

Índice de Qualidade da Água (IQA) como indicador de vulnerabilidade ambiental na Bacia Hidrográfica o Rio Cabaçal – MT

Water Quality Index (IQA) as indicator of environmental vulnerability, in the Cabaçal River Watershed – MT

Evandro André Félix¹

Vinicius Neves da Silva²

Evanil Rocha³

Célia Alves de Souza⁴

Resumo

O uso de indicadores de qualidade ambiental se consolidou como procedimento estratégico no desenvolvimento de programas de levantamento e monitoramento das condições ambientais no âmbito de bacias hidrográficas. Dessa forma, o trabalho teve como finalidade ampliar o número de pontos amostrais na rede de drenagem, voltados ao cálculo do índice de qualidade da água (IQA) na bacia hidrográfica do rio Cabaçal-MT. Com treze (13) pontos analisados, a bacia apresentou IQA médio de 75,31 (boa qualidade), apresentando relativa estabilidade ambiental, considerando os parâmetros bioquímicos analisados para o período. Ao considerar, entretanto, o peso dos parâmetros de qualidade que compõem a nota qi, foram identificadas vulnerabilidades no cômputo total do índice. Foram registradas alterações expressivas nos parâmetros coliformes fecais, DBO, fósforo e turbidez, ambos relacionados, principalmente, com os tipos de uso do solo praticados em relação às sub-bacias.

Palavras-chave: Índice de Qualidade da Água – IQA; bacia hidrográfica; vulnerabilidade ambiental; enquadramento; corpos hídricos.

Abstract

The use of environmental quality indicators have been consolidated as a strategic procedure in the development of programs for surveying and monitoring environmental conditions at the level of watersheds. Thus, the objective of this work was to increase the number of sampling points in the drainage network aimed at calculating the water quality index (AQI) in the Cabaçal-MT river basin. With thirteen (13) points analyzed, the basin presented mean AQI of

¹ Seduc-MT, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás – UFG/, e-mail: eafeliks@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1717-9644>

² Seduc-MT, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Mestre em Geografia, e-mail: vinicius.k99@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0634-7529>

³ Seduc-MT, e-mail: evanilmt030@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4970-1038>

⁴ Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, e-mail: celiaalves@unemat.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9068-9328>

75.31 (Good Quality), presenting relative environmental stability, considering the biochemical parameters analyzed for the period. However, when considering the weight of the quality parameters that make up the qi score, vulnerabilities were identified in the total index computation. Significant changes were recorded in fecal coliform parameters, BOD, Phosphorand Turbidity, both mainly related to the types of land use practiced at the sub-basin level.

Keywords: Water Quality Index-IQA; hydrographic basin; environmental vulnerability; framing, water of bodies.

INTRODUÇÃO

O processo de identificação e classificação de vulnerabilidades considera os níveis de suscetibilidade do ambiente a alterações sistêmicas provenientes de pressões antrópicas associadas, principalmente, a atividades agroindustriais. Leva em conta, ademais, a exposição do sistema às pressões ambientais, a sensibilidade do sistema às pressões exercidas e a responsividade do meio. Nesse sentido, quanto maior a exposição a pressões, maior a sensibilidade e menor a responsividade de um sistema, dispendo, portanto, de mais vulnerabilidade ambiental (FIGUEIRÊDO *et al.*, 2010).

Lacerda e Cândido (2013) observam que a utilização de indicadores de qualidade ambiental se consolidou como importante instrumento de avaliação ambiental, aplicado como estratégias de ação em programas de monitoramento e gestão, pois sintetiza inúmeras informações e dados técnicos em conceitos de qualidade de fácil assimilação.

Os índices de qualidade da água (IQA) vêm sendo amplamente aplicados no diagnóstico de bacias hidrográficas, possibilitando a identificação e a mensuração dos níveis de perturbação ambiental de natureza antrópica, traduzidos através de indicadores que oportunizam gestão hídrica através do enquadramento dos cursos d'água por meio dos parâmetros legais (SANTOS *et al.*, 2018). Sua aplicabilidade ao diagnóstico ambiental se mostra adequada, tendo em vista que os parâmetros de qualidade da água constituem variáveis dependentes, influenciadas diretamente pelo tipo de uso e pela cobertura do solo (WRUBLAK; MERCANTE; VILAS BOAS, 2014).

Desenvolvido em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation*, o índice de qualidade da água (IQA) foi introduzido no Brasil em 1975, sendo adotado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb). Posteriormente adotado por outros estados, continua a ser o principal índice de aferição dos níveis de qualidade da água usado no País (PEREIRA; SILVEIRA, 2012).

O estabelecimento do índice se dá observando os limites estabelecidos para a Classe 1, Tabela I (Águas Doces), conforme Resolução n. 357/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), ou normativa conjunta do Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam)/Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) MG n. 1, de 5 de maio de 2008 (ANA, 2005).

A fórmula com que se calcula o IAQ fornece, ainda, resultados representados por “qi” num intervalo de 0 a 100, obtidos através das equações representativas das curvas de qualidade obtidas para cada parâmetro, variando em decorrência da sua média e concentração (BARROS; BARRETO; LIMA, 2018).

Esse dado numérico quanti e qualitativo possibilita levantar e mensurar as condições ambientais naturais, bem como os estágios de intervenção antrópica e os níveis/estágios de perturbação decorrentes do processo de ocupação. Alterações topográficas, supressão da cobertura vegetal natural, compactação do solo, bem como lançamento de esgoto (domésticos e industriais) nos corpos hídricos são as principais causas de desequilíbrio nos sistemas aquáticos (TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

Para Maranhão (2007), o IQA se consolidou em virtude de sua versatilidade quanto à seleção de parâmetros e seus respectivos pesos. Desse modo, possibilitou o seu uso em situações bastante distintas e com finalidades também diversas, com amplo emprego no mundo inteiro, inclusive com variantes.

Para Machado, Knapik e Bitencourt (2019), o Brasil, mesmo dispondo de uma quantidade significativa de bacias com enquadramento de corpos hídricos aprovados, ainda é muito falho quanto aos mecanismos de registros e acompanhamento. Dessa forma, a ampliação, consolidação e manutenção dos níveis de enquadramento passa necessariamente

pelo monitoramento permanente da qualidade da água, de forma a identificar padrões que auxiliem na observação dos níveis de evolução dos indicadores, o que ainda é falho.

Em relatório publicado no ano de 2018, voltado à avaliação da qualidade das águas através do levantamento do IQA para o período de 2015 a 2017, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Sema) constatou que os rios localizados na região hidrográfica Amazônica e Tocantins-Araguaia apresentaram boa integridade ecológica, com predomínio de águas com classificação regular e boa; por outro lado, os rios da Região Hidrográfica do Paraguai têm apresentado perda gradativa da qualidade de suas águas (MATO GROSSO, 2018).

Lorenzon (2016) analisou amostras de cinco pontos na Bacia hidrográfica do rio Cabaçal, constatando que o IQA médio da bacia aponta para uma classificação oscilando de boa a razoável, identificando padrões de sazonalidade e relação com os usos da terra. Observou, ainda, que os processos erosivos em áreas de pastagem, lixiviação, resíduos da canavieira e estruturas sanitárias inadequadas foram os principais fatores de impacto e se caracterizam como principais atividades relacionadas aos níveis de vulnerabilidade na bacia.

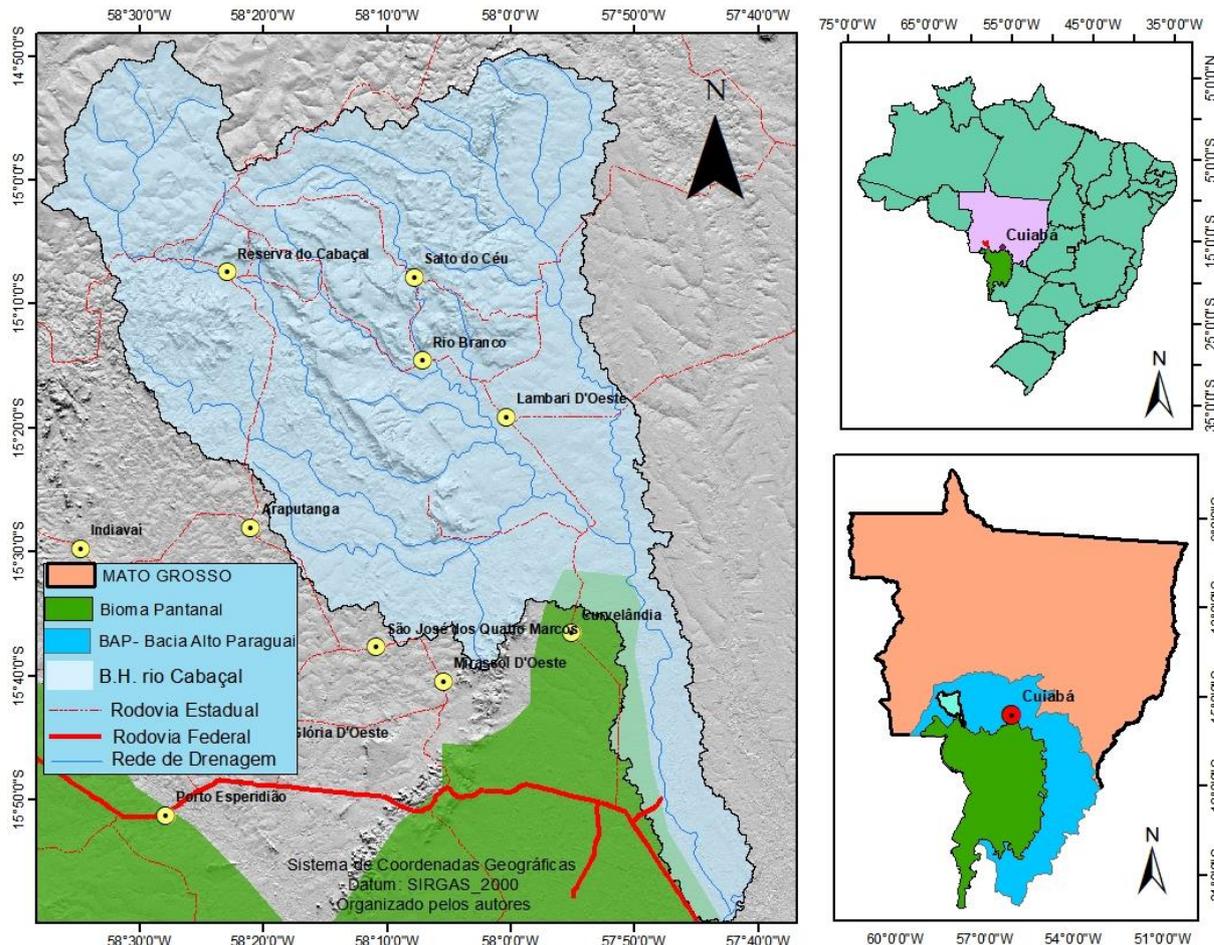
Dessa forma, o presente estudo buscou ampliar os pontos amostrais, como parâmetros iniciais voltados à avaliação dos níveis de qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Cabaçal, associado ao uso e à cobertura do solo e análise de vulnerabilidade ambiental indicada pela nota qi por sub-bacia. O trabalho visa contribuir, também, com a formulação de estratégias de gestão dos recursos hídricos da bacia, tendo em vista sua importância estratégica na manutenção dos níveis de qualidade das águas do bioma Pantanal, por ele integrar a bacia do Alto Paraguai.

MATERIAIS E MÉTODOS

Com uma área de 5.762,08 km², a bacia hidrográfica do rio Cabaçal (Figura 1) integra o complexo Alto Paraguai, na porção norte do bioma Pantanal. Está localizada entre as coordenadas geográficas de 15°0'0''S a 16°0'0'' de latitudes S e 57°45'0'' a 58°30'0'' longitude W, na região Sudoeste do estado de Mato Grosso. Marcada pela transição da chapada dos Parecis e depressão pantaneira, possui altitudes que variam de 90 a 710 metros e relevo de plano a escarpado. O uso da terra em seus domínios é marcado predominantemente pela

atividade pecuária, com progressivo avanço da atividade agrícola, mineração e canavicultura. Sob variações do clima mesotérmico, dispõe de índices de precipitação média anual variado entre 1.700 e 2.100 mm nas cabeceiras e de 1.300 a 1.400 próximo à foz (FÉLIX, 2018).

Figura 1 - Bacia hidrográfica do rio Cabaçal - MT, localização e contexto



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Buscando obter diagnóstico detalhado, foram analisadas seis (06) sub-bacias (Figura 2). Os pontos de coleta (Figura 2) foram estabelecidos de forma a contemplar alto e baixo curso de cada sub-bacia. No total, foram estabelecidos treze (13) pontos amostrais, coletados no fim da estação seca, entre os dias 23 e 27 de agosto de 2017.

Para estabelecer o índice de qualidade de água (IQA) foram analisados os parâmetros: Oxigênio Dissolvido (OD), coliformes termotolerantes, potencial hidrogeniônico (pH),

Demanda bioquímica de oxigênio (DBO), Nitratos, Fosfatos, Turbidez, Sólidos totais e Temperatura da água, estipulados na Resolução n. 357/2005 do Conama (ANA, 2005).

A coleta de amostras de água para determinar os constituintes do índice de qualidade obedeceu às normas de coleta e preservação da Cetesb (2011). As coletas seguiram procedimento simples, de superfície, tomadas entre 0,20 e 0,30 m de profundidade em água fluida e afastada das margens. Os frascos esterilizados, de 500 ml, foram previamente identificados, contemplando informações relevantes como a data e o horário da coleta, e utilizados na coleta de amostra para realização de análise de coliformes termotolerantes. Para determinar os demais parâmetros, foram utilizados frascos de 500 ml. Para a análise dos parâmetros de nitrogênio total e fósforo total foram adicionadas 10 gotas de ácido sulfúrico 50% no frasco esterilizado de vidro. As amostras foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo, à temperatura de 4º C, promovendo seu resfriamento do momento da coleta até a sua condução ao laboratório de análises, em um intervalo máximo de 24 horas.

A aferição de medições de temperatura do ar, temperatura da água e turbidez foram realizadas no local, com o auxílio de termômetro e turbidímetro digital. As análises laboratoriais da água foram realizadas em laboratório credenciado e licenciado, seguindo as metodologias descritas AWWA/APHA/WEF, ABNT (NBRs) e Cetesb-SP. O IQA é obtido por meio do peso (w), estabelecido em razão da importância de cada parâmetro (Tabela 1).

Tabela 1 – Parâmetro de qualidade da água e respectivos pesos

Parâmetro de Qualidade da Água	Peso (W)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico – pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO _{5,20}	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Fonte: ANA (2005).

Além de seu peso (w), cada parâmetro possui um valor de qualidade (qi), extraído do respectivo gráfico de qualidade em razão dos percentuais de concentração ou medida obtidos

por cada parâmetro. O cálculo do IQA é feito por meio do produto ponderado dos nove parâmetros, conforme a fórmula:

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

Onde:

IQA = Índice de Qualidade da Água;

qi = qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

wi = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que: $\sum_{i=1}^n W_i = 1$, sendo n o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Portanto, o IQA é um número entre 0 e 100, sendo que, quanto mais próximo a 100, melhor, e quanto mais próximo de 0, pior. Dessa forma, os valores do IQA são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros (Tabela 2) (SPERLING, 2014).

Tabela 2 – Faixa de IQA adotada por estado

Faixas de IQA nos estados de AL, MG, MT, PR, RJ, RN, RS	Faixas de IQA nos estados de BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE, SP	Avaliação da Qualidade da Água
91-100	80-100	Ótima
71-90	52-79	Boa
51-70	37-51	Razoável
26-50	20-36	Ruim
0-25	0-19	Péssima

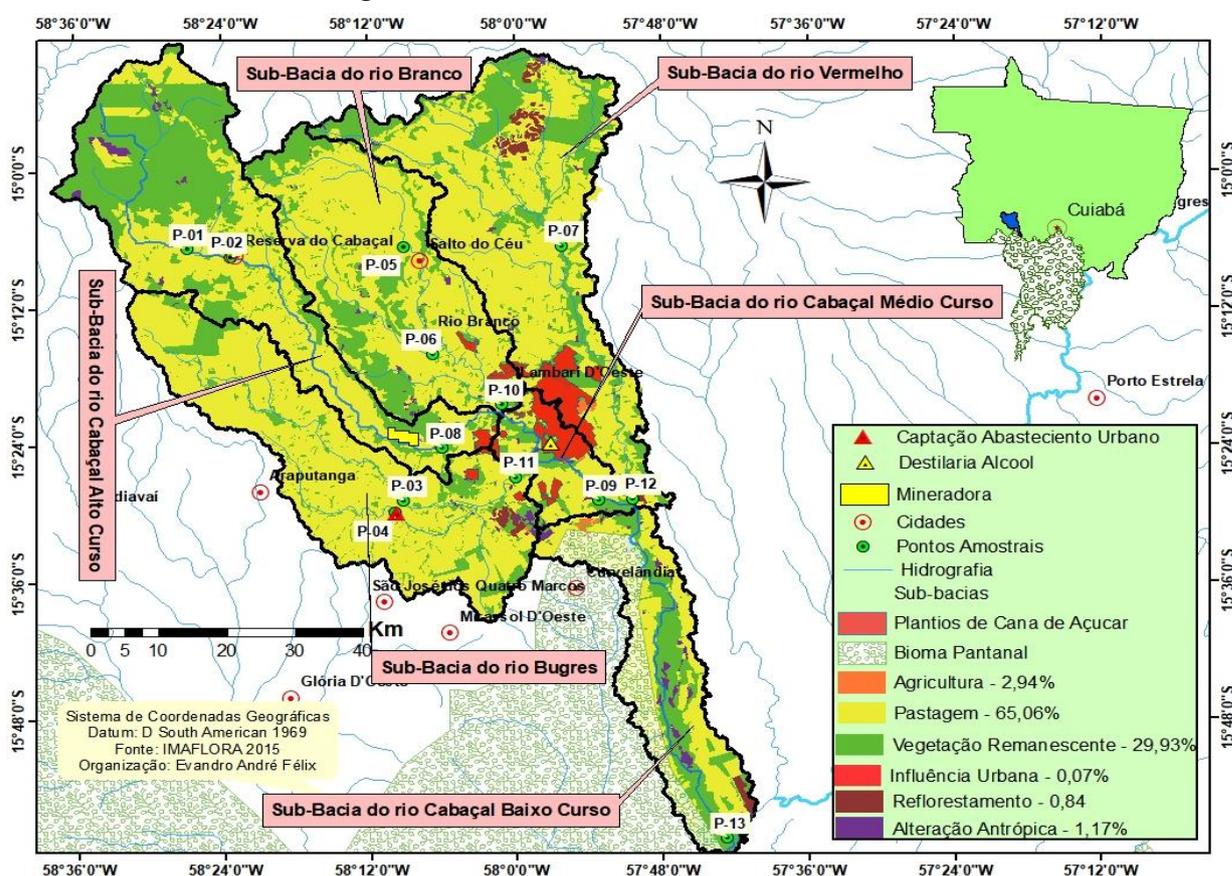
Fonte: ANA (2005).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos resultados, por Sub-bacia (Figura 2) (Tabela 3), demonstra diferenças sutis entre as subunidades hidrológicas. Com IQA médio de 75,31, as águas da bacia hidrográfica do rio Cabaçal são classificadas como de boa qualidade.

No entanto, a nota *qi* de cada parâmetro que compõe o IQA, observada de forma integrada e comparativa, possibilitou uma melhor compreensão dos condicionantes ambientais relacionados ao uso e à cobertura da terra, e sua relação com os estágios de exposição, sensibilidade, e a capacidade de resposta do sistema às pressões ambientais de cada unidade hidrológica estudada.

Figura 2 – Sub-bacias uso e cobertura do solo



Fonte: Imafloa (2015), organizada pelos autores(2023).

Tabela 3 – Resultado das análises laboratoriais e IQA por sub-bacia

Parâmetros	Referência I Classe 1 -357/2005	Resultado da análise laboratorial												
		Pontos de amostragem por sub-bacia												
		Sub-bacias rio Cabaçal					Rio Bugres			Rio Branco			Rio Vermelho	
		Alto curso		Mé- di o	Baixo									
		P1	P2	P8	P9	P13	P3	P4	P11	P5	P6	P10	P7	P12
pH	6 a 9	7,37	7,05	6,94	7,55	7,40	7,54	7,23	7,46	7,14	7,02	6,98	7,02	7,27
Oxigênio dissolvido	Não > 6 mg/L	6,85	6,65	7,20	7,10	7,18	6,70	6,80	6,98	7,00	7,35	7,00	7,38	7,08
DBO	3 mg/L	1,81	2,01	2,65	2,53	2,91	2,26	1,03	2,67	1,17	2,10	2,70	1,83	2,83
Fósforo total	0,10 mg/L	0,02	0,01	0,06	0,03	0,09	0,03	0,08	0,07	0,04	0,07	0,08	0,02	0,05
Nitrogênio total	3,7mg/L N	< 0,6	< 0,6	0,72	0,6	< 0,6	0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Sólidos T.	500 mg/L	54,0 0	47,0 0	51,0 0	44,0 0	46,00	64,0 0	55,0 0	56,0 0	48,0 0	52,0 0	60,0 0	39,0 0	50,0 0
Turbidez	40 UNT	29,8	22,2	13,9	20,7	18,8	39,5	22,8	43,1	7,66	5,81	9,32	17	22,4
Coliformes termo.	200NMP/100 mL	200, 0	170, 0	100, 0	230, 0	150,0 0	210, 0	190, 0	180, 0	130, 0	120, 0	170, 0	110, 0	140, 0
Coliformes totais	Até 200	240, 0	220, 0	270, 0	310, 0	250,0 0	250, 0	260, 0	220, 0	250, 0	150, 0	210, 0	180, 0	200, 0
IQA	0 – 100	74	75	77	74	74	73	75	72	79	78	75	78	75

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

SUB-BACIA DO RIO CABAÇAL ALTO CURSO

A análise da nota (*qi*) que compõe o IQA da Sub-bacia do rio Cabaçal alto curso se deu mediante dados dos pontos amostrais 1, 2 e 8 (Figuras 3, 4 e 5). Já no ponto 1 (Figura 3), córrego Guanabara, constatou-se que os parâmetros coliformes, turbidez e DBO apresentaram o pior desempenho na composição do índice, quando comparados aos demais parâmetros. Observou-se uma melhora progressiva desses percentuais de montante para jusante. Esses dados refletem o contexto ambiental da microbacia, onde predomina atividade pecuária, que contribui para a elevação dos índices de coliformes fecais, uma vez que este tem como fator de propagação animais de sangue quente (TEIXEIRA, 2013).

Salienta-se que a maioria dos currais estão localizados próximos a vertentes e áreas de drenagem e o gado se serve de água diretamente na fonte. A turbidez, por sua vez, está relacionada ao alto grau de assoreamento e exposição do lençol freático nas voçorocas situadas nas nascentes do córrego Guanabara. Conforme estudo realizado por Ribeiro, Tocantins e Figueiredo (2013), a microbacia possui inúmeras voçorocas de grande porte, com exposição do lençol freático. Esse problema não foi mitigado, mas sim agravado com o avanço do tempo e das demandas produtivas.

Com IQA 75, o ponto 2 (Figura 4) (córrego Dracena) mostra uma melhora se comparado ao córrego Guanabara, com destaque aos parâmetros de coliformes fecais e turbidez. Essa redução na quantidade de partículas suspensas e de coliformes termotolerantes pode estar associada ao projeto de recuperação de voçorocas na microbacia do córrego. Conforme WWF (2013), o projeto promoveu ações de incentivo ao cercamento de apps e remanejamento dos bebedouros de água para o gado. Em muitos casos, houve instalação de bebedouros de concreto, preservando o leito do córrego e contribuindo com a redução de coliformes e a sedimentação.

Para o ponto amostral 8 (Figura 5) atribuíam-se suspeitas de contaminação por rejeitos de minério, uma vez que, a montante, a aproximadamente 5.000 m de distância, está localizada a barragem de rejeitos de minério, com aproximadamente 55.000 m². Esses rejeitos são provenientes da extração de cobre, chumbo, ouro e zinco. Embora desativada a produção, os rejeitos permanecem e estão sujeitos a transbordamento em decorrência das chuvas ou fissuras na contenção.

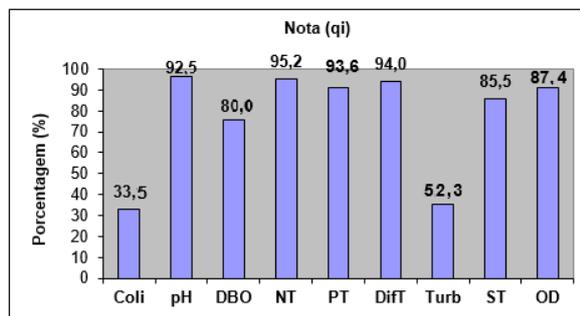


Figura 3 – Ponto 1 – Córrego Guanabara

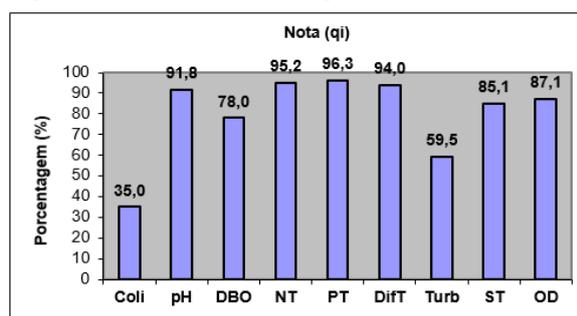


Figura 4 – Ponto 2 – Córrego Dracena

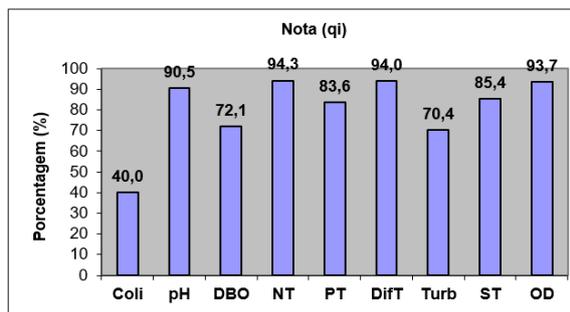


Figura 5 – Ponto 8 – rio Cabaçal, ponte Santa

No entanto, tanto os dados de qualidade quanto os de toxicidade levantados Félix *et al.* (2019) não apresentaram indícios de contaminação, sendo esse o ponto amostral da sub-bacia com os melhores indicadores de qualidade, exceto para componente DBO, que registrou *qi* de 72,1, com leve redução na composição da nota em relação aos demais pontos amostrados. Costa e Ferreira (2015) destacam que a DBO, de “uma forma indireta, representa o teor de matéria orgânica, indicando o potencial do consumo do oxigênio dissolvido”. Nesse sentido, a leve redução na composição de *qi* de DBO para o ponto pode estar relacionada à localização,

concentrando o percurso final da drenagem da sub-bacia e, conseqüentemente, mais acúmulo de matéria orgânica nas águas superficiais.

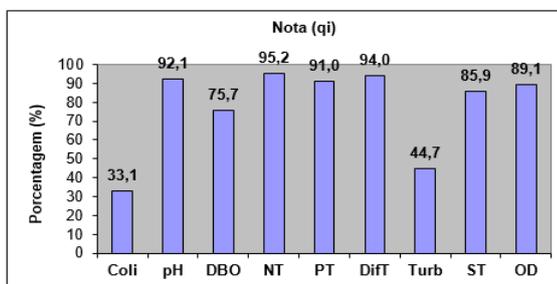


Figura 6 – Ponto 3 – Rio Bugres Médio

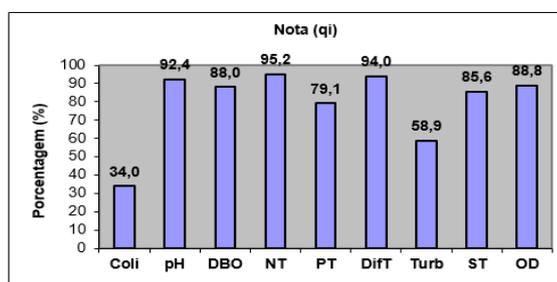


Figura 7 – Ponto 4 – “Corçãõ”

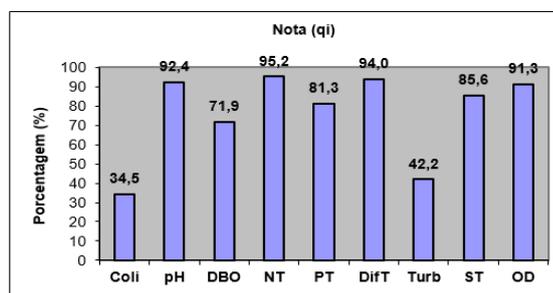


Figura 8 – Ponto 11 – rio Bugres foz

SUB-BACIA DO RIO BUGRES

Na Sub-bacia do rio Bugres foram analisados os pontos 3, 4 e 11. Predominantemente ocupada pela atividade pecuária extensiva e próxima ao perímetro urbano da Comunidade Santa Fé, o ponto amostral 3 (Figura 6) obteve nota 33,1 para coliformes fecais e 44,7 para turbidez, sendo esses dois parâmetros responsáveis pelo IQA de 73. É possível notar que a DBO também merece atenção, visto que sua contribuição para a nota geral do IQA foi significativa. Mesmo estando na faixa de boa qualidade, o detalhamento das notas do IQA

aponta para a necessidade de medidas de médio e longo prazo para estabelecer a manutenção e a elevação da qualidade da água.

O ponto amostral 4 (Figura 7) apresentou IQA 75, nesta seção, afere-se a qualidade das águas drenadas por solo ocupado pela pecuária intensiva e agricultura. Os valores mais baixos obtidos na composição do IQA foram registrados nos parâmetros coliformes fecais (nota 34), turbidez (nota 58) e fósforo (nota 79,1). Nesse caso, cabe destacar a contribuição do parâmetro fósforo, pois sua alteração relativa pode estar relacionada ao escoamento superficial do solo, principalmente, em áreas de uso agrícola. Segundo Sperling (2014), a drenagem pluvial de áreas agricultáveis e, especialmente, de áreas urbanas, sobretudo as cargas de esgotos, pode contribuir para uma elevação dos teores de fósforo no meio aquático. O detalhamento da nota *qi* indica a necessidade de monitoramento constante, a fim de estabelecer a manutenção e a elevação da qualidade da água, tendo em vista que esse ponto é área de captação de água para abastecimento do perímetro urbano da cidade de São José dos Quatro Marcos, localizada a pouco mais de 14 km de distância.

Fechando a análise da sub-bacia do rio Bugres, o ponto amostral 11 (Figura 8) apresentou IQA 72, com aumento significativo da turbidez em relação aos pontos a montante, fato que pode estar associado ao preparo da terra para o cultivo da cana, comum nessa época do ano. O destaque para o DBO e fósforo (PT) reforçam essa possibilidade, uma vez que estão associados a fertilizantes e nutrientes do solo, carregados para o leito dos rios via escoamento superficial.

SUB-BACIA DO RIO BRANCO

De acordo com Oliveira (2017), a sub-bacia do rio Branco é caracterizada pelo domínio da atividade pecuária e cultivo de cana, relevo fortemente movimentado e solo variando de arenoso a argiloso, com ocorrência de inúmeros processos erosivos e elevada taxa de sedimentação. A análise realizada por meio do levantamento dos pontos amostrais 5 (Figura 9), 6 (Figura 10) e 10 (Figura 11) indica que as águas da sub-bacia possuem boa qualidade, com IQA entre 75 e 79 e desempenho de *qi* nos parâmetros coliformes, turbidez, fósforo e DBO pressionando de forma negativa os resultados. O ponto amostral 5 (Figura 9) teve a melhor

classificação. Com IQA 79, apresenta alteração significativa apenas para o parâmetro coliformes fecais (nota 37,5), seguindo o padrão dos demais pontos da bacia. Mesmo com indícios de forte atividade de sedimentação, a qualidade da água se mantém em boas condições. Oliveira (2017) afirma que as cabeceiras do rio Branco estão localizados sob os domínios de Neossolos Quatzarênico, implicando baixa turbidez da água mesmo com a ocorrência de processos erosivos intensos, em virtude das baixas concentrações de argila e minerais solúveis.

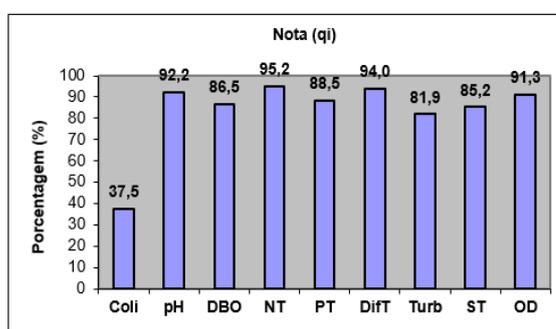


Figura 9 – Ponto 5 – Alto Rio

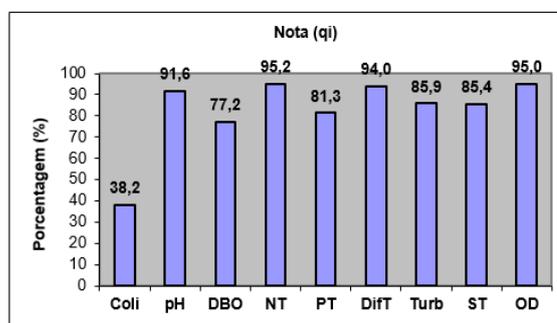


Figura 10 – Ponto 6 – Córrego Bracinho

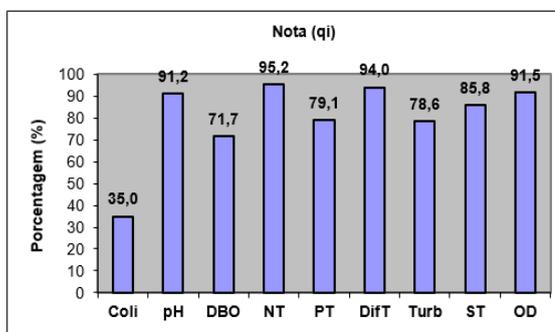


Figura 11 – Ponto 10 – rio Branco foz

O ponto amostral 6 (Figura 10), localizado no médio curso do rio, sobre áreas de relevo suave ondulado e plano e influência de áreas agrícolas e canaveira, apresentou aumento da pressão sobre a nota *qi* nos parâmetros DBO (77,2) e fósforo (81,3), marcando uma tendência das áreas com ocorrência de agricultura e cana.

O ponto amostral 10 (Figura 11), localizado na foz do rio Branco com o rio Cabaçal, está localizado em área de atividade pecuária e intenso cultivo de cana de açúcar e grãos. Nessa seção, a nota de IQA foi 75, com destaque para os parâmetros DBO (nota 71,7), fósforo total (nota 79,1) e coliformes fecais (nota 35,0). A tendência de acentuação das concentrações de DBO e fósforo pode, nesse caso, estar relacionado ao escoamento superficial em áreas de cultivo da cana, sendo essas áreas ricas em nutrientes presentes no solo, lixiviados para o leito dos rios.

SUB-BACIA DO RIO VERMELHO

Conforme dados de Félix (2018), a sub bacia do rio Vermelho possui 64% de sua área ocupada pela pecuária e 5,17% pela agricultura, representada pela cana de açúcar e grãos, em áreas de argilosos e latossolos. Nesse contexto, na análise dos pontos 7 (Figura 12) e 12 (Figura 13) foi possível observar que as notas de *qi* dos parâmetros coliformes, DBO e turbidez apresentaram os piores desempenhos.

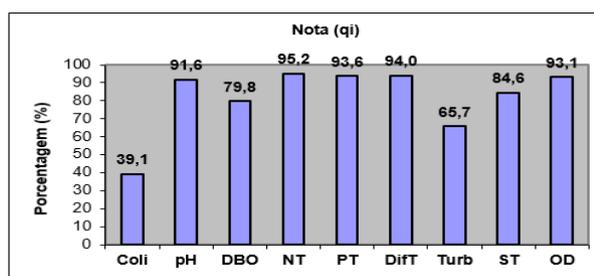


Figura 12 – Ponto 7 – Alto rio Vermelho

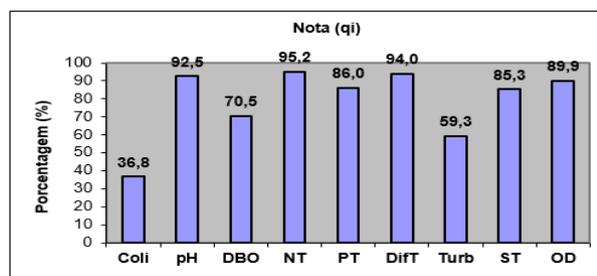


Figura 13 – Ponto 12 – Rio Vermelho foz

Na foz com o rio Cabaçal, o ponto 12 apresentou IQA 75, três a menos que no alto curso (ponto 7), com IQA 78, ocorrendo aumento significativo das concentrações para os parâmetros de coliformes fecais, turbidez e DBO. Entre o alto e o baixo curso, o rio passa por áreas de pecuária e agricultura (cultivo de cana e soja), condições estas que contribuem para o aumento da turbidez, DBO e coliformes fecais. Em levantamento anterior, Lorenzon (2016) identificou baixos níveis de OD (inferior a 4 mg L⁻¹), elevada taxa de DBO, com IQA de 68,94, em 2014, e 74,57, em 2015. Nesse contexto, é possível observar relativa estabilidade na qualidade das águas da sub-bacia nos últimos anos. A análise atual dos pesos de *qi* revela, porém, que as formas de uso têm pressionado o índice nos parâmetros coliformes e DBO. O parâmetro turbidez reflete o componente ambiental solo e geologia, rico em argila e minerais ferrosos, que naturalmente eleva a quantidade do material particulado dissolvido de coloração avermelhada. Daí a denominação do rio “vermelho”, sendo essa uma característica natural.

SUB-BACIAS DO RIO CABAÇAL MÉDIO E BAIXO CURSO

Os dados, apurados por Félix (2018), apontam a Sub-bacia do rio Cabaçal médio curso, que tem suas terras ocupada, 25,89%, por atividade agrícola, 48,12%, pela pecuária, e 24,42%, com vegetação remanescente; há predomínio de latossolos (41,26%), argissolos (41,73%) e neossolos flúvicos Tb distrófico (17%). Situado a jusante das áreas de cultivo de cana-de-açúcar, o ponto amostral 9 (Figura 14) apresentou IQA 74, com o pior desempenho de *qi* para o parâmetro coliformes fecais dentre todos os pontos analisados na bacia, obtendo nota 32,3.

Foi possível observar também a tendência de notas baixas para DBO, turbidez (Turb) e sólidos (ST) totais, indicando a intensificação de escoamento superficial, em áreas com o maior percentual de área agrícola por área drenada. O levantamento de Lorenzon (2016), realizado na área e no mesmo período, identificou IQA de 68,27 em 2014 e de 73,2 em 2015, sendo possível observar uma evolução do índice. Cabe atentar-se para os parâmetros com baixo desempenho na composição, com foco em fatores ambientais e de uso de ocupação que tem influenciado no resultado.

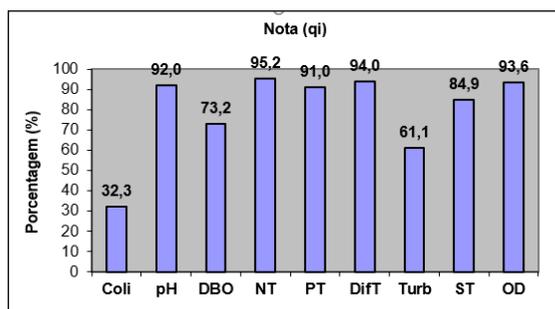


Figura 14 – Ponto 9 – Rio Cabaçal (Estação ANA)

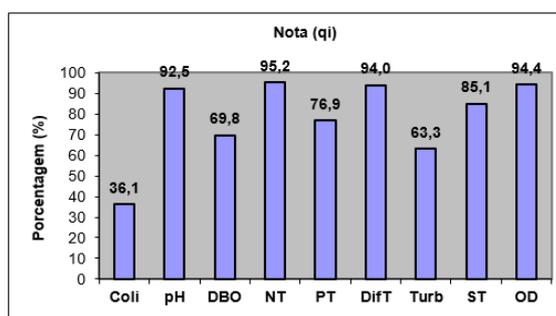


Figura 15 – Ponto 13 – Rio Cabaçal Foz

No percurso final do rio, sob o domínio do bioma Pantanal na foz do rio Cabaçal com o rio Paraguai, o ponto amostral 13 (Figura 15) apresenta desempenho de *qi*, seguindo o mesmo padrão de alterações para os parâmetros coliforme fecais, DBO e fósforo (PT) e turbidez. Eles contribuíram para a não excelência da qualidade da água e, também, para a redução do índice de qualidade de montante a jusante.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados obtidos nas análises laboratoriais (Tabela 3) e a faixa de classificação do IQA adotada pelo estado de Mato Grosso, bem como os percentuais de cada parâmetro obtidos em *qi* associados aos elementos ambientais, foi possível observar que as águas da bacia hidrográfica do rio Cabaçal dispõem de boa qualidade. As análises indicam que a maioria dos parâmetros analisados apresentaram resultados dentro do estabelecido pela Resolução n. 357/2005, do Conama. A exceção ficou por conta do parâmetro coliformes totais (contagem), com resultados acima do máximo estabelecido em dez dos treze pontos amostrais, fruto do uso da terra dado, por pouco mais de 65%, pela atividade pecuarista.

A análise individual na nota qi das sub-bacias aponta que os parâmetros DBO, fósforo (PT) e turbidez foram os com pior desempenho na composição do índice de qualidade da água, estando eles diretamente relacionados com maior percentual de uso do solo dado pela atividade agrícola.

O parâmetro coliformes termotolerantes mostrou alterações em duas das treze amostras; e a turbidez, em apenas uma amostra. Os demais parâmetros tiveram valores iguais ou abaixo do valor máximo estabelecido pelo Conama. Com esses dados, a bacia hidrográfica do rio Cabaçal obteve IQA médio de 75,31, classificada como bacia com águas de boa qualidade.

Mesmo diante do cenário que indica que as águas da bacia dispõem de boa qualidade, quando detalhada a composição da nota que compõe o IQA, através do peso de cada parâmetro, é possível identificar as fragilidades, que indicam os parâmetros e, conseqüentemente, os possíveis fatores ambientais que contribuem para que a qualidade da água não chegue à pontuação máxima. Os dados, portanto, apontam para a necessidade de elaboração de diretrizes voltadas às atividades de pecuária e agricultura, de forma a mitigar os impactos provocados pelos coliformes termotolerantes e fósforo.

AGRADECIMENTOS (OPCIONAL)

Agradecemos ao WWF-Brasil, pela parceria estabelecida através da viabilização dos recursos necessários para custear as despesas de logística e análises laboratoriais das amostras.

REFERÊNCIAS

ANA – Agência Nacional de Águas. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Brasília: Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, 2005.

BARROS, J.; BARRETO, M. D. S.; LIMA, M. V. D. Aplicação do Índice de Qualidade das Águas (IQA-CETESB) no açude Gavião para determinação futura do Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Público (IAP). *In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO (CONNEPI)*, 8., Recife, 27 a 30 de novembro de 2018. **Anais [...]**. Recife: [s.n.], 2018.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. 1. ed. Brasília: Athalaia, 2011.

COSTA, F. B.; FERREIRA, V. D. O. Análise de parâmetros que compõem o índice de qualidade das águas (IQA) na porção mineira da bacia do rio paranaíba. **Observatorium**, Uberlândia, v. 7, n. 18, p. 22-47, set. 2015.

FÉLIX, E. A. *et al.* Análise ambiental e levantamento do índice de toxidade da água na bacia hidrográfica do rio cabaçal – MT, subsídios para o enquadramento. *In*: ENCOB – ENCONTRO NACIONAL DE COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICA, XXI., Foz do Iguaçu, 21 a 25 de outubro de 2019. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu: [s.n.], 2019. p. 1-6.

FÉLIX, E. A. **Morfologia, morfometria e dinâmica fluvial como subsídio para o planejamento dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Cabaçal- MT**. 2018. 178 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2018.

FIGUEIRÊDO, M. C. B. D. *et al.* **Análise da vulnerabilidade ambiental**. 1. ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010.

LACERDA, C. S.; CÂNDIDO, G. Modelos de indicadores de sustentabilidade. *In*: LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A. **Gestão, sustentável dos recursos naturais uma abordagem participativa**. 1. ed. Campina Grande: EDUEPB, 2013. Cap. 1, p. 334.

LORENZON, H. **Dinâmica do uso da terra e as implicações na cobertura vegetal, na qualidade da água e no solo da bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso – Brasil**. 2016. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra, 2016.

MACHADO, E.; KNAPIK, H.; BITENCOURT, C. A. Considerações sobre o processo de enquadramento de corpos de água. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 261-269, mar/abr 2019.

MARANHÃO, N. **Sistema de indicadores para planejamento e gestão dos recursos hídricos de bacias hidrográficas**. 2007. 397 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Meio Ambiente (Sema). **Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água do Estado de Mato Grosso – 2015-2017**. Cuiabá: Sema, 2018.

OLIVEIRA, J. D. D. **Bacia hidrográfica do Rio Branco, afluente da margem esquerda do Rio Cabaçal-MT: morfopedologia, uso e ocupação da terra e sedimentação**. 2017. 206 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2017.

PEREIRA, C. G.; SILVEIRA, A. P. P. Qualidade da água: propriedades, exames, indicadores, transmissão de doenças e potabilidade. *In*: TELLES, D. D. **Ciclo ambiental da água, da chuva à gestão**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2012. Cap. 6, p. 504.

RIBEIRO, J. C.; TOCANTINS, N.; FIGUEIREDO, M. Diagnóstico dos processos erosivos na Sub-bacia do córrego Guanabara, município de Reserva do Cabaçal-MT. **Revista GeoPantanal**, Corumbá, v. 8, n. 14, p. 152-169, jan./jun. 2013.

SANTOS, R. C. L. *et al.* Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da bacia costeira do Sapucaia em Sergipe. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, p. 33-46, jan./fev. 2018.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. (Série Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v. 1).

TEIXEIRA, E. P. Água e saúde: doenças de veiculação hídrica de origem biológica. *In*: TELLES, D. D. **Ciclo ambiental da água, da chuva a gestão**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2013. Cap. 9, p. 501.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**, São Paulo, v. 59, n. 1, p. 181-186, jan./mar. 2002.

WRUBLAK, S. C.; MERCANTE, E.; VILAS BOAS, M. A. Caracterização do uso e ocupação do Solo e qualidade da água com utilização das técnicas de Geoprocessamento. *In*: POLETO, C. **Bacias hidrográficas e recursos hídricos**. v. 1, 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. Cap. 8, p. 272.

WWF-Brasil (World Wide Fund for Nature). **Comunidade e Conservação: Movimento Pelas Águas do rio Cabaçal, cuidando das cabeceiras do Pantanal**. 1. ed. Brasília: [s.n.], 2013.