



## APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE BALNEABILIDADE EM BALNEÁRIOS NO MUNICÍPIO DE COXIM/MS

## APPLICATION OF BALNEABILITY INDEX IN BATHHOUSES IN COUNTY COXIM / MS

Jeanise Polyanie Fernandes Neves<sup>1</sup>; Ana Carolina Correia de Oliveira Gomes<sup>1</sup>; Cleiton Oliveira dos Santos<sup>1</sup>; Ana Paula Lemke<sup>1</sup>

Artigo recebido em: 07/07/2021 e aceito para publicação em: 01/09/2021.

DOI: <http://doi.org/10.14295/holos.v21i2.12446>

**Resumo:** Os recursos hídricos são elementos restritivos para as diversas formas de vida do planeta, seja animal, vegetal ou humana. Desta forma, há a necessidade de estudos voltados à criação e utilização de ferramentas e instrumentos de gestão ambiental buscando garantir os diferentes usos das águas. O objetivo da pesquisa foi verificar a balneabilidade e as condições da qualidade ambiental de quatro balneários no município de Coxim, MS. A metodologia adotada foi uma pesquisa descritiva, acompanhada de análise de dados primários comparados com a legislação vigente durante o período de agosto de 2019 até o mês de julho de 2020. Os parâmetros analisados foram os de Coliformes Termotolerantes, *Escherichia coli*, Oxigênio Dissolvido, pH (Potencial Hidrogeniônico), Temperatura e Condutividade. A amostragem foi realizada conforme as normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas e da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (2019). Para análise foram utilizados os métodos analíticos definidos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2016). Os balneários estudados apresentaram-se como impróprios para recreação de contato primário em ambos índices de balneabilidade estudados. Entretanto, os valores de OD, pH e condutividade estão de acordo com os VMP estipulados pela Resolução CONAMA 357/2005 para corpo hídrico de água doce enquadrado como Classe 2. É necessário o monitoramento e investigação da provável causa do aumento dos coliformes para que se possa aplicar práticas preventivas para manter o controle das condições de qualidade da água para fins de balneabilidade.

**Palavras-chave:** Gestão Ambiental. Balneabilidade. Qualidade da água.

**Abstract:** Water resources are restrictive elements for the various forms of life on the planet, whether animal, plant or human. Thus, there is a need for studies aimed at the creation and use of tools and instruments for environmental management seeking to ensure the different uses of water. The objective of the research was to verify the bathing capacity and the conditions of the environmental quality of four bathhouses in the city of Coxim, MS. The adopted methodology was a descriptive research, accompanied by analysis of primary data compared with the legislation in force during the period from August 2019 to the month of July 2020. The parameters analyzed were Thermotolerant Coliforms, *Escherichia coli*, Dissolved Oxygen, pH (Hydrogenic Potential), Temperature and Conductivity. The sampling was carried out in accordance with the standards established by the Brazilian Association of Technical Standards and the Environmental Company of the State of São Paulo – CETESB (2019). For analysis, the analytical methods defined in the Standard Methods for the

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Dourados, MS E-mails: [pollyanifernandes@gmail.com](mailto:pollyanifernandes@gmail.com), [anacarolinacorreiaoliveira@gmail.com](mailto:anacarolinacorreiaoliveira@gmail.com), [cleiton.biouems@gmail.com](mailto:cleiton.biouems@gmail.com), [anapaulalemke@yahoo.com.br](mailto:anapaulalemke@yahoo.com.br)

Examination of Water and Wastewater (2016) were used. The spas studied presented themselves as unsuitable for primary contact recreation in both bathing indices studied. However, the OD, pH and conductivity values are in accordance with the VMP stipulated by CONAMA Resolution 357/2005 for freshwater bodies classified as Class 2. Monitoring and investigation of the probable cause of the increase in coliforms is necessary in order to can apply preventive practices to maintain control of water quality conditions for bathing purposes.

**Keywords:** Environmental management. Bathing. Water quality.

---

## 1 INTRODUÇÃO

A água é uma substância de grande importância para a natureza, e exerce papel fundamental para a preservação dos ecossistemas e da vida dos seres vivos. A sobrevivência de plantas, animais e demais seres vivos depende da estrutura e das funções de um meio ambiente (WOLKMER *et al.*, 2013). O crescimento econômico e populacional não sustentável resulta em atividades humanas que geram pressão nos recursos naturais resultando em situações de conflitos em torno dos recursos hídricos a nível mundial (WHO, 2003). Devido aos usos e a estes conflitos são necessários estudos voltados ao desenvolvimento e utilização de ferramentas e instrumentos de gestão ambiental buscando garantir os diferentes usos e a proteção dos ecossistemas (SOUZA, *et al.*, 2010).

O Brasil encontra-se atualmente em uma situação privilegiada quanto aos seus recursos hídricos, devido ao fato de deter cerca de 12% da disponibilidade de água doce do planeta destinada ao consumo humano e atividades como irrigação e lazer (ANA, 2019). Porém, o país vem sofrendo diversos problemas quanto à distribuição irregular, desperdício, poluição destes recursos hídricos e conflitos de usos (CAMPOS *et al.*, 2015)..

Neste contexto foram criadas leis e normas a fim de minimizar os impactos sobre os cursos d'água em território nacional, como a Lei Federal de nº 9.433, de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos além de utilizar-se de um Plano de Recursos hídricos como instrumento (BRASIL, 1997). Acordante a esta, a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 estabelece a classificação dos corpos d'água, firmando condições e padrões sobre lançamento de efluentes nestes corpos hídricos (CONAMA, 2005).

No capítulo 3, § 3º, a Resolução CONAMA nº 357/2005 afirma que quando tornar-se necessário e apropriado poderá haver o uso de indicadores biológicos para realização de avaliação do meio aquático, posteriormente podendo enquadrá-lo na classificação conforme sua condição de qualidade. Desta maneira, os bioindicadores são instrumentos de suma importância na gestão de qualidade de corpos hídricos.

Segundo Marquezi, Gallo e Dias (2010), os microrganismos patogênicos transportados pela água normalmente contaminam seus hospedeiros, provocando as doenças de veiculação hídrica tais como: gastroenterite, hepatite A, cólera, febre tifoide, entre outras. Assim, sabe-se que parte dos casos de doenças advindas da água são causadas por bactérias do grupo coliformes, estes patógenos são comumente lançados no ambiente por fontes de poluição pontuais, como esgotos não tratados.

A Resolução Nº 274, de 29 de novembro de 2000, do CONAMA, rege a avaliação da qualidade das águas brasileiras quanto a sua balneabilidade, ou seja, utiliza como ferramenta de avaliação a aplicação do índice de balneabilidade que dispõe do uso de indicadores microbiológicos presentes em fezes de animais homeotérmicos, para estudo e análise de águas doces, salobras e salinas quanto à sua qualidade para atividades de recreação de contato primário podendo, por fim, classificar o meio como próprio ou impróprio para o banho.

Embasada nesta resolução, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), criou um Índice de Balneabilidade próprio, buscando, assim como a resolução anterior, avaliar a qualidade da água para fins de recreação de contato primário, porém aplicado preferencialmente em praias de águas interiores, localizadas em rios e reservatórios. A companhia desenvolveu, também, uma Qualificação Anual, por meio de seus monitoramentos semanal e mensal, baseada em critérios estatísticos simplificados, reunindo de forma sucinta o monitoramento anual (CETESB, 2019). Desta forma, estes dados são apresentados a população de forma bem objetiva e legível.

Os principais indicadores microbiológicos utilizados na aplicação do Índice de Balneabilidade são os coliformes termotolerantes, bactérias do tipo gram-negativas, que possuem forma de bacilos e podem crescer e fermentar lactose em temperaturas de 44<sup>o</sup> - 45<sup>o</sup>C segundo a Resolução CONAMA 357/2005. A bactéria *Escherichia coli* é a principal representante deste subgrupo utilizando o intestino humano e animal como habitat primário, e representa cerca de 95% das bactérias do grupo coliforme presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos (MARQUEZI; GALLO; DIAS, 2010). Como bactéria do subgrupo dos termotolerantes, a *E. coli* pode ocasionar no corpo contaminado gastroenterite e infecção urinária. Em vista disso, esta bactéria passou a ser muito utilizada em monitoramentos de qualidade das águas, sendo também considerada como uma boa indicadora específica para determinação de qualidade das águas voltadas à potabilidade e balneabilidade (LEBARON, *et al.*, 2005).

Outro fator a ser analisado como possível influenciador na qualidade das águas

destinadas à balneabilidade é o uso e ocupação do solo, o qual trata-se basicamente da forma que um determinado espaço geográfico está sendo ocupado pelos seres humanos e suas atividades. Portanto, este trabalho justifica-se pelo fato do turismo em balneários ser um dos pontos fortes da economia do município de Coxim/MS, atraindo muitos turistas para a região. Torna-se de suma importância a análise da qualidade destas águas, fornecendo subsídios tanto para os governantes, quanto para a própria população e visitantes, que desfrutam destes locais como forma de lazer, buscando maior bem estar e qualidade de vida. Este trabalho objetiva avaliar a balneabilidade para atividade de recreação de contato primário em quatro balneários no município de Coxim/MS, através dos Índices de Balneabilidade CONAMA e CETESB.

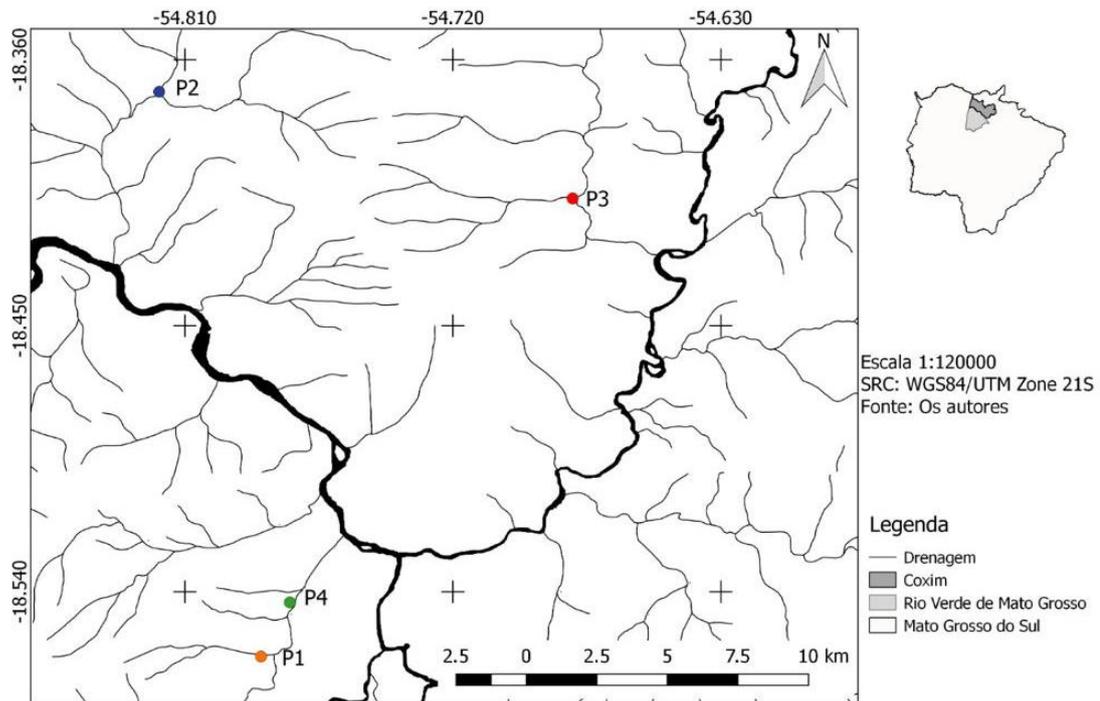
## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Localização da área de estudo**

O trabalho foi executado no município de Coxim, o município está localizado entre as coordenadas geográficas 54° 04' e 55° 17' de longitude oeste e 17° 38' e 18° 44' de latitude sul, abrangendo aproximadamente 6.411 km<sup>2</sup> da região norte do estado de Mato Grosso do Sul (EMBRAPA, 2010).

Para realização do estudo foram selecionados quatro pontos de coleta para avaliação da qualidade da água localizados em quatro balneários muito frequentados no município (Figura 1).

**Figura 1** - Localização dos quatro balneários em estudo



## 2.2 Amostragens e análise de água

As coletas foram realizadas bimestralmente de agosto de 2019 até o mês de julho de 2020, foram analisados os parâmetros Coliformes Termotolerantes, *E. coli.*, Oxigênio Dissolvido, pH (Potencial Hidrogeniônico), Temperatura e Condutividade, totalizando 6 campanhas de amostragem.

A amostragem foi realizada conforme as normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas e da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (2019). Para análise foram utilizados os métodos analíticos definidos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2016). Posteriormente, os dados foram comparados à Resolução CONAMA 357/2005 que “Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências” e a Resolução Nº 274, de 29 de novembro de 2000, a qual versa sobre a classificação de ambientes para recreação de contato primário e os classifica como próprios ou impróprios para balneabilidade.

## 2.3 Análise do uso e ocupação da terra

Os limites municipais de Mato Grosso do Sul utilizados são disponibilizados gratuitamente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), do qual foram extraídos apenas os municípios de Coxim e Rio Verde de Mato Grosso.

Foi utilizado o arquivo *shapefile* referente a rede de drenagem do Alto Rio Taquari, disponibilizado pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2020), esses dados foram processados no SIG QGIS 2.14 (QGIS, 2020) a fim de elaborar o mapa de localização.

Para análise de uso e ocupação do solo foi utilizada imagem Landsat 8 OLI, órbita ponto 225/73, datada de 20 agosto de 2019, disponível no catálogo de imagens do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2020). Os dados foram processados no Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CAMARA *et al.*, 1996).

No entorno de cada ponto amostral foi definido um *buffer* circular com 1km de raio. A classificação supervisionada das imagens foi dividida em duas etapas: segmentação e classificação. A segmentação foi realizada através do método de crescimento por regiões, com limiar de aceitação de 1 e área de pixels de 30m. Posteriormente, o algoritmo foi treinado por meio da aquisição de amostras de cada forma de uso do solo identificada em campo (agrosilvopastoril e remanescentes florestais) para treinamento do algoritmo de classificação. A classificação foi realizada utilizando o algoritmo de Bhattacharya, com limiar de 99%.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados biológicos estão sendo comparados com a Resolução CONAMA 274/00 (Tabelas 1) e CETESB (Tabela 2).

**Tabela 1** - Classificação da balneabilidade por categorias de qualidade com seus devidos limites para a concentração de coliformes fecais do tipo *E. coli*, conforme a Resolução CONAMA nº 274/00

<b>Classificação</b>	<b>Categoria</b>	<b><i>Escherichia coli</i> (NMP/100 ML)</b>	<b>Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ML)</b>
<b>Própria</b>	Excelente	200	250
	Muito boa	400	500
	Satisfatória	800	1000
<b>Imprópria</b>	-	Superior a 800 em mais de 20% do tempo ou 2000 na última análise	Superior a 1000 em mais de 20% do tempo ou 2500 na última análise

Fonte: Os autores (2021). Adaptado CONAMA (2000).

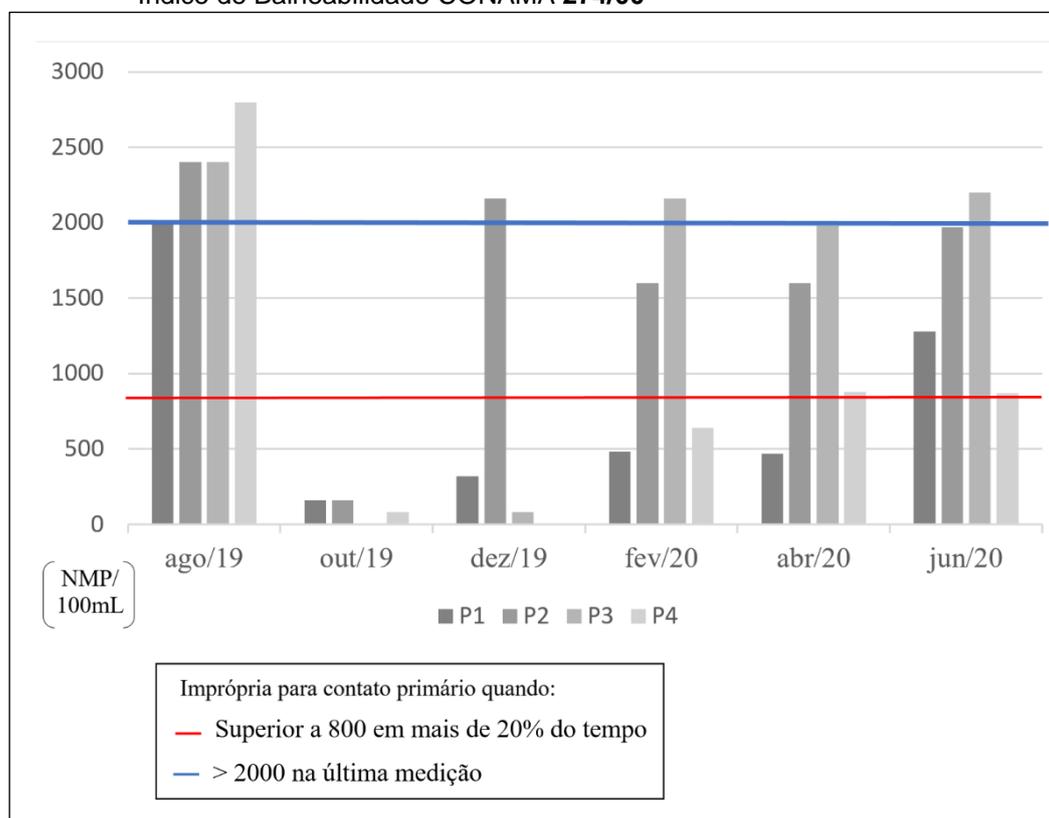
**Tabela 2** - Classificação da água para contato primário conforme estabelecido pela CETESB

<b>Categoria</b>	<b><i>Escherichia coli</i> (UFC ou NMP/100mL)</b>
<b>Própria</b>	<b>Excelente</b> Máximo de 150 em 80% ou mais tempo
	<b>Muito Boa</b> Máximo de 300 em 80% ou mais tempo
	<b>Satisfatória</b> Máximo de 600 em 80% ou mais tempo
<b>Imprópria</b>	- Superior a 600 em mais de 20% do tempo ou maior que 1500 na última medição

Fonte: Os autores (2021). Adaptado CETESB (2013).

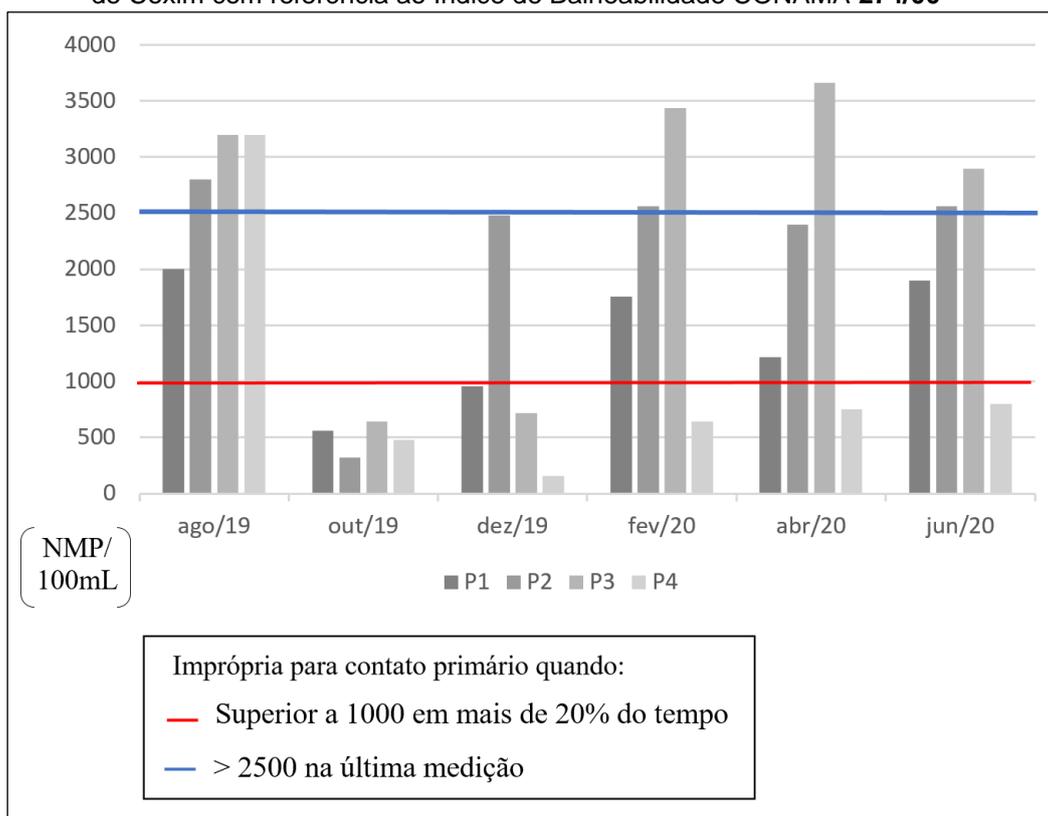
Os resultados do monitoramento biológico da *E. coli* e Coliformes Termotolerantes (CTT) foram classificados conforme o Índice de Balneabilidade CONAMA 357/2005 (Figuras 2 e 3 e Tabela 3) e CETESB (Figura 4 e Tabela 4).

**Figura 2** - Monitoramento de *E. coli* de quatro balneários no município de Coxim com referência ao Índice de Balneabilidade CONAMA 274/00



Fonte: Os autores (2021).

**Figura 3 -** Monitoramento de Coliformes Termotolerantes (CTT) de quatro balneários no município de Coxim com referência ao Índice de Balneabilidade CONAMA 274/00



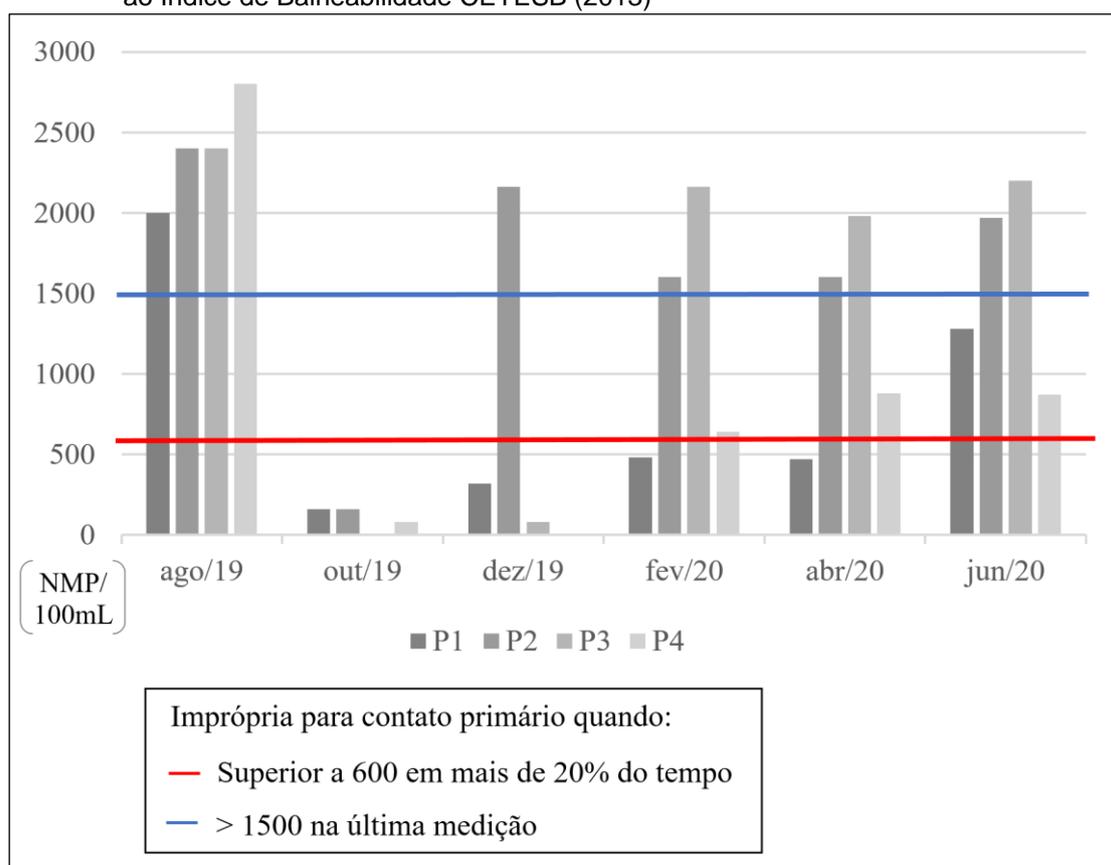
Fonte: Os autores (2021).

**Tabela 3 –** Classificação de acordo com o Índice de Balneabilidade CONAMA 274/00 de quatro balneários no município de Coxim, entre os meses de agosto/2019 a junho/2020

Pontos	Parâmetros	Classificação	% das coletas que atenderam
P1	<i>E. coli</i>	IMPRÓPRIA	66,66%
	CTT		33,33%
P2	<i>E. coli</i>	IMPRÓPRIA	16,67%
	CTT		16,67%
P3	<i>E. coli</i>	IMPRÓPRIA	33,33%
	CTT		33,33%
P4	<i>E. coli</i>	IMPRÓPRIA	50%
	CTT		83,33%

Fonte: Os autores (2021).

**Figura 4 -** Monitoramento de *E. coli* de quatro balneários no município de Coxim com referência ao Índice de Balneabilidade CETESB (2013)



Fonte: Os autores (2021).

**Tabela 4 –** Classificação de acordo com o Índice de Balneabilidade CETESB (2013) de quatro balneários no município de Coxim, entre os meses de agosto/2019 a junho/2020

Pontos	Classificação CETESB	% das coletas que atenderam
P1	IMPRÓPRIA	66,66%
P2	IMPRÓPRIA	16,67%
P3	IMPRÓPRIA	33,33%
P4	IMPRÓPRIA	33,33%

Fonte: Os autores (2021).

Com relação aos parâmetros *E. coli* e Coliformes Termotolerantes observa-se que os meses de outubro/2019 e de dezembro/2019 apresentaram menores concentrações. É possível que este resultado seja em decorrência do período chuvoso que pode causar o aumento na velocidade dos corpos hídricos aumentando assim a dispersão e diluição. Outro fator importante é que as maiores concentrações foram encontradas no Ponto 3, sendo que alguns metros acima de seu corpo d'água existe um frigorífico, o qual pode estar causando maiores interferências nestes resultados.

O ponto mais adequado com relação a estes dois parâmetros, conforme a Resolução CONAMA 274/2000, foi o Ponto 4, apesar do mesmo ser o mais frequentado dos pontos e sofrer influências de um número considerável de resíduos sólidos deixados por banhistas próximo à suas margens. A *E. coli* é encontrada em fezes de seres humanos e animais homeotérmicos e podem indicar uma evidência de contaminação fecal direta. Entretanto, o uso e ocupação do local como a existência de mata ciliar preservada em seu entorno, boa circulação da água e poucas residências próximas ao mesmo, podem favorecer nas poucas concentrações desses microrganismos termotolerantes.

De forma direta, conforme estabelecido pela CETESB (2013), todos os pontos são impróprios para balneabilidade, apresentando valor superior à 600 NPM/100ML em mais de 20% do tempo ou maior que 1500NMP/mL na última medição. Contudo, em algumas amostras apresentaram valores considerados próprios à balneabilidade. Desta forma, mais investigações devem ser realizadas para entender melhor o aumento dos coliformes em determinadas coletas, suas causas e possíveis soluções.

Baseando-se no que é estabelecido pela Resolução CONAMA 274/2000, os balneários estudados enquadraram-se como impróprios para atividades de contato primário, pois apresentaram concentrações de *E. coli* superiores a 800 NPM/100ML em 20% do tempo e concentrações de Coliformes Termotolerantes superiores a 1000 NPM/100ML em mais de 20% do tempo ou 2500 na última análise.

Vale ressaltar que conforme a Resolução CONAMA 274/00 em seu artigo 2º, § 2º, “Quando for utilizado mais de um indicador microbiológico, as águas terão as suas condições avaliadas, de acordo com o critério mais restritivo”.

Com relação aos parâmetros físico-químicos, como os corpos hídricos pesquisados não possuem classificação, considerou-os como de Classe 2, e os resultados obtidos foram comparados com os valores máximos permitidos encontrados na resolução CONAMA 357/2005 (Tabela 5).

Tabela 5- Parâmetros físico-químicos de quatro balneários no município de Coxim, entre os meses de agosto/2019 a junho/2020 e **Valores Máximos Permitidos para corpo hídrico enquadrado como classe 2 de acordo com a resolução CONAMA 357/2005**

Parâmetros	Pontos	CAMPANHAS						VMP CONAMA 357/05
		ago/19	out/19	dez/19	fev/20	abril/20	jun/20	
OD	P1	4,7	6,6	7,2	7,6	7,4	7,1	> 5mg/L O <sub>2</sub>
	P2	5,2	7,3	7,4	7,4	7,1	7,3	
	P3	5,8	6,1	6,3	6,7	7,3	6,6	
	P4	5,5	5,8	6,8	7,2	6,9	7,1	
pH	P1	6,51	6,11	6,40	6,42	6,33	6,41	> 6,0 e < 9,0
	P2	6,53	6,98	6,20	6,66	6,20	6,68	
	P3	6,58	6,33	6,26	6,27	6,27	6,43	
	P4	6,42	6,52	6,77	6,51	6,66	6,68	
Condutividade	P1	24	25	17	24	22	25	-
	P2	7	4	13	21	19	22	
	P3	17	14	14	21	22	19	
	P4	14	5	8	17	19	18	
Temperatura ambiente	P1	32,8	33,2	33,1	29,1	29,3	30,1	-
	P2	33,6	34,1	32,4	31,6	29,6	31,1	
	P3	33,4	32,6	31,9	31,7	25,8	29,6	
	P4	31,7	31,8	30,6	30,3	26,1	28,9	
Temperatura amostra	P1	27,9	28,1	26,1	27,3	27,1	25,5	-
	P2	28,7	28,6	28,3	26,5	26,5	25,3	
	P3	27,7	27,1	26,7	27,3	23,8	22,6	
	P4	28,6	28,5	26,8	25,9	25,1	26,6	

Resultados abaixo do valor mínimo permitido de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.

Fonte: Os autores (2020).

Tratando-se do parâmetro Oxigênio Dissolvido observa-se por meio da Tabela 5 que o único momento em que este parâmetro encontra-se abaixo do estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005 foi no mês de agosto/2019 e apenas no ponto 1. Tal fato pode ter ocorrido devido ao aumento da demanda de oxigênio dissolvido para decomposição da carga de matéria orgânica gerada na ocorrência de chuvas neste período. Isto é observado nos outros pontos durante o mesmo mês, pois apesar de encontrarem-se dentro do exigido na legislação, as concentrações de oxigênio dissolvido não ultrapassaram 6mg/L.

Outro fator de grande influência sobre as concentrações desse gás solúvel está na temperatura, onde a temperatura ambiente média foi de 32,8°C e temperatura média da amostra de 28°C. Conforme Kleerekoper (1990) o valor de oxigênio dissolvido relaciona-se de forma direta aos parâmetros de temperatura, atividades fotossintéticas das algas, e até à própria sazonalidade.

Quanto à temperatura, foi possível observar pouca variação da mesma da amostra para a do ambiente, sendo que o ponto 2 apresentou as maiores temperaturas durante as coletas tendo seu maior registro de temperatura ambiente em outubro/2019 quando mediu 34,1°C e de temperatura de amostra em agosto/2019 quando registrou 28,7°C.

O ponto 2 apresentou os melhores valores de oxigênio dissolvido conforme a Resolução CONAMA 357/2005, durante o período das coletas, apresentando média de 6,9 mg/L. Nota-se que no local há grande presença de corredeiras o que pode favorecer na oxigenação da água do curso.

Ao analisar o pH durante as coletas nos quatro pontos estes encontraram-se dentro do estabelecido da Resolução CONAMA 357/2005 e considerados próprios para atividades de recreação de contato primário pelas exigências a Resolução CONAMA 274/2000, pois conforme a mesma em seu artigo 2º, § 4º, as águas doces serão consideradas impróprias quando o pH for < 6,0 ou pH > 9,0, à exceção das condições naturais.

Com relação aos pHs mais baixos registrados, Lima e Kobayashi (1988) afirmam que a acidez dos mesmos pode estar relacionada ao perfil geológico do local de análise, pois locais mais ricos em argilas caulínicas e restos vegetais e sedimentos ricos em carbono podem tornar o curso de água mais ácido. Logo o pH local dependeu de sua origem e características naturais, podendo ser alterado pela adição de resíduos na água.

O parâmetro condutividade no ponto 2 registrou o menor valor de condutividade no mês de agosto/2019. Em contrapartida, condutividade mais alta observa-se no ponto 1, tendo o maior valor mais alto, de 25, no mês de outubro/2019 e junho/2020. É importante a determinação da condutividade, pois a mesma indica as variações na composição da água, especialmente na sua concentração mineral. A condutividade apresentada nos pontos de amostra ao longo dos meses, principalmente no ponto 1, ocorre devido fatores como a geologia da bacia e o regime das chuvas os quais tem potencial na influência da composição iônica dos corpos de água que podem alterar seus valores que aumentam conforme maior interação química com a rocha e com aporte significativo de efluentes (GOMES, 2011).

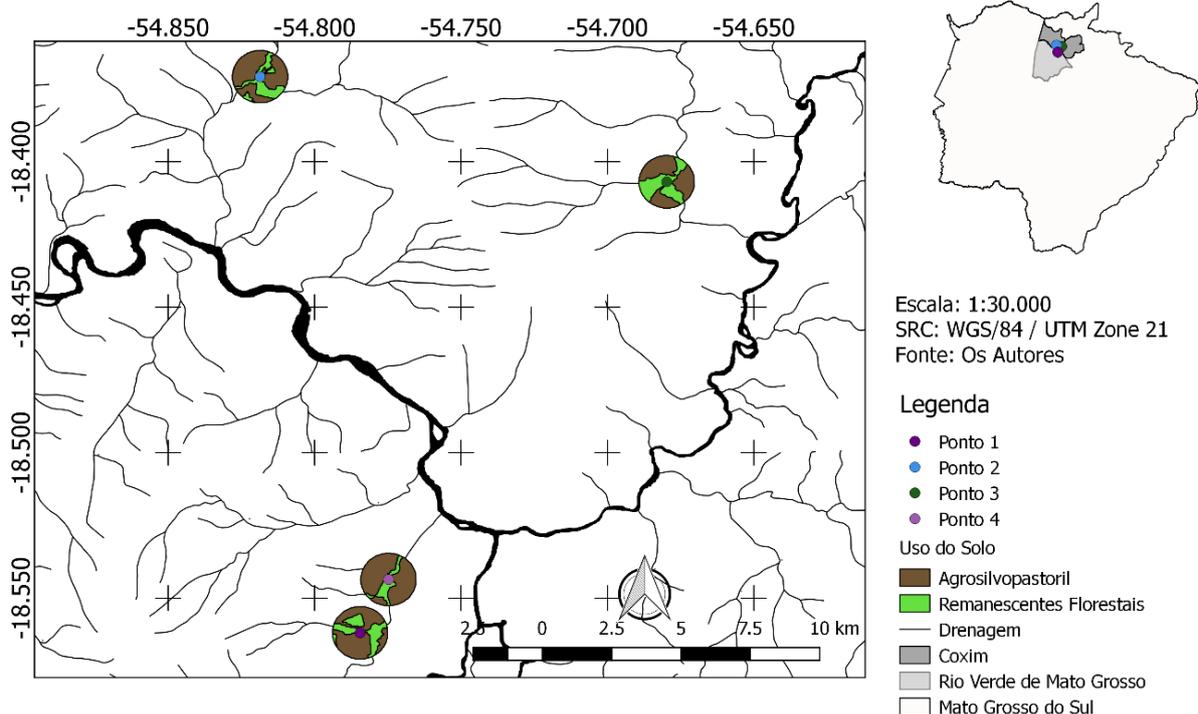
No ponto 1 o valor de condutividade apresenta ao longo dos meses valores mais altos comparados aos demais pontos. Desta forma, deverá haver monitoramento para averiguar quais os íons que estão dissolvidos e determinar se as alterações na condutividade elétrica ocorrem de forma natural ou são causadas por atividades antrópicas.

É possível que os índices pluviométricos locais influenciam diretamente na qualidade dos quatro pontos, pois nota-se que durante o período chuvoso os parâmetros, principalmente de Coliformes Termotolerantes, encontram-se fora das normas estabelecidas nas legislações vigentes. Apesar de todos os pontos serem classificados como impróprios, o ponto mais adequado para balneabilidade até o momento, é o ponto 4, apresentando os menores valores de Coliformes Termotolerantes e *Escherichia coli*,

demonstrando nos meses de outubro e dezembro excelente qualidade das suas águas para contato primário.

Com relação a influência do uso e ocupação da área de contribuição sobre a qualidade da água dos balneários, por meio do georreferenciamento foi possível obter os resultados apresentados na Figura 5.

**Figura 5** - Mapa de uso e ocupação do solo em 4 balneários



**Fonte:** Os autores (2020).

Foi possível verificar que a principal forma de uso do solo nos pontos amostrados, na escala analisada, é o uso agrosilvopastoril, que totalizou 71,81% da área total dos *buffers* analisados, e os remanescentes florestais totalizaram 28,08% da área total dos *buffers* analisados. De acordo com Silva (2003) no ano de 2000 as áreas ocupadas pelo uso agrosilvopastoril na Bacia do Alto Taquari correspondiam a 61,9% .

O sistema agrosilviopastoril é um sistema que diversifica a produção por meio do consórcio de árvores, culturas agrícolas, pastagens e animais (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2010), buscando desta forma efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema. O uso da água nas atividades agrosilvopastoris é destinado em sua maioria à irrigação exigindo grandes volumes de água. Porém em algum momento está retornará ao ciclo, devido á evaporação e infiltração. Já quando é utilizada para dessedentação animal e

limpeza na pecuária, apesar da água retornar ao ambiente na forma líquida ela retorna com grande perda de sua qualidade devido aos dejetos e urina animal (XAVIER, 2005).

O principal fator de contaminação da água advindo deste tipo de sistema no município do estudo é o consórcio ser integrado principalmente por lavouras e animais como bovinos, suínos e caprinos. Logo, muitos produtores acabam por adotar o uso de agroquímicos nas lavouras, e estes juntamente aos dejetos dos animais acabam sendo carregados para os cursos d'água locais, poluindo os mesmos. Nota-se, portanto, que em todos os pontos a maior parte da área é agrosilvopastoril que pode interferir na quantidade de coliformes encontrados no corpo hídrico dependendo também do manejo e as demais áreas de contribuição.

Há maior presença de atividades agrosilvopastoris no ponto 4, localizado próximo à diversas propriedades rurais. Este ponto apresentou concentrações de OD adequadas à balneabilidade, durante todos os meses segundo a legislação. No ponto 3 é onde mais observa-se presença de remanescentes de vegetação, devido à grande cobertura vegetal do seu entorno. Isso influencia na temperatura da água, na qual observou-se que durante os meses do estudo se manteve como sendo uma das mais baixas, pois a cobertura florestal ajuda na regulação do microclima de uma região, influenciando conseqüentemente na temperatura da amostra.

Segundo a UNESCO (2003) os impactos advindos do desmatamento em uma floresta, remetem a conseqüências graves como redução da evapotranspiração, redução da infiltração da água no solo, redução da fotossíntese, aumento considerável da ocorrência de vento sobre o solo e conseqüente aumento da temperatura.

#### **4 CONCLUSÃO**

Os balneários estudados apresentaram-se como impróprios para recreação de contato primário em ambos índices de balneabilidade estudados, entretanto, valores acima do permitido são encontrados em menor parte do tempo. Os valores de OD, pH e condutividade estão de acordo com os VMP estipulados pela resolução CONAMA 357/2005 para corpo hídrico de água doce enquadrado como classe 2.

É necessário o monitoramento e investigação da provável causa do aumento dos coliformes para que se possa aplicar práticas preventivas para manter o controle das condições de qualidade da água para fins de balneabilidade, garantindo o uso para recreação, a saúde da população e a qualidade da mesma.

## 5 AGRADECIMENTOS

Agradecimento à UEMS pela concessão da bolsa de iniciação científica (Edital UEMS/CNPq N° 01/2019) e aos funcionários da UEMS/Coxim que tornaram a realização deste trabalho possível.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, A. P. H. A. *et al.* **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/gestao-da-agua/sistema-de-gerenciamiento-de-recursos-hidricos/orgaos-colegiados>. Acesso em: 07 mar. 2019.

BRASIL. **Lei Federal de nº 9.433, de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 1997.

CÂMARA, G., SOUZA, R. C. M., FREITAS, U. M., GARRIDO, J SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v.20, n. 3, p. 395-403, 1996. [https://doi.org/10.1016/0097-8493\(96\)00008-8](https://doi.org/10.1016/0097-8493(96)00008-8)

CAMPOS, J. S.; CUNHA, H. F. A. Análise comparativa de parâmetros de balneabilidade em Fazendinha, Macapá-AP. **Biota Amazônia**. Macapá, v.5, n.110-118, 2015. <https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v5n4p110-118>

CETESB. Decisão de Diretoria 112/2013/E, de 9-4-2013. Dispõe sobre o estabelecimento dos valores limites do parâmetro *Escherichia coli* (*E.coli*), para avaliação da qualidade dos corpos de águas do território do Estado de São Paulo. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, Poder Executivo, São Paulo, SP, 12 abr. 2013. Caderno Executivo I (Poder Executivo, Seção I), edição n. 123 (68), p. 42 a 44.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2006.** São Paulo: CETESB, 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2020/09/Relatorio-da-Qualidade-das-Aguas-Interiores-no-Estado-de-Sao-Paulo-2019.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2021.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000.** Brasília, DF: CONAMA, 2000. Disponível em: [http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/Resolu%C3%A7%C3%A3o\\_Conama\\_274\\_Balneabilidade.pdf](http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/Resolu%C3%A7%C3%A3o_Conama_274_Balneabilidade.pdf). Acesso em: 20 jun. 2020.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 15 de junho de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF: CONAMA, 2005. Disponível em: [http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO\\_CONAMA\\_n\\_357.pdf](http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf). Acesso em: 20 jun. 2020.

EMBRAPA SOLOS. **Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos do Município de Coxim, MS.** Relatório Técnico. Convênio n. 5089-2004. 2ª fase, Rio de Janeiro, 2010.

GOMES, D. P. P.; ROCHA, F. A.; BARROS, F. M.; AMORIM, J. S. Avaliação de indicadores físico-químicos em uma seção transversal do rio Catolé em diferentes épocas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n. 13, 2011.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Malhas Territoriais. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=download>. Acesso em: 16 ago. 2020.

KLEEREKOPER, H. **Introdução ao estudo da limnologia**. Porto Alegre, RS: Ed. Da UFRGS, 1990.

LEBARON, P.; HENRY, A.; LEPEUPLE, A.-S.; PENA, G.; SERVAIS, P. An operational method for the real-time monitoring of *E. coli* numbers in bathing waters. **Marine Pollution Bulletin**. v.50, p. 652-659, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.01.016>

LIMA, W. N.; KOBAYASHI, C. N. Sobre o quimismo predominante nas águas do sistema flúvio-estuarino de Barcarena, PA. **Geochimica Brasiliensis**, v. 2, n.1, p.53-71, 1988.

MARQUEZI, M. C.; GALLO, C. R.; DIAS, C. T. S. Comparação entre métodos para a análise de coliformes totais e *E. coli* em amostras de água. **Rev. Inst. Adolfo Lutz** (Impr.) v. 69, n.3, 2010.

OLIVEIRA NETO, S. N.; DO VALE, A. B.; NACIF, A. P.; VILAR, M. B.; DE ASSIS, J. B. **Sistema agrossilviopastoril: integração lavoura, pecuária e floresta**. Sociedade de Investigações Florestais. Viçosa, MG, 190p, 2010.

QGIS. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. 2020. Disponível em: <http://qgis.org>. Acesso em: 16 ago. 2020.

SANTOS, L. T. S. O.; DE JESUS, T. B.; NOLASCO, M. C. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade das águas superficiais do rio Subaé, Bahia. **Geographia Opportuno Tempore**, Londrina, v.1, n. 1, p. 68-79, jan./jun. 2014.

SILVA, J. S. V. **Análise multivariada em zoneamento para planejamento ambiental: estudo de caso - bacia hidrográfica do alto Rio Taquari MS/MT**. 2003. 307 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Disponível em <http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/informatica/TeseJoaoVila.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2020.

SOUZA, N. P. NELSON, S. P. BADIALLI, J. E. L. LIMA, M. A. V. & PADUA, S. M. Como compatibilizar conservação, desenvolvimento e turismo: a experiência do baixo Rio Negro, Amazonas. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 3, n. 2, p. 173-190, 2010. <https://doi.org/10.34024/rbecotur.2010.v3.5874>

UNESCO. **Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**. Série Políticas Públicas. Caderno n. 27, 2003.

USGS. United States Geological Survey. **Earth Explorer**. 2019. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 16 ago. 2020.

WHO. World Health Organization. **Guidelines for a safe recreational water environments**. Genebra, 2003. v. 1.

WOLKMER, M. F. S.; PIMMEL, N. F. Política nacional de recursos hídricos: governança água e cidadania ambiental. **Revista Sequência**, Florianópolis, v. 34, n. 67, 2013. <https://doi.org/10.5007/2177-7055.2013v34n67p165>

XAVIER, C. F. **Avaliação da influência do Uso e Ocupação do solo e características geomorfológicas sobre a qualidade das águas de dois reservatórios da região metropolitana de Curitiba - Paraná.** Dissertação, Universidade Federal do Paraná – UFPR, 167 p. Curitiba, 2005.