários represamentos onde é cortado por ruas urbanas, reduzindo a velocidade de escoamento e favorecendo os processos de decomposição de material orgânico, como a vegetação natural morta e lixo.

Krischer et al. (2012) constataram que no córrego do Barbado em Cuiabá-MT há uma carga poluidora rica em matéria orgânica, por isso, o OD apresentou baixos valores, sendo resultado de áreas degradadas, o que diminui a respiração dos organismos aquáticos e a oxidação de íons metálicos, características semelhantes às observadas para o córrego do Taque, evidenciando impacto e degradação ambiental na região da nascente.

No entanto, os valores se encontram abaixo dos limites estipulados pela Resolução CONAMA 357/05 para águas de classe 1. Nogueira et al. (2015), alertam que valores de OD abaixo de 4,00 mg.L⁻¹ afetam a sobrevivência de grande parte das espécies (principalmente os peixes) que sobrevivem no ambiente aquático, condições semelhantes ao observado no córrego em estudo.

Os valores observados para Nitratos no Córrego do Tanque não ultrapassaram o limite regulamentado pela legislação que é de 10 mg.L⁻¹ (CONAMA, 2005), apresentando média de 1,58

mg.L⁻¹ e máxima de 5,91 mg.L⁻¹ em P5 devido ao aporte de efluentes clandestinos. Os dados também apresentam grande variação, com coeficiente de 108,91%.

Segundo Salvato et al. (2003) os NO₃⁻ são as principais formas de nitrogênio encontrados nos corpos hídricos, sendo que quando se encontram valores em concentrações menores que 5 mg.L⁻¹ as águas estão em níveis aceitáveis para não eutrofização, ao contrário, isso pode ser o reflexo da contaminação oriunda de dejetos humanos, animais e industriais. O autor ainda afirma que esses íons em mistura com os corpos d'água favorecem o desenvolvimento das algas.

Já para Fosfatos, as médias quantificadas no córrego em estudo foram semelhantes às de nitrato, com 1,68 mg.L⁻¹ e máxima também observada em P5 de 5,28 mg.L⁻¹, assim como apresentaram alta dispersão dos valores (CV=90,95%). De acordo com a CETESB (2009), nitratos descarregados nas águas naturais, conjuntamente com o fósforo e outros nutrientes presentes nos despejos, provocam o enriquecimento do meio, tornando-o eutrofizado, além disso, os tratamentos de efluentes existentes no Brasil não contemplam a remoção destes nutrientes, gerando o aporte em grande escala destes em cursos d'água.

Segundo a Associação Americana de Saúde Pública, sigla em inglês APHA (1998), altas concentrações de PO₄³⁻ em águas estão associadas ao processo de eutrofização do ambiente avaliado, a qual provoca as condições ideais para as plantas aquáticas indesejáveis se desenvolverem em reservatórios ou em águas paradas, como já é possível observar dentro do lago artificial (Lago Azul) formado pelas águas do córrego do Tanque.

Em todos os pontos avaliados, os valores observados para fosfatos ultrapassaram os limites de 0,02 mg.L⁻¹ para ambientes lânticos estabelecido pela Res. CONAMA 357/05. O córrego tem sua nascente localizada em áreas de exploração agrícola de cana-de-açúcar, que podem influenciar no aporte destes nutrientes, devido à lixiviação no período chuvoso. Isherwood (2000) apud Resende (2002) afirma que o escoamento superficial de água e a erosão dos solos são os principais agentes da contaminação por fósforo em águas superficiais localizadas em áreas agrícolas.

O potássio é um nutriente encontrado em baixas concentrações nas águas naturais, pois ocorre por processos que fazem parte da natureza, como intemperismo das rochas, mas também podem entrar devido a descargas de efluentes industriais e de fertilizantes utilizados nas áreas agrícolas (CETESB, 2009; ZUIN et al., 2009).

As concentrações médias observadas no córrego do Tanque foram de 14,03 mg.L⁻¹ e chegaram as máximas de 44,98 mg.L⁻¹, com alta dispersão destes dados (CV=119,78%). A CETESB (2009 indica que os valores usuais para águas naturais são de até 10 mg.L⁻¹, abaixo do observado no córrego do Tanque, podendo estar correlacionado às áreas de cultivo de cana-de-açúcar no entorno da nascente, assim como o aporte de efluentes clandestinos, visto que o P6 apresentou o valor máximo.

Os valores de Na⁺ apresentaram coeficiente de variação de 102,83%, demonstrando sua heterogeneidade, e média de 45,21 mg.L⁻¹. O P5 apresentou os valores máximos observados. A CETESB (2009) afirma que sódio são presentes naturalmente em águas, no entanto, o aumento das concentrações desta variável tem proveniência de lançamentos de esgotos domésticos e efluentes industriais. O órgão ainda traz que em águas superficiais que recebem efluente normalmente apresentam teores de sódio abaixo de 50 mg.L⁻¹ e, acima de 200 mg.L⁻¹, conferem sabor desagradável a essas águas.

Nesse contexto, a Portaria de Consolidação nº 05/2017 do MS, em seu Anexo XX, estabelece que o valor Na⁺ não deve ultrapassar os 200 mg.L⁻¹ para águas potáveis. Assim, os valores observados foram superiores às concentrações normais em águas superficiais estabelecidos pela CETESB nos pontos 5 e 6, que podem ser devido ao aporte de efluente. Já para os demais pontos, os valores se encontram adequados.

Quanto aos coliformes termotolerantes, todos os pontos avaliados apresentaram resultados confirmativos para Presença de coliformes termotolerantes após incubação de amostras em testes confirmativos com temperatura de 45,5±0,2°C por 48 horas. A legislação vigente (Portaria de Consolidação nº 05/2017 do MS), aponta que a água potável deve apresentar conformidades, segundo o Ministério da Saúde, como a ausência de coliformes totais e termotolerantes em 100 mL de água.

A presença de coliformes termotolerantes possibilita inferir que o ambiente é contaminado por fezes e microrganismos patogênicos existentes nas águas. O mesmo serve para os coliformes totais, pois estes são bactérias escassas em fezes e indicam contaminação pelo solo (SILVA; ARAÚJO, 2003). Para a resolução CONAMA 274/11, que define os critérios de balneabilidade em águas, que tem suas condições avaliadas como impróprias ou próprias para recreação de contato primário, estabelece o limite de 250 NMP/100 ml para águas excelentes.

Neste último critério as águas não podem ser enquadradas, visto que, por ineficiência da metodologia em quantificar NMP/100ml, optou-se apenas por determinar presença e ausência. Já quanto ao critério de potabilidade, estão inadequadas.

Portanto, pode-se aferir que o córrego recebe o lançamento de efluentes domésticos sem o devido tratamento de forma clandestina, pois as variáveis CE, ST, Dureza, Alcalinidade, OD, Fosfatos e Potássio, nos pontos 5 e 6 principalmente, característicos da composição de efluentes, se apresentam acima ou muito próximo aos limites recomendados pela legislação e literatura. E corroboram com as afirmações de Guimarães e Nour (2001) que, a CE é aumentada devido ao lançamento de efluentes, pois são compostos de urina, fezes, restos de alimentos, produtos de limpeza, quantidade de matéria orgânica, dentre outros que favorecem a entrada no corpo d'água como espécies iônicas como Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} , cálcio (Ca^{2+}), nitrito (NO_2^-), amônio (NH_4^+), que quando encontradas em grandes quantidades podem prejudicar os ambientes aquáticos.

Considerações finais

A infraestrutura urbana é a principal área do uso e ocupação da terra do córrego do Tanque, seguida por áreas de pastagem, floresta natural, agricultura e lago. Esse córrego ainda possui inadequações para as variáveis CE, OD, PO_4^{3-} e K^+ segundo limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05 para águas de classe 1 e recomendações da CETESB para águas superficiais.

Os Pontos 5 e 6 apresentaram inadequações quanto a CE, ST, Dur, Alc, OD, PO_4^{3-} e K^+ segundo limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05 para águas de classe 1, recomendações da CETESB para águas superficiais, e para critérios de potabilidade estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 05/2017 do MS.

As variáveis que apresentam inconformidades são características da composição e esgotos domésticos, e demonstram que há ocorrência de descarte clandestino de esgotos não tratados no córrego do Tanque.

Recomenda-se ainda que, mais estudos periódicos sejam realizados para acompanhamento da qualidade das águas do córrego, além de medidas de controle e mitigação dos impactos sejam avaliadas, com vistas à preservação e prevenção de problemas de saúde pública devido ao uso pela população para fins de recreação.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa Nacional de Pós-Graduação (PNPD/CAPES) pela bolsa de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior e ao Programa de Pós Graduação Ambiente e Sistema de Produção Agrícola.

Referências

- ALLAN, D. J.; CASTILLO, M. M. **Streams ecology: structure and function of running waters**. School of Natural Resources and Environment, University of Michigan, ed. 5, Michigan: Springer, p. 388, 1995.
- ALMEIDA, L. Q. de. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Região metropolitana de Fortaleza, Ceará**. 2010. 278 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/104309>>. Acesso em: 03 de Jun. de 2020.
- ALMEIDA, K. P. DE; SANTOS, M. F.; AMORIM, L. S. A.; ANDRADE, C. S. S.; DORES, E. F. G. DE C.; CAIXETA, D. S. Qualidade ambiental e descrição morfométrica de uma microbacia urbana da região hidrográfica do Paraguai. **E&S Engineering and Science**, v.8, n. 1, p. 62-78, 2019. <https://doi.org/10.18607/ES201987345>
- APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. American Water Works Association, Water Environmental Federation, 20th Edition, Washington 1998.
- AYERS, R. S.; WESTCOST, D. W. **Water quality for agriculture (Revised)**. Rome: FAO, Irrigation and Drainage, 1985.
- BARROSO, D. F. R.; et al. Avaliação da sustentabilidade ambiental de sistemas agropecuários em microbacias do Nordeste Paraense a partir de parâmetros físico-químicos. In: SILVA, C. N.; BORDALO, C. A. L.; SILVA, E. V. (Org.). **Planejamento, conflitos e desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas: experiências e ações**. ed. 1, GAPTA/UFGA: Belém, p. 573-601, 2016.
- BRASIL. Ministério das Cidades - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (RECESA)**. Planos municipais de saneamento básico. Brasília, 2013.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Diário Oficial da União. Brasília, 16 de mai. 2011. Seção 92, p. 89. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 01 de Dez. 2019.
- BRASIL. **Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de Saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Governo Federal, 2017.
- BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. DA. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente e Agua**, v. 8, n. 1, p. 186–205, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.930>

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo: CETESB, 2009. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wpcontent/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-eSanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>>. Acesso em: 29 de Nov. 2019.

CAESP. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Guia Nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, p. 325, 2011. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 29 Nov. 2019.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, p.575, 1998.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L.E.; CHAVES NETO, A.; HINDI, E.C. A influência das atividades mineradoras na alteração do pH e da alcalinidade em águas fluviais: o exemplo do rio Capivari, região do Carste Paranaense. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 381-390, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522009000300012>.

GUIMARÃES, J.R. e NOUR, E.A.A. Tratando nossos esgotos: Processos que imitam a natureza. In: GIORDAN, M. e JARDIM, W.F. (Eds.). **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, n. 1, p. 19- 30, 2001.

HARFUCH, C. A. C. et al. Qualidade Da Água No Trecho Superior Da Bacia Do Rio Pirapó: Um Rio Urbano No Sul Do Brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v.8, n. 2, p. 513 - 538, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v8e22019513-538>

KREISCHER, T.C.V.; GONÇALVES, D.M.M.; VALENTINI, C.M.A. Aspecto hidroambiental do córrego Barbado em Cuiabá-MT. **Holos**, v. 1, p. 86-109, 2012. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2012.697>

MARQUES, P. A. A.; FRIZZONE, J. A.; TEIXEIRA, M. B. O estado da arte da irrigação por gotejamento superficial. **Colloquium Agrariae**, v. 2, n. 1, p. 17-31, 2006. DOI: 10.5747/ca.2006.v02.n1.a20

MARSARO, C.C.S.; VALENTINI, C.M.A.; FARIA, R.A.P.G.; ABIDO, A.S. Análise físico-química e percepção ambiental do córrego Engole Cobra no município de Cuiabá-MT. **Revista Internacional de Ciências**, v. 7, n. 1, p. 100–122, 2017. DOI: <https://doi.org/10.12957/ric.2017.26135>

MATO GROSSO. **Resolução CEHIDRO nº 71 de 11 de setembro de 2014**. Define a classe correspondente a ser adotada, de forma transitória, para aplicação do instrumento de outorga, e aprova as metas progressivas para os trechos de corpos hídricos da bacia do São Gonçalo. 2014. Disponível em: <<http://www.sema.mt.gov.br>>. Acesso em: 04 Dez. 2019.

MAPBIOMAS. **Coleção versão 3.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. 2018. Disponível em:< <http://mapbiomas.org> >. Acessado em: 13 Ago. de 2020.

MENEZES, J. P. C. et al. Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. **Eng. Sanit. Ambient.**,v. 21, n. 3, p. 519–534, 2016. DOI: 10.1590/S1413-41522016145405

NOGUEIRA, F.F; COSTA, I.A; PEREIRA, U.A. Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás.

Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária), 2015. Goiânia, Universidade Federal da Goiás, 2015.

ONOHARA, M.T.; NETTO, A.P.F.; NASCIMENTO, A.R.; SILVA JUNIOR, W.F.; CERQUEIRA, R.C.S.; FINGER, A.; MORAIS, E.B. Avaliação de características física, química e microbiológica da água na microbacia do córrego Gunitá, Cuiabá-MT. *E&S - Engineering and Science*, v. 3, n. 1, p. 73-84, 2015. DOI: 10.18607/ES201532556

PEREIRA, P. P.; PAREDES, E. A.; OKAWA, C. M. Diagnóstico preliminar da integridade ambiental de fundos de vale. *Eng. Sanit. Ambient.*, v. 23, n. 4, p. 739–749, 2018. DOI: 10.1590/S1413-41522018169928

QUEIROZ, T. M. DE; MELO, M. T. DE. Índices de qualidade da água do riacho queima pé no município de Tangará da Serra/MT, região de transição entre os biomas Cerrado e Amazônia. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 8, n. 4, p. 74–84, 2017. DOI: <https://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2017.004.0007>

QUEIROZ, T. M. de; OLIVEIRA, L. C. P. de. Qualidade da água em comunidades quilombolas do Vão Grande, município de Barra do Bugres (MT). *Engenharia Sanitária E Ambiental (Online)*, v. 23, p. 173-180, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522018166375>.

RENOVATO, D. C. C.; SENA, C. P. S. E.; SILVA, M. M. F. Análise de parâmetros físico químicos das águas da barragem pública da cidade de Pau dos Ferros (RN) – pH, cor, turbidez, acidez, alcalinidade, condutividade, cloreto e salinidade. *Anais...In: IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN*, Natal, 2013.

RIBEIRO, A.R; SANTOS, A.G; NETO, A.R.P; OLIVEIRA, D.F. Estudo diagnóstico de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de águas subterrâneas em áreas distritais do município de Catu, recôncavo da Bahia. *Exatas Online*, v. 9, p. 25-38, 2018. Disponível em: <<http://www2.uesb.br/exatasonline/images/V9N2pag25-38.pdf>>. Acesso em: 03 de Jan. de 2020

RÖRIG, L. R. et al. From a water resource to a point pollution source: the daily journey of a coastal urban stream. *Brazilian Journal of Biology*, v. 67, n. 4, p. 597–609, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842007000400003>

SALVATO, A. J.; NEMEROW, N. L.; AGARDY, F. J. *Environmental engineering*. John Wiley & Sons, Inc. Fifth Edition, 2003.

SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Teores de nutrientes na alface irrigada com água residuária aplicada por sistemas de irrigação. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.26, n.1, p.45-57, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/eagri/v26n1/30095.pdf>>. Acesso em: 14 de Fev. de 2020.

SANTOS, A. C. Noções de hidroquímica. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; DEMETRIO, J. G. (Orgs.). *Hidrogeologia: conceitos e aplicações*. ed. 3, Fortaleza: CPRM/REFO, LABHID-UFPE, p. 325-358, 2008.

SILVA, R. C. A. & ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232003000400023>.

SOUSA, C. C. M.; BEZERRA, F. M. L.; MOTA, S.; AQUINO, B. F. Avaliação química bromatológica e produtiva do capim Tifton 85 (*Cynodon SSP.*) irrigado com esgoto doméstico tratado. **Revista DAE**, São Paulo, n. 180 especial, p. 26-32, 2009. DOI: 10.4322/dae.2014.034

STEFANELLO, L. E. DA S.; SOUZA, C. A. DE. Qualidade da água no perímetro urbano do córrego das Pitas em Araputanga, MT. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 1, p. 208–222, 2018. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.001.0015>

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. **Inundações Urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

VANZELA, L. S. Qualidade de água para irrigação na microbacia do córrego Três Barras no município de Marinópolis, SP. Dissertação Mestrado, 96f., Ilha Solteira: UNESP, 2004.

VANZELA, L.S.; HERNANDEZ, F.B.T.; FRANCO, R.A.M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n.1, p. 55-64, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n1/v14n01a08.pdf>>. Acesso em: 23 de Jan.2020

VARGAS, L. DE; et al. Evaluation of water and sediment quality of urban streams in Santa Cruz do Sul County, RS, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 26, n. 1, p. 18–25, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S2179-975X2014000100004>

ZUIN, V. G.; IORIATTI, M. C. S.; MATHEUS C. E. O emprego de parâmetros físicos e químicos para a avaliação da qualidade de águas naturais: uma proposta para a educação química e ambiental na perspectiva CTSA. **Química Nova na Escola**, v. 31. 2009. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_1/02-QS-5507.pdf>. Acesso em: 04 de Fev. de 2020.

ZOBY, J. L. G.; OLIVEIRA, F. R. **Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. Brasília: ANA, 2005. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 24 fev. 2020.