



ANÁLISE DA BALNEABILIDADE E QUALIDADE DA ÁGUA DE FLUTUANTES ÀS MARGENS DO IGARAPÉ TARUMÃ-AÇU, MANAUS/AM.

Isabela Marinho Rodrigues⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade do Estado do Amazonas (EST/UEA).

Valdete Santos de Araújo⁽²⁾

Especialista em Educação Ambiental e Recursos Hídricos pelo Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, CRHEA-EESC-USP, Mestra em Engenharia Urbana pela UFSCar e Doutora em Engenharia de Transportes pela UFRJ.

Endereço⁽¹⁾: Rua/Av. Darcy Vargas, Número 1200 – Parque 10 de Novembro - Manaus - Amazonas - CEP: 69050-020 - Brasil - Tel: +55 (92) 3348-7601 - e-mail: isabela_mrodrigues@hotmail.com.

RESUMO

O presente trabalho visa realizar a análise das águas do Igarapé Tarumã-Açu, no Rio Negro, a montante e a jusante do trecho compreendido entre os flutuantes Abaré e Sun Paradise para o enquadramento do corpo hídrico nas classes própria ou imprópria, conforme Resolução CONAMA n.357/2005. O principal indicador para classificação das águas é a quantidade de coliformes termotolerantes. Esse indicador reflete um ambiente propício para a presença de vírus e bactérias podendo causar doenças, sendo assim necessário o estudo dessas águas para garantir qualidade adequada de balneabilidade e assegurar o bem-estar da população. Para complementar a pesquisa, optou-se pela determinação concomitante do índice de qualidade da água (IQA), como medida informativa. Os parâmetros estudados são pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, resíduos totais, nitrogênio total, fósforo total, temperatura e turbidez. Primeiramente foram definidos os pontos e datas de coleta para em seguida realizar a amostragem. Os ensaios foram realizados durante no início de junho, utilizando o Ecolit II, para identificação da classe de balneabilidade e cálculo do IQA. Por fim, foi possível enquadrar o local na classe própria de balneabilidade e constatou-se que o IQA não é próprio para aplicação na região, indicando qualidade regular a muito ruim.

PALAVRAS-CHAVE: Balneabilidade, qualidade da água, recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

A região dos flutuantes do Igarapé do Tarumã-Açu possui grande fluxo de banhistas, entre moradores da cidade e turistas. Sendo assim, essa área é considerada um forte atrativo turístico da cidade de Manaus e um ponto importante para a economia do Estado. As águas superficiais provenientes de rios, mares e lagoas podem ser usadas para balneabilidade, ou seja, para as atividades de recreação de contato primário (ARGENTON, 2004). De acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005, o nível de balneabilidade de um corpo hídrico, seja de águas doces, salgadas ou salobras, pode afetar diretamente a saúde e o bem-estar humano. Dessa forma, o estudo desses níveis possui grande importância para assegurar a qualidade de vida da população que usa essas águas direta ou indiretamente.

Segundo Lopes, Magalhães e Von Sperling (2013, p.29), a água usada para fins de recreação precisa ter condições específicas de qualidade, ou seja, “requisitos que atendam às condições de balneabilidade, considerando o risco oferecido à saúde humana pela exposição direta e prolongada a organismos patogênicos, cianotoxinas, insetos vetores, metais pesados, óleos e graxas, presentes em corpos hídricos contaminados”.

O principal indicador para a classificação das águas em relação à balneabilidade é a quantidade de coliformes fecais, e existem muitos fatores que podem contribuir para a ocorrência desses elementos no corpo hídrico, como a presença de córregos que deságuam no rio, o lançamento de esgoto sanitário e a disposição final de dejetos domésticos nas proximidades, a frequência de chuvas na região e a quantidade de banhistas que frequentam o local. A presença de coliformes gera um ambiente propício para a presença de vírus e bactérias, que podem causar diversas doenças de veiculação hídrica, sendo a mais comum a gastroenterite (CETESB, 2018). Outras enfermidades que costumam acometer os banhistas em locais públicos são a hepatite A, cólera e disenteria. Dessa forma, a qualidade das águas “pode se tornar um caso de saúde pública em função de seu envolvimento” (BERG, GUERCIO e ULBRICHT, 2013).



A qualidade da água existente resulta de fenômenos naturais e do nível de interferência do homem. Para definir o nível de qualidade dos recursos hídricos, um conjunto de impurezas é usado como parâmetro para definição, sendo caracterizada em função do uso e ocupação da bacia hidrográfica e de fenômenos naturais (VON SPERLING, 2014). Saad *et al* afirmam que a água é um dos principais meios de proliferação de agentes patogênicos (2007) e por isso deve ser foco de pesquisas e análises para constante acompanhamento de sua qualidade. Para Von Sperling (2007), a determinação do IQA não possui finalidade de comprovar o atendimento à legislação ambiental, mas de informar a real condição ambiental do local estudado para o público.

OBJETIVO

Analisar a balneabilidade e o IQA das águas do Igarapé Tarumã-Açu, na Praia Dourada, no trecho compreendido entre os flutuantes de maior procura para lazer e recreação Manauara.

CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O Igarapé Tarumã-Açu é um afluente do Rio Negro, que faz parte da Bacia Hidrográfica Amazônica, a qual representa mais de 60% do potencial hídrico do Brasil (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2006). O pico da cheia acontece, geralmente, no mês de junho, e a estiagem começa em julho (PORTO DE MANAUS, 2018). Possui águas ácidas, com pH variando de 3,8 a 4,9 (ZEIDERMANN, 2001).

Por possuir grandes magnitudes, a poluição proveniente de igarapés urbanos que deságuam no Rio Negro se dilui rapidamente, caracterizando uma vantagem em relação aos rios menores (ANA, 2015). A Figura 1 ilustra o a localização da área de estudo, que é a região dos flutuantes do Tarumã-Açu.

Os flutuantes, representados na Figura 2, são uma opção de lazer no Amazonas por serem espaços com estrutura para banho seguro no Rio Negro e, segundo a Feitoza (2017), estão se aperfeiçoando cada vez mais e “oferecendo alimentação fit, baladas integradas, práticas esportivas como SUP e Wakeboarding e até ações voltadas para a limpeza do rio”, e alguns deles oferecem também serviços de hospedagem.



Figura 1: Localização dos pontos de estudo.



Figura 2: Flutuantes no Rio Negro e área de banho.

METODOLOGIA

Para a determinação dos pontos de coleta utilizou-se como base as pesquisas de Vasilio (2006) e Arcos (2009) e as considerações da Resolução CONAMA nº 357/2005. Portanto, foi realizado um levantamento dos flutuantes comerciais existentes do trecho principal do Tarumã-Açu e definiram-se dois pontos com base na frequência semanal de visitantes e na facilidade de acesso, que serão chamados de P1 e P2. A amostragem foi realizada entre os dias trinta de maio e quatro de junho de 2018.

A amostragem foi realizada nos horários de maior aglomeração dos banhistas, seguindo as recomendações da Resolução CONAMA nº 357/2005 e do Manual Técnico de Coleta de Amostras de Águas disponibilizado pelo Ministério Público de Santa Catarina, entre as 10h30min e 13h00min, com a utilização de recipientes de plástico próprios para coleta de águas, devidamente lavados e esterilizados. Para a coleta foram utilizadas luvas de borracha para evitar contaminação e as amostras foram etiquetadas para identificação. A armazenagem foi feita em geleira de isopor com bolsas de gelo para refrigeração das amostras do momento da coleta até o local de ensaio.

Os ensaios necessários para determinação da balneabilidade do corpo hídrico é o pH e a contagem de coliformes termotolerantes. Para isso, foi utilizado o aparelho portátil “pH Checker” da marca Hanna para a determinação de pH por meio do ensaio *in loco* e para o ensaio termotolerantes, foram realizadas as coletas e, em seguida, encaminhadas para um laboratório terceirizado, visto que este parâmetro requer experiência para sua correta determinação.

Os parâmetros necessários para o cálculo do IQA são pH, temperatura, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, turbidez, nitrogênio total, fósforo total e resíduos totais. Os resultados obtidos nos ensaios de balneabilidade foram utilizados no cálculo do IQA, enquanto os demais indicadores foram determinados por meio da metodologia Alfakit conforme realizado por Lopes (2007), com o Ecokit II, demonstrado na Figura 3. Os ensaios de temperatura e pH foram realizados no momento da coleta, assim como a determinação da condutividade, enquanto os demais foram realizados em laboratório.



Figura 3: Kit utilizado para determinação dos parâmetros físico-químicos.

Para o enquadramento do trecho estudado nas classes de balneabilidade foi utilizada a Tabela 1 para comparação dos resultados obtidos do ensaio de coliformes fecais de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. Além disso, ainda de acordo com a Resolução supracitada, o pH deve estar entre 6,0 e 9,0.

Tabela 1: Limites máximos de concentração de coliformes segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005.

CLASSE	SUBCLASSE	COLIFORMES FECAIS	<i>E. COLI</i>	ENTEROCOCOS
Própria	Excelente	250	200	25
	Muito Boa	500	400	50
	Satisfatório	1000	800	100
Imprópria	-	2500	2000	400

As águas podem ser classificadas como impróprias quando houver grande quantidade de casos de doenças de veiculação hídrica na região, floração de algas ou a presença de resíduos de esgotos sanitários, que tornem a recreação desagradável. Em relação ao pH, é aceitável valores divergentes do supracitado quando representar as condições naturais do corpo hídrico (CONAMA, 2005).

Com os resultados de todos os ensaios, foi possível dar continuidade ao cálculo do IQA, seguindo as orientações do CETESB (2016) e ANA (2018). A fórmula (1) utilizada está descrita abaixo:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad \text{equação (1)}$$

O “q” é o valor de qualidade, encontrado com base nos gráficos da Figura 4, que utiliza os resultados numéricos dos ensaios realizados para encontrar o valor “q” através da curva de qualidade de cada parâmetro. São nove gráficos, um para cada parâmetro, e no canto superior direito de cada um está o valor de “w” que deve ser utilizado, representando o peso de cada indicador. É importante ressaltar que esse índice não é totalmente confiável, pois não inclui fatores importantes para a avaliação do abastecimento público, como a presença de substâncias tóxicas e de protozoários patogênicos (ANA, 2018).

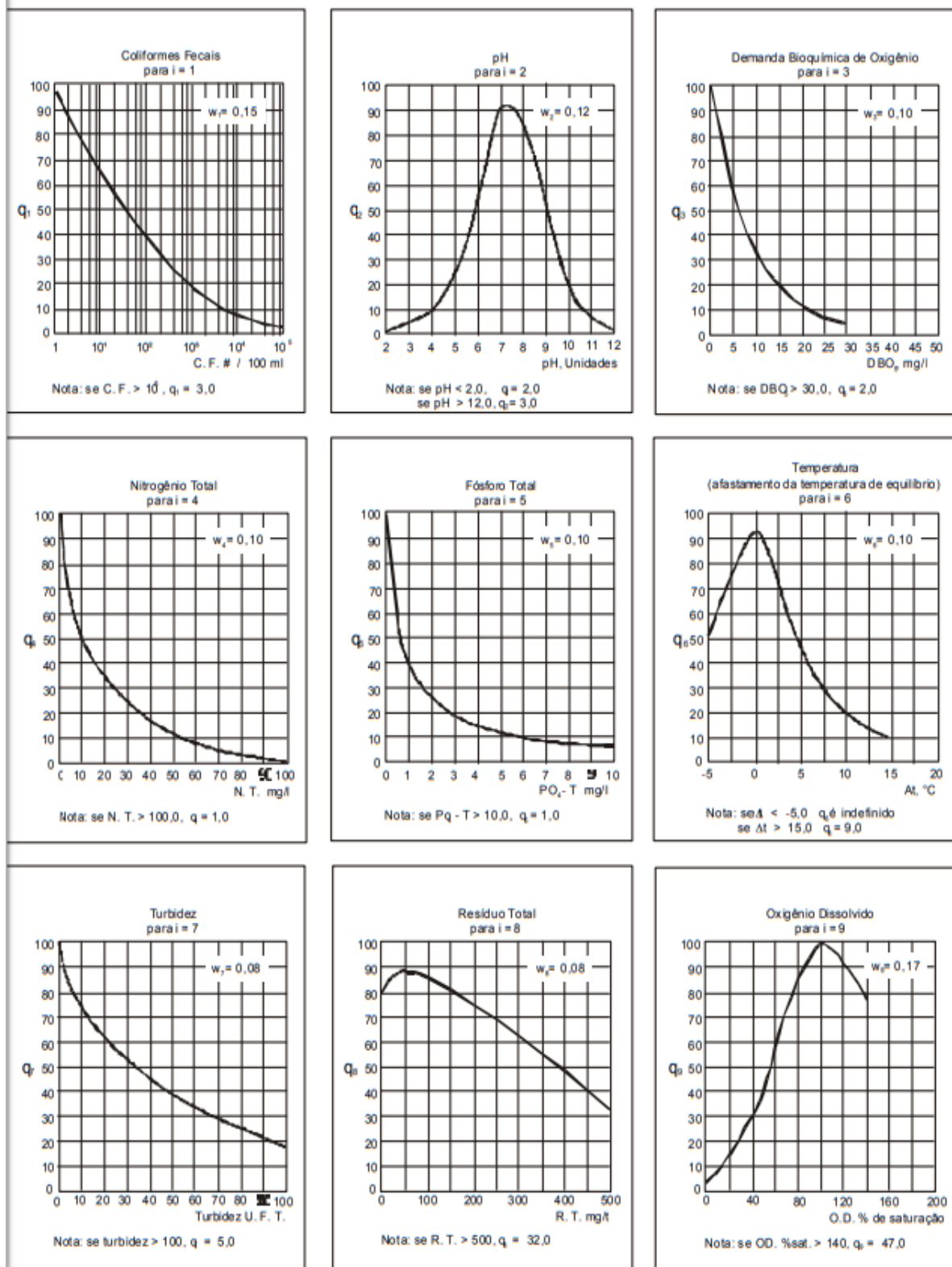


Figura 4: Gráficos para determinação do valor de qualidade de cada parâmetro.

Com a finalização dos ensaios, comparações e cálculos, foi possível determinar o nível de balneabilidade da área estudada. Com o resultado do cálculo do IQA foi avaliado se a água possui qualidade ótima (resultado entre 79 e 100), muito boa ($51 < IQA \leq 79$), regular ($36 < IQA \leq 51$), ruim ($19 < IQA \leq 36$) ou muito ruim ($IQA \leq 19$).



RESULTADOS

A amostragem foi corretamente executada entre os dias trinta de maio e quatro de junho de 2018, com um intervalo de 24 horas entre cada coleta, nos pontos identificados com a maior frequência de banhistas. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em geleiras de isopor para constância de temperatura, como demonstrado na Figura 5, de forma a preservar o máximo possível as características originais do corpo hídrico. No momento da coleta foram realizadas as medições do pH, temperatura e condutividade, conforme a Figura 6.

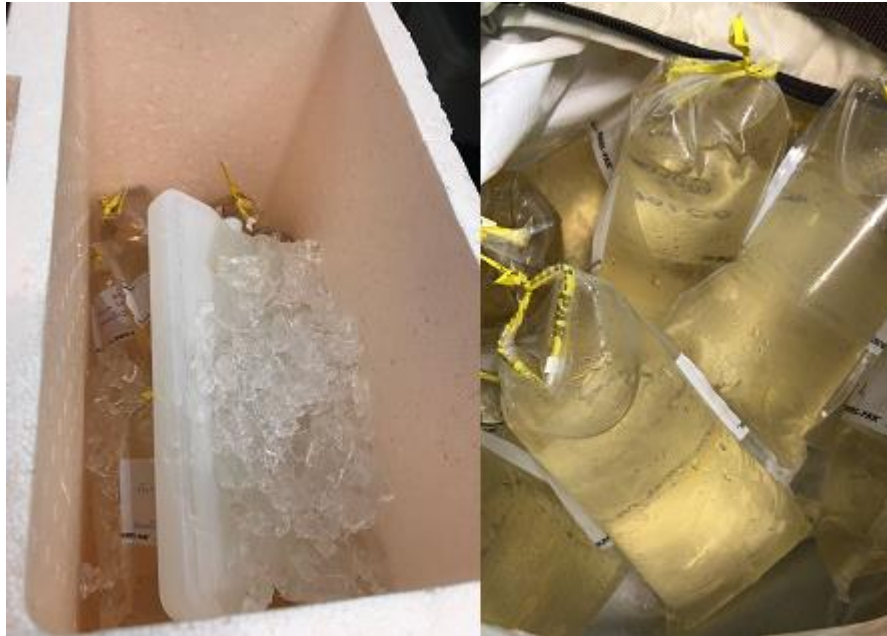


Figura 5: Isopor com gelo e amostras.



Figura 6: Ensaios de pH, condutividade e temperatura sendo realizados in loco.

Na semana subsequente, entre os dias cinco e dez de junho, foram realizados os ensaios necessários e os devidos cálculos, para compor a Tabela 2 abaixo, onde constam as médias aproximadas dos resultados de cada



parâmetro para os pontos P1 e P2. Ainda, na mesma tabela, estão representados os valores equivalentes de “q” e o peso “w”, encontrados a partir da Figura 3 mostrada anteriormente. Em seguida, a Figura 7 representa alguns dos ensaios realizados em laboratório.

Tabela 2: Média dos resultados dos parâmetros estudados.

PARÂMETRO	RESULTADO APROXIMADO		VALOR “Q” EQUIVALENTE		PESO
	P1	P2	Q1	Q2	
pH	5,6	5,6	30,6	30,6	0,12
Condutividade	13,7	11,6	-----	-----	-----
Temperatura	30°	31°	9	9	0,10
Oxigênio Dissolvido	84%	78%	98	78	0,17
Demanda Bioquímica de Oxigênio	0,6mg/l	1,2mg/l	95	90	0,10
Nitrogênio Total	0,9mg/l	0,83mg/l	70	72	0,10
Fósforo Total	1 mg/l	1 mg/l	50	50	0,10
Turbidez	<25 NTU	<25 NTU	90	90	0,06
Resíduos Totais	2 mg/l	2 mg/l	85	85	0,08
Coliformes Termotolerantes	<1000 UFC/100ml	<1000 UFC/100ml	30	30	0,15



Figura 7: Análise dos resultados de Oxigênio Dissolvido, Amônia e Ortofosfato de uma das amostras.

Conforme estabelecido pela Resolução supracitada, o pH das amostras deve estar entre 6,0 e 9,0. Porém, conforme explicitado na caracterização do local, sabe-se que o Rio Negro possui pH variando naturalmente entre 3,8 e 4,9. Portanto, era sabido que esse parâmetro não estaria de acordo com a Resolução, fato este que foi comprovado com a realização dos ensaios e, dessa forma, é necessária uma adaptação para enquadramento no Rio Negro. Arcos, Cunha e Bringel (2009) declaram que os valores de pH para balneabilidade devem ser repensados de forma a respeitar as particularidades do Rio Negro.

O IQA não é o foco principal deste trabalho. Porém, segundo Von Sperling (2007), esse índice é importante para informar ao usuário do corpo hídrico sobre nível de qualidade das águas daquele determinado local. Em caso negativo, é possível determinar as consequências de uma atividade potencialmente poluidora (VON SPERLING, 2014). Seguindo a metodologia proposta, obtiveram-se os resultados de IQA para os flutuantes P1 e P2, expostos na Tabela 3 a seguir, juntamente com a classe de balneabilidade, determinada com base no valor obtido pela empresa responsável pela execução do ensaio.



Tabela 3: Classe de balneabilidade e qualidade da água de P1 e P2.

FLUTUANTE	BALNEABILIDADE	IQA	QUALIDADE DA ÁGUA
P1	Própria	45,5	Regular
P2	Própria	35	Ruim

Sendo assim, pode-se afirmar que o trecho do Igarapé do Tarumã-Açu que engloba os mais conhecidos flutuantes da cidade de Manaus possui águas favoráveis para banhistas, entrando na classe própria de classificação de balneabilidade segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005. Com isso, será possível a divulgação dos resultados da pesquisa por meio de placas informativas no local, constando as informações de que as águas daquele local enquadram-se na classe própria de balneabilidade. Porém, a qualidade da água obtida pela metodologia IQA foi considerada de regular a ruim.

CONCLUSÕES

Com a pesquisa preliminar, observou-se a necessidade de revisão da Resolução nº 357/2005, visto que o pH do Rio Negro é ácido demais para se enquadrar na categoria própria de balneabilidade, apesar de existir a exceção para corpos hídricos que naturalmente possuam valores inferiores a 6,0. Posteriormente, foi possível observar que esse valor também interfere no IQA, assim como outros parâmetros.

Com a execução deste trabalho foi possível enquadrar o trecho do Tarumã-Açu onde se localizam grande parte dos flutuantes da cidade na classe própria de balneabilidade, possuindo menos de mil unidades formadoras de colônias de coliformes termotolerantes a cada 100 mililitros de água. Esse resultado é de grande importância para o Estado do Amazonas e para a população, pois essa atividade representa uma alta porcentagem da economia amazônica, por se tratar de uma das mais utilizadas opções de lazer do amazonense, atraindo moradores e turistas e gerando dezenas de empregos.

Em contrapartida, os resultados obtidos para o índice de qualidade da água não foi satisfatório, sendo enquadrado na categoria regular e ruim. Porém, esse resultado pode ser explicado a partir da análise dos valores obtidos em alguns parâmetros. Foi constatado que o pH do Rio Negro é mais ácido que os demais rios brasileiros e na curva de qualidade do IQA as águas ácidas possuem valores que exprimem má qualidade, o que não é necessariamente verdade. Ainda, observa-se que a temperatura na região amazônica é mais elevada, fazendo com que as primeiras camadas de água do rio sejam mais quentes que o desejável pelo índice.

O pH ácido e a temperatura mais elevada são particularidades do Rio Negro que não representam adversidades para a vida aquática nem para a qualidade em si da água. Porém, ao realizar o cálculo do IQA com estes valores, obteve-se resultado regular para P1 e ruim para P2, enquanto que se esses valores fossem considerados “normais” pelo índice, o rio seria de qualidade muito boa a regular. Portanto, faz-se necessário um estudo de adequação do IQA para aplicação na região amazônica.

Por fim, Scandelai, Solina e Souza (2012) afirmam que apesar da existência de políticas para manutenção da qualidade da água, é necessário que exista o frequente monitoramento e fiscalização. Portanto espera-se que, em relação à balneabilidade, a qualidade seja mantida, de forma a assegurar os padrões adequados de saúde pública.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALENCAR, E. V. M. *et al. Qualidade físico-química e microbiológica da água consumida em uma escola de Teresina. Revista MEDLAB*, v.2, n.1, 2016.
2. ARCOS, A. N., CUNHA H. B.; BRINGEL, S. R. B. *Condições de Balneabilidade e Avaliação do Índice de Qualidade de Três Praias do Rio Negro, Manaus-AM. INPA*, 2009.
3. ARGENTON, E. C. *Limnologia, balneabilidade e impactos ambientais: uma análise temporal e espacial na represa do Lobo (Broa), Itapirina/Brotas – SP. Dissertação (Mestrado) – Curso de mestrado em Ciência da Engenharia Ambiental – Universidade de São Paulo*, 2004.
4. BERG, C.H.; GUERCIO, M. J.; ULBRICHT, V. R. *Indicadores de balneabilidade: a situação brasileira e as recomendações da World Health Organization. International Journal of Knowledge Engineering and Management*. v. 2, n. 3, p.83-101, 2013.



5. BRASIL. Agência Nacional das Águas. *Indicadores de qualidade – Índice de qualidade das águas (IQA)*. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>> Acesso em 18 de Mar. De 2018.
6. BRASIL. Agência Nacional de Águas. *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Regiões Hidrográficas Brasileiras*. Edição especial, 163 f. Brasília, 2015.
7. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. *Caderno da Região Hidrográfica Amazônica*. 124 f. Brasília, 2006.
8. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA N° 357*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em 18 de Mar. de 2018.
9. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. *Apêndice D: Índice de Qualidade das Águas: relatórios e apêndices*. São Paulo, 2016.
10. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. *Balneabilidade*. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/praias/balneabilidade/>> Acesso em: 15 de Mar. 2018.
11. FEITOZA, L. *Flutuantes são a pedida para amenizar o calor durante o fim de semana*. Portal Acrítica, 2017. Disponível em: < <https://www.acritica.com/channels/entretenimento/news/para-se-refrescar-flutuantes-sao-pedida-para-o-calor-amazonense>>. Acesso em: 26 de Jul. de 2018.
12. FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F. B. T.; VANZELA, L. S. *Utilização dos parâmetros coliformes totais e fecais e oxigênio dissolvido na avaliação da qualidade de água para irrigação na microbacia do córrego Três Barras, Marinópolis, SP*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 17., 2007, Bonito.
13. LOPES, F. W. A. *Avaliação da qualidade das águas e condições de balneabilidade na bacia do Ribeirão de Carrancas – MG*. 107 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de mestrado em Engenharia Florestal – Universidade Federal de Lavras, 2007.
14. LOPES, F. W. A.; MAGALHÃES JR, A. P.; VON SPERLING, E. *Balneabilidade em Águas Doces no Brasil: Riscos a Saúde, Limitações Metodológicas e Operacionais*. *Revista Brasileira de Geografia Médica e Saúde*, 2013.
15. MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA. *Manual Técnico para Coleta de Amostras de Água*. Coleção: Suporte Técnico Jurídico, 2018.
16. PORTO DE MANAUS. *Nível do Rio Negro*. Disponível em: <<https://www.portodemanaus.com.br/?pagina=niveis-maximo-minimo-do-rio-negro>> Acesso em 20 Mar. 2018.
17. SAAD, A. R. *et al. Índice de Qualidade da Água – IQA do reservatório do Tanque Grande, município de Guarulhos, São Paulo State, Brazil: 1990-2006*. *Revista eletrônica UnG- Geociências*. v.6, n.1, p.118-133. 2007.
18. SCANDELA, A. P.; SOLINA, M. R. F.; SOUZA, A. T. *Avaliação da balneabilidade e qualidade da água da Represa Laranja-Doce no município de Martinópolis-SP*. *Colloquium Exactarium*. v.4, n.2, p.31-36, 2012.
19. VASILIO, V. *Balneabilidade, Índice de Qualidade da Água e bioensaios de Toxicidade nas praias do Reservatório de Ilha Solteira/SP*. 148 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de especialização em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais – Universidade Estadual Paulista, 2006.
20. VON SPERLING, Marcos. *Estudos e modelagem da qualidade da água de rios*. 588 p. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 7).
21. VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 4. Ed. 452 p. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v.1).
22. ZEIDERMANN, Karina. *O Rio das Águas Negras*. In: OLIVEIRA, Alexandre; DALY, Douglas C. (Orgs). *Florestas do Rio Negro*. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.