

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA QUANTO A BALNEABILIDADE DA LAGOA DO JAPONÊS EM PINDORAMA DO TOCANTINS/TO

WATER QUALITY EVALUATION IN TERMS OF BATHING OF THE JAPONÊS
LAGOON IN PINDORAMA DO TOCANTINS (TO) - BRAZIL

**Tauana Leticia Pereira Santana¹, Maria Paula Pereira Honorato¹, Diogo Pedreira Lima², Ângelo
Ricardo Balduino³.**

Sabe-se que os padrões de qualidade das águas devem atender aos usos múltiplos do corpo hídrico, e para muitas utilizações existem legislações específicas para a garantia desta qualidade, como é o caso das atividades de recreação de contato primário, regulamentada pela Resolução CONAMA nº 274/2000, que classifica as águas brasileiras quanto a sua balneabilidade em próprias ou impróprias. Com o objetivo de avaliar e classificar as condições de balneabilidade da Lagoa do Japonês, localizada no município de Pindorama do Tocantins - TO, a qualidade da água foi monitorada em três pontos de amostragem durante cinco semanas consecutivas. A análise microbiológica foi realizada através do Método do Substrato Cromogênico (Colilert), que determinou o Número Mais Provável (NMP/100ml de água) do grupo de *Escherichia coli* seguindo a metodologia descrita por Standard Methods. Os resultados detectaram pequenas concentrações do parâmetro monitorado, que confrontado com os valores especificados pela Resolução CONAMA nº 274/2000 classificou o balneário na categoria própria e subcategoria excelente, sendo constatado que a quantidade de *E.coli* presente no corpo hídrico é diretamente proporcional à pluviosidade e ao volume de banhistas. Também foram analisados alguns parâmetros físico-químicos que interferem na qualidade e na estética da água.

Palavras-chave: Poluição. Análise Microbiológica. *Escherichia coli*. Parâmetros Físico-químicos.

It is known that water quality standards must meet the multiple uses of the water body and for many uses there are specific legislation to guarantee this quality, as is the case of primary contact recreation activities, regulated by CONAMA Resolution No. 274 / 2000, which classifies Brazilian waters in terms of bathing proper or improper. In order to evaluate and classify the bathing conditions of the Japanese Lagoon, located in the city of Pindorama do Tocantins (TO) - Brazil, the water quality was monitored at three sampling points during five consecutive weeks. Microbiological analysis was performed using the Chromogenic Substrate Method (Colilert), which determined the Most Probable Number (MPN / 100ml of water) of the *Escherichia coli* group following the methodology described by Standard Methods. The results detected small concentrations of the monitored parameter, which compared to the value specified by CONAMA Resolution No. 274/2000 classified the balneary in the proper category and excellent subcategory, being verified that the amount of *E. coli* present in the water body is directly proportional the rainfall and the volume of bathers. We also analyzed some physicochemical parameters that interfere in the quality and aesthetics of the water.

Key words: Pollution. Microbiological analysis. *Escherichia coli*. Physicochemical Parameters.

¹ Bacharel em Engenharia Civil pelo Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos - ITPAC PORTO; Endereço para correspondência Rua Belarmina Prado Aires, Nº1731, Nova Capital, Porto Nacional-TO, CEP 77500-000. E-mails: tauanaleticia@hotmail.com.br, mariapaulaph17@hotmail.com.

² Mestre, Departamento de Engenharia Civil, Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos, Porto Nacional, TO, Brasil. Rua 02, Quadra 07, s/n, Jardim dos Ypês, CEP 77500-000. E-mail: diopli@gmail.com.

³ Doutorando, Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, Brasil. Quadra 109 Norte, Avenida NS-15, ALCNO-14, Plano diretor Norte, CEP 77001-090. E-mail: angelo@ifto.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural vital para existência da vida na Terra, por ser conhecida como um solvente global está presente em todos os aspectos da vida humana, ou seja, seus usos estão relacionados desde o desenvolvimento industrial e agrícola até os valores culturais e religiosos presentes na sociedade.

Por muito tempo a água foi um recurso considerado abundante e infinito, porém, sabe-se que com o aumento da população mundial seu nível de consumo e de poluição se agravou, tornando-a muitas vezes inutilizável e escassa. Neste contexto, torna-se importante saber como a mesma se distribui no nosso planeta (MELO; NASCIMENTO; PINTO, 2014).

Segundo Sperling (2005) do total de água presente na terra, apenas 0,8% compreende a água doce, sendo que deste valor apenas 3% são águas superficiais de fácil extração, o que torna importante a preservação dos corpos hídricos para a garantia do bem estar da população.

Para Grassi (2001), a questão quanto à qualidade da água disponível é tão ou mais relevante que a questão envolvendo sua quantidade, pois a qualidade dos cursos de água vem diminuindo bastante no decorrer dos anos. Depois da Segunda Guerra Mundial foram observados aumentos significativos de industrialização e urbanização, conseqüentemente os problemas de poluição da água se intensificaram.

Agentes poluidores como sólidos em suspensão, organismos patogênicos, substâncias orgânicas não biodegradáveis, compostos metálicos e entre outros, passaram a ser encontrados em maiores concentrações, em virtude principalmente do lançamento de efluentes domésticos e industriais sem o devido tratamento e de águas poluídas provenientes da drenagem agrícola e urbana.

A existência de organismos patogênicos e alguns compostos químicos, como os metais, além de reduzirem a qualidade das águas, afetam diretamente a saúde da população, podendo provocar uma série de doenças de veiculação hídrica.

Conforme Funasa (2014), as doenças relacionadas à água são decorrentes da poluição química ou biológica. Os poluentes químicos, como os metais pesados, apresentam toxicidade aos seres vivos, que varia conforme sua concentração, tempo de exposição e suscetibilidade individual. A biológica é causada pelos organismos patogênicos, especialmente vírus, bactérias, helmintos e protozoários, sendo que a transmissão pode ocorrer diretamente ou indiretamente.

Os microrganismos transmitidos pela água têm como principal rota de contaminação a fecal-oral, ou seja, ocorre quando a água contaminada com organismos patogênicos é ingerida pelo ser humano (MARQUEZI; GALLO; DIAS, 2010).

Segundo Cetesb (2016), as doenças veiculadas a utilização da água para recreação ou lazer, respondem rapidamente ao tratamento, não possuem efeitos de longo período na saúde dos seres humanos, podendo ter tratamentos simples ou até mesmo nenhum. Sobre as doenças, a disenteria, hepatite A, cólera e febre tifoide, são algumas das mais graves; outras de menor gravidade incluem infecções de garganta, olhos, nariz e ouvidos; já a doença mais comum relacionada à água poluída é a gastroenterite.

Dependendo da finalidade para qual a água será utilizada ela deve respeitar um padrão de qualidade. Para muitas situações existem legislações, como as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, que determinam esse padrão de qualidade baseando-se em parâmetros físicos, químicos ou biológicos.

A utilização do corpo hídrico para atividade de recreação de contato primário, como atividades de mergulho, natação e esqui aquático, é regulamentada pela Resolução CONAMA nº 274/2000 que define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras, classificando as águas doces, salobras e salinas em próprias (excelente, muito boa e satisfatória) ou impróprias, baseado nas concentrações de coliformes totais, *Escherichia coli* ou Enterococos, sendo o último utilizado apenas para águas marinhas.

Libâneo (2005) afirma que as bactérias do grupo dos coliformes são utilizadas para este fim por que estão em grandes concentrações nos esgotos domésticos (10^6 a 10^8 organismos/ml) e nas fezes humanas (1/3 a 1/5 do peso das fezes), desta

forma eleva-se a probabilidade de detecção dos mesmos.

Segundo Lopes, Sperling e Magalhães Jr (2015) quando utilizados mais de um parâmetro microbiológico para a classificação das águas quanto à balneabilidade, utiliza-se o indicador mais restritivo, que no caso das águas doces compreende ao *E. coli*.

A classificação das águas brasileiras quanto a sua balneabilidade é de suma importância, pois tem a função de informar aos banhistas, se o corpo hídrico pode ser utilizado para as atividades de recreação e lazer, sem que haja qualquer comprometimento da sua saúde e bem estar.

Lopes; Sperling e Magalhães (2015) afirmam que a utilização dos corpos d'água para atividade de recreação e lazer sempre teve importância na cultura humana, tendo crescido ao longo dos últimos anos. Países como o Brasil, que possuem clima favorável e grande disponibilidade de recursos hídricos, propiciam a prática de atividades de recreação de contato primário, promovendo o contato direto com as águas do mar, rios, cachoeiras, represas e lagoas.

A Lagoa do Japonês, localizada no município de Pindorama do Tocantins, está se tornando um importante potencial turístico da região, sendo muito utilizada para as atividades de recreação de contato primário. No entanto, suas condições de balneabilidade até o momento não tinham sido avaliadas, tornando este estudo de grande relevância prática e teórica.

Sendo assim, as condições de balneabilidade foram analisadas mediante a determinação do Número Mais Provável - NMP (NMP/100ml de água) do grupo de *Escherichia coli* pelo Método do Substrato Cromogênico (Colilert) em amostras colhidas manualmente durante cinco semanas consecutivas em três pontos de amostragem. Além da determinação de alguns parâmetros físico-químicos que interferem na qualidade e na estética do corpo hídrico.

Nesse contexto, os valores obtidos no período de estudo foram correlacionados com os padrões determinados pela Resolução CONAMA nº 274/2000 e literatura técnica. Sendo que através dos resultados pode-se propor melhorias para a qualidade da água.

É importante mencionar que o balneário estava fechado para o público entre os meses de agosto/2016 e fevereiro/2017 a fim de se adequar as normas ambientais, pois o aumento repentino do número de visitantes associado à falta de estrutura para o recebimento dos mesmos, como a inexistência de sanitários e de locais apropriados para o despejo dos resíduos sólidos, tornou o corpo hídrico suscetível à contaminação.

No dia 20 de fevereiro de 2017 a Lagoa do Japonês foi reaberta ao público com a cobrança de taxas, limite de lotação e estrutura para o recebimento dos turistas, como vestiários, passarelas, sanitários, e áreas de convivência. Além disso, o local dispõe de lixeiras, e os resíduos gerados passaram a ter destinação adequada.

2. METODOLOGIA

Para avaliar e classificar a água da Lagoa do Japonês quanto a sua balneabilidade, utilizamos como referência a resolução CONAMA nº 274/2000, que indica os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. A metodologia utilizada foi dividida em campo e laboratorial, além de uma caracterização do local de estudo.

2.1. Caracterização do local de estudo

A lagoa do Japonês está localizada no município de Pindorama do Tocantins, sendo que este abrange uma área de 1.559,08 quilômetros quadrados a uma altitude de 429 metros, limita-se ao norte com Ponte Alta do Tocantins, ao sul com Chapada de Natividade, ao leste com Almas e ao oeste com Silvanópolis e Santa Rosa do Tocantins, conforme mapa de localização da figura 01 (PREFEITURA MUNICIPAL DE PINDORAMA DO TOCANTINS/TO, 2016).

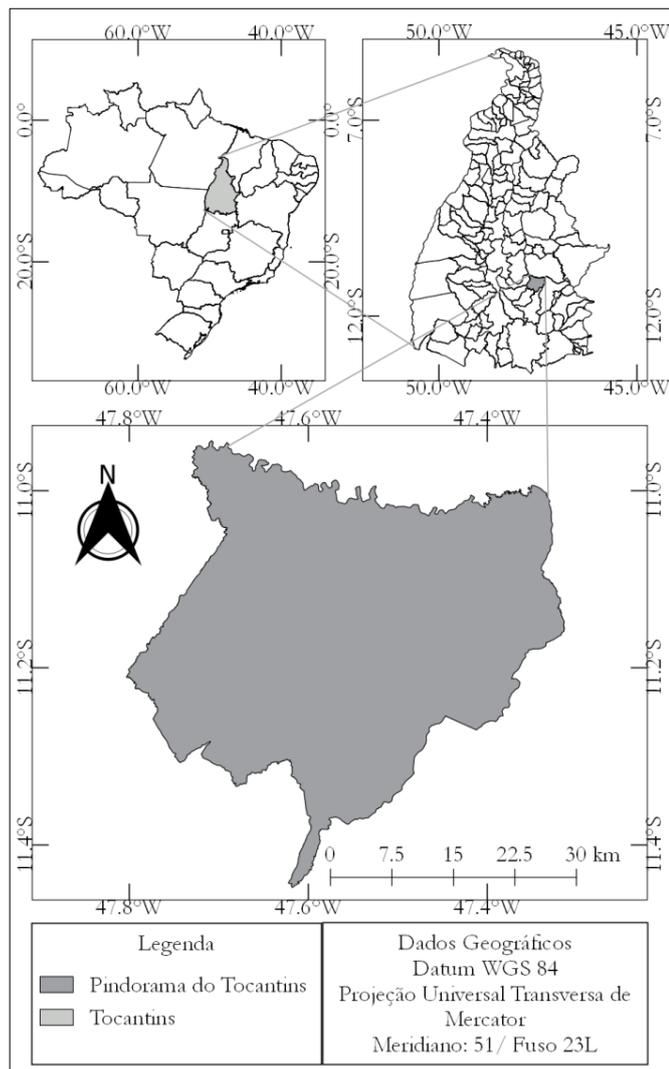


Figura 01. Mapa de localização municipal de Pindorama do Tocantins.

Fonte: QGIS, 2017.

Outros aspectos levantados pela Prefeitura Municipal de Pindorama do Tocantins/TO (2016), é que o clima predominante na região é o tropical úmido com temperatura média de 26 °C, máxima de 35 °C e mínima de 17 °C, sendo o período chuvoso de outubro a abril. Já a vegetação é típica do cerrado, com campos e culturas em solos arenosos.

Conforme Seplan (2012), a região de Pindorama do Tocantins possui precipitação média anual de 1500 mm, clima úmido sub úmido com moderada deficiência hídrica no inverno e evapotranspiração potencial média anual de 1500 mm, distribuindo-se no verão em torno de 420 mm ao logo dos três meses consecutivos com temperatura mais elevada.

Paula; Akama e Morais (2011) afirmam que a Lagoa do Japonês localizada nas coordenadas 11° 21' 52,3"S e 47° 33' 54,1"W, abrange uma área quase retangular com aproximadamente 80 m², que é conectada a uma caverna. A água da Lagoa do Japonês deságua no Rio Bagagem e sua nascente encontra-se dentro da caverna, próximo a foz do córrego Sucuriú, de acordo com o mapa de localização presente na figura 02.

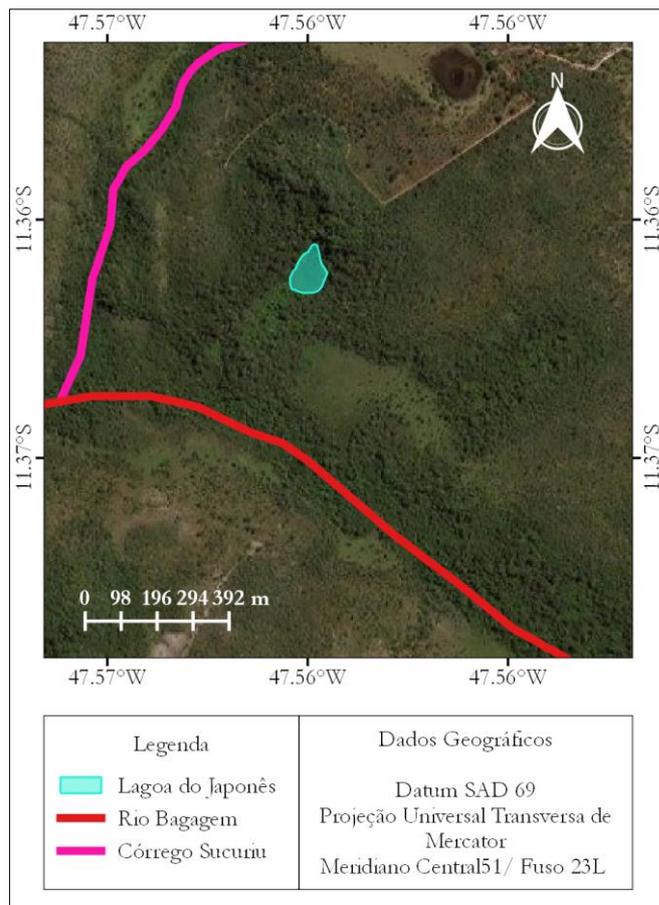


Figura 02. Localização da Lagoa do Japonês.

Fonte: QGIS, 2017.

Outras propriedades da Lagoa do Japonês abordadas por Paula; Akama e Morais (2011) dizem respeito à profundidade média da lagoa, que compreende a aproximadamente 2,5 metros, com presença de rochas calcárias, areia, lama e troncos de árvores no substrato, a vegetação nas encostas é composta por árvores grandes e arbustos e a coloração característica da água é azul turquesa conforme ilustrado na figura 03.



Figura 03: Lagoa do Japonês registrada em 2013.
Fonte: Dados da Pesquisa, 2013.

A lagoa do Japonês pertence a duas propriedades rurais privadas, no entanto, só a partir do dia 20 de fevereiro de 2017 que o local passou a ter um responsável pela administração, anteriormente os visitantes tinham livre acesso sem a cobrança de taxas e nenhuma fiscalização.

Entre os meses de agosto/2016 e fevereiro/2017 o local foi fechado para se adequar as normas ambientais, pois com a inexistência de estrutura para o recebimento dos turistas, os resíduos gerados, como matéria orgânica e material fecal, não tinham destinação adequada, contaminando o solo e o corpo hídrico. A figura 04 mostra a quantidade de lixo deixado pelos visitantes antes da atual administração.



Figura 04: Lixo deixado pelos visitantes na Lagoa do Japonês.
Fonte: G1 (2016).

Como o local tem dois proprietários, há também dois acessos a Lagoa do Japonês, o lado direito compreende ao antigo acesso que atualmente está interdito, logo, o fluxo de turistas ocorre apenas pelo lado esquerdo que pertence ao atual administrador do balneário, que implantou a cobrança de taxas, limite de capacidade, e estruturas de apoio aos visitantes, tais como, sanitários, vestiários, passarelas e espaços de convivência.

2.2 Metodologia de campo

As amostras foram coletadas durante cinco semanas consecutivas, conforme recomenda a resolução CONAMA nº 274/2000, em três pontos de amostragem, entre os dias 05 de Abril e 03 de maio.

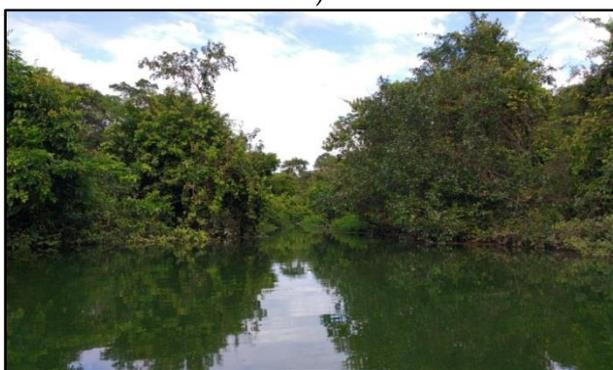
O Ponto I foi localizado próximo à gruta, que apresenta água de coloração azul turquesa e presença de troncos de árvores submersos, o Ponto II representa o local de maior concentração dos banhistas, localizado entre a segunda passarela e o antigo acesso à Lagoa do Japonês, e o Ponto III é próximo ao canal de escoamento da lagoa, onde há maior renovação da água devido à vazão, ilustrados na figura 05.



a)



b)



c)

Figura 05. a) Ponto de amostragem I; b) Ponto de amostragem II; c) Ponto de amostragem III.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2017.

Conforme recomendado pela NBR 9898/1987 a água para a análise microbiológica foi coletada a uma profundidade entre 15 e 30 cm abaixo da superfície da lâmina d'água, utilizando os frascos de vidros com capacidade de 100 ml.

Quanto às amostras para as análises físico-químicas, elas foram coletadas em recipientes plásticos, limpos e secos, com capacidade mínima de um litro, segundo preconizado por Funasa (2014).

Após a coleta das amostras, os frascos foram fechados e protegidos imediatamente, sendo identificados e preservados em caixas térmicas sob refrigeração a uma temperatura de 4 a 10°C. Posteriormente as amostras foram levadas para o laboratório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO em Porto Nacional para as análises microbiológicas e físico-químicas no prazo máximo de 24 horas conforme indicado por Funasa (2014).

Foram medidos em campo o oxigênio dissolvido e a temperatura da água, a fim de se obter resultados mais realísticos.

2.3 Metodologia laboratorial

Para a análise microbiológica foi determinada a concentração de *E. coli*, que compreende ao indicador mais restritivo para águas doces como já mencionado. A metodologia laboratorial foi realizada conforme APHA (2007), através do Método de Substrato Cromogênico (Colilert), que pode ser aplicado para análise qualitativa e quantitativa, conferindo resultados confirmativos em 24 horas.

Depois de determinado o Número Mais Provável (NMP) de *E. coli*, os resultados foram confrontados com os padrões definidos pela resolução CONAMA nº 274/2000 e trabalhos científicos.

Também foram determinados em laboratório a condutividade elétrica, a turbidez e o pH dos três pontos de amostragem durante as cinco semanas consecutivas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o período de estudos, a qualidade da água da Lagoa do Japonês para fins de recreação de contato primário foi monitorada a partir da interpretação dos dados obtidos das análises microbiológicas. Além disso, buscou-se a determinação de alguns parâmetros físico-químicos para melhor investigação e interpretação dos mesmos.

Como indicador microbiológico foi utilizado o *E. coli* por ser o parâmetro mais restritivo e seguro para classificar as águas doces quanto à balneabilidade, conforme já mencionado no presente trabalho. Os coliformes termo tolerantes não foram quantificados, no entanto, pôde-se observar sua presença em todas as amostras analisadas.

O monitoramento ocorreu durante os meses de Abril e início de Maio, intervalo este caracterizado pela transição entre o período chuvoso e de estiagem; e por três feriados prolongados, Paixão de Cristo, Tiradentes e Dia do Trabalhador, que como consequência gerou um grande volume de banhistas no local, um total de 681 turistas durante as três últimas semanas.

A bactéria *Escherichia coli* estava presente em todas as amostras, sendo o Ponto II o que

apresentou as maiores concentrações durante todo o monitoramento, em média 46,72 NMP/100ml, sendo o menor valor de 24,7 NMP/100ml e o maior valor de 68,8 NMP/100ml, que compreende a maior concentração registrada durante todo o período de estudo.

Tal fato pode estar associado a sua localização, pois é o ponto mais próximo do antigo acesso a Lagoa do Japonês, local que se encontrava deteriorado devido o despejo inadequado de resíduos sólidos e material fecal, além de ser o ponto onde há maior concentração de banhistas.

O Ponto III registrou o segundo maior valor de *E. coli*, em média 24,28 NMP/100ml, sendo o menor de 17,3 NMP/100ml e o maior de 38,8 NMP/100ml. Já o Ponto I foi o que apresentou melhor qualidade microbiológica, pois teve a menor concentração de *E. coli*, em média 24,28 NMP/100ml, estando os valores compreendidos entre 14,5 NMP/100ml, menor concentração registrada durante todo o período de estudo, e 30 NMP/100ml.

Ao analisar os Pontos I e III, infere-se que as menores concentrações também estejam vinculadas às suas localizações, pois o Ponto I encontra-se perto da nascente, local caracterizado pela entrada de água na lagoa, e no Ponto III ocorre à saída, ou seja, é o local de maior renovação da água.

Os dados obtidos a partir das análises microbiológicas durante o período de estudo, estão expostos na Figura 6.

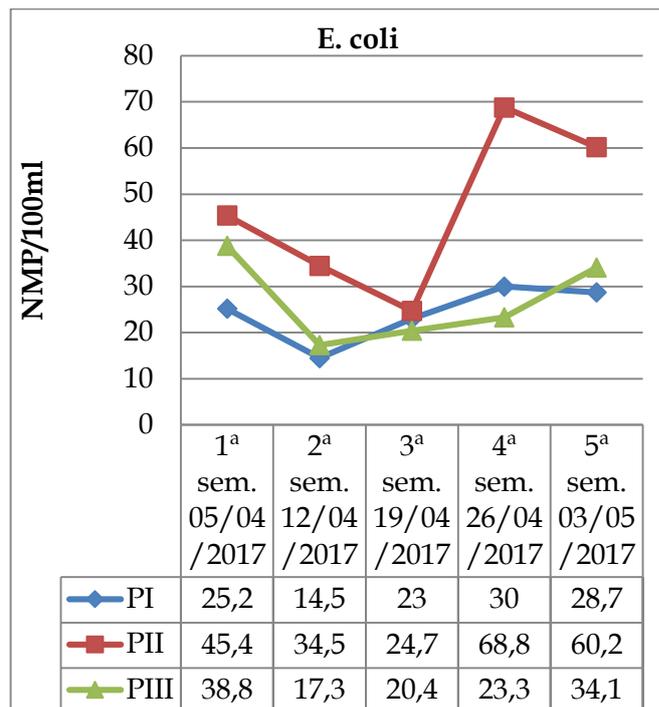


Figura 6. Resultados das análises microbiológicas.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2017.

Quando analisados os resultados de concentração de *E. coli* obtidos na primeira e segunda semana, observou-se que a primeira semana apresentou maiores concentrações em todos os pontos. Possivelmente, a pluviosidade foi o fator de interferência neste período, pois houve a ocorrência de chuva durante a noite anterior e na madrugada do dia da primeira semana de coleta, enquanto que na segunda semana já não chovia a 4 dias. Assim, na primeira coleta, o escoamento superficial pode ter aumentado consideravelmente o número de material fecal presente na água.

Segundo WHO (2003), a precipitação interfere na qualidade microbiológica das águas, inicialmente as chuvas aumentam a concentração de bactérias no corpo hídrico, devido o maior carregamento de material fecal pelo escoamento superficial, pelas galerias pluviais e pelos córregos. Depois as chuvas arrastam as bactérias do corpo hídrico, diminuindo sua concentração. Logo, no início das chuvas a quantidade de material fecal é maior, o que compromete a qualidade das águas nos balneários.

Os resultados das três últimas semanas de amostragem foram influenciados principalmente pela quantidade de banhistas, que associado às poucas chuvas durante o período de transição,

registrou maiores concentrações de *E. coli* na quarta e quinta semana.

Com os menores índices de precipitação, a vazão do corpo hídrico diminui significativamente, o que reduz a taxa de renovação da água. Logo, o não carreamento das bactérias no balneário somado a quantidade de banhistas, pode ter ocasionado estas maiores concentrações.

Van Asperen et al. (1995 apud LOPES, MAGALHÃES JR E SPERLING, 2013) afirma que o aumento da quantidade de banhistas em períodos quentes aumenta a carga de microrganismos patogênicos, agravando a qualidade microbiológica das águas.

Conforme a Resolução CONAMA nº 274/2000 o balneário é considerado próprio e excelente quando for encontrado no máximo 200 *E. coli*/100ml de água em 80% ou mais das amostras das cinco semanas anteriores, portanto a Lagoa do Japonês enquadra-se nesta categoria, pois 100% das amostras apresentaram valores inferiores a 200 *E. coli*/100ml de água.

Para WHO (2003) corpos d'água com valores acima de 32 *E. coli*/100ml de água já representa riscos a saúde humana, desta forma, verifica-se a tolerância brasileira com tal indicador, demonstrando o quanto a Resolução CONAMA necessita de uma atualização.

Lopes, Magalhães Jr e Sperling (2013) sustentam que a metodologia estabelecida pela resolução brasileira apresenta como limitações, a utilização de parâmetros e padrões estabelecidos através de estudos epidemiológicos realizados em ambientes temperados, e não considera outros parâmetros que limitam o uso recreacional do balneário, como os riscos de natureza física.

Para analisar a estética da água, Mota (1995) afirma que se deve pesquisar principalmente as características físicas do corpo hídrico, estas que estão relacionadas às propriedades organolépticas, como temperatura, cor, odor e sabor, além da turbidez, do pH e da condutividade elétrica. Desta forma, tais características são mensuradas por diferentes órgãos sensoriais, o que torna a determinação de tais parâmetros de suma importância quanto às atividades de turismo.

Logo, foram determinados alguns parâmetros físico-químicos que influenciam na qualidade e na estética do corpo hídrico. Em

laboratório, foi analisada a turbidez, que variou de 0,11 a 0,88 NTU; a condutividade elétrica, com valores compreendidos entre 243 e 260 $\mu\text{S}/\text{cm}$; e o pH, que teve resultados menores que 7, variando de 5,88 a 6,60. A média e o intervalo dos resultados para os parâmetros monitorados durante as cinco semanas em cada um dos três pontos de amostragem estão expostos na tabela 01.

Tabela 01. Resultados dos parâmetros físico-químicos determinados em laboratório

Pontos	Parâmetros			
	Turbidez (NTU)	Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	pH	
PI	Intervalo	0,11-0,55	249-260	5,88-6,60
	Média	0,28	254,2	6,31
PII	Intervalo	0,19-0,88	243-254	6,20-6,43
	Média	0,38	250,6	6,32
PIII	Intervalo	0,18-0,87	254-257	6,29-6,45
	Média	0,51	256	6,36

Fonte: Dados da Pesquisa, 2017.

A turbidez influencia diretamente na segurança das atividades de recreação, pois águas caracterizadas por altos índices de turbidez podem acarretar riscos a segurança dos banhistas, pois a má visualização de galhos, de rochas, e de bancos de areia presentes no leito de rios e lagos podem gerar graves acidentes (LOPES, SPERLING E MAGALHÃES JR, 2015).

Assim, pôde-se observar que a turbidez da água da Lagoa do Japonês é baixa ou quase nula, com valores médios de 0,28; 0,38 e 0,51 NTU, sendo a água caracterizada por uma transparência quase total. Isto pode ser explicado devido a nascente da lagoa se encontrar em um local que segundo Pereira e Morais (2011) há a predominância de rochas calcárias.

Para Silva, Piroli e Hernández (2014), em ambientes aquáticos compostos por maciços calcários os minerais solúveis são dissolvidos por reações químicas, que ocorrem principalmente entre o carbonato de cálcio e o gás carbônico, tudo consequência das altas concentrações de sólidos dissolvidos na água. Estas reações fazem com que

o material solúvel flocule e se deposite no fundo do balneário reduzindo a turbidez.

Ainda conforme os mesmos autores, tais reações podem explicar os valores elevados de condutividade elétrica presentes em meios caracterizados pela presença de formações calcárias. Logo, ao analisar este parâmetro verificou-se que os resultados apresentaram altos índices, com valores médios de 250,6; 254,2 e 256 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Libâneo (2005) menciona que em ambientes de águas naturais os valores usuais de condutividade elétrica são inferiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e conforme Cetesb (2009) valores superiores a este, indicam ambientes poluídos. No entanto, a presença de rochas calcárias na Lagoa do Japonês justifica essa elevação dos valores de condutividade.

O potencial hidrogeniônico, segundo a Resolução CONAMA nº 274/2000, deve estar posicionado entre 6 e 9 para classificar o balneário na categoria própria para as atividades de recreação de contato primário. Desta forma, no decorrer deste estudo os valores de pH mantiveram-se dentro do intervalo aceitável, sendo que somente uma vez atingiu o valor de 5,88 no Ponto I na quarta semana de coleta.

Este fato segundo Maier (1987 apud SILVA et. al., 2008) pode estar associado ao aumento de matéria orgânica no corpo hídrico. Carvalho, Schlittler e Tornisiolo (2000) afirmam que o aumento da chuva faz com que o pH se torne quase neutro, ou seja, chegue próximo de 7. Assim, durante a quarta semana em questão houve uma diminuição das chuvas ocorrentes, podendo ter ocasionado o aumento da acidez devido o rebaixamento do volume de água do balneário.

Logo, ao analisar este parâmetro, pôde-se observar que o mesmo permaneceu acima de 6 em quase 100% das amostras, com valores médios de 6,31; 6,32 e 6,36, indicando resultado satisfatório perante a resolução.

Foi medida em campo, a fim de se obter resultados mais realísticos a temperatura da água, que apresentou valor médio de 27,67°C; e o oxigênio dissolvido, com valor médio de 6,5 mg/l. Os resultados para cada um dos pontos estão expostos na tabela 02.

Tabela 02. Resultados dos parâmetros físico-químicos determinados em campo

Parâmetro	PI	PII	PIII	Valor médio
Temperatura da água (°C)	27	28	28	27,67
Oxigênio dissolvido (mg/l)	5,87	6,97	6,66	6,5

Fonte: Dados da Pesquisa, 2017.

A temperatura, conforme Lopes, Magalhães Jr e Sperling (2013) está diretamente relacionada à qualidade e ao tempo de duração do contato entre o banhista e o meio aquático. WHO (2003) afirma que a faixa de temperatura confortável para contato primário é entre 20 e 28° C, sendo que a imersão em água fria pode ocasionar efeitos negativos quanto às habilidades de natação, fato este, que pode estar relacionado a afogamentos em águas mais geladas.

Silva, Piroli e Hernández (2014) assegura que a temperatura está relacionada com as condições climáticas do local e com a sua procedência, ou seja, se é superficial, subterrânea, de origem magmática, entre outros, sendo que sua influencia se faz presente nos processos químicos básicos, como dissolução de gases e reações químicas, e quando registrada alta, ocasiona a proliferação de bactérias, podendo estas serem de origem patogênica.

Segundo Silva et. al. (2008), a temperatura da água interfere diretamente no controle de algumas espécies aquáticas, sendo seus valores normais até a escala de 30° C.

Logo ao analisar a temperatura da água da Lagoa do Japonês, pôde-se observar que os valores obtidos estão registrados em 27° e 28° C, desta forma a temperatura do meio aquático é confortável para o contato primário, não contribui para proliferação de bactérias de origem patogênica e não interfere negativamente na manutenção da vida aquática.

Libâneo (2005) afirma que o oxigênio dissolvido, ainda que não utilizado em determinadas situações, é reconhecidamente o indicador mais importante em relação à qualidade das águas, devendo estar no mínimo entre 2 e 5 mg/l para a manutenção da vida aquática.

Os teores de oxigênio dissolvido, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, devem ser superiores a 6 mg/l para águas de classe 1, e superiores a 5 mg/l para águas de classe 2, sendo a classe 1 a classificação mais restritiva quanto à utilização do corpo hídrico para as atividades de recreação de contato primário.

Sendo assim, os resultados para este parâmetro foram satisfatórios tanto para a manutenção da vida aquática quanto para as atividades de recreação de contato primário, classificando a água da Lagoa do Japonês na classe 1, já que o valor médio foi de 6,5 mg/l, variando de 5,87 a 6,97 mg/l.

4. CONCLUSÃO

A água da Lagoa do Japonês foi classificada quanto à balneabilidade, na categoria própria e subcategoria excelente, ao comparar os valores monitorados durante as cinco semanas consecutivas com os padrões estabelecidos pela resolução CONAMA nº 274/2000, já que 100% das amostras apresentaram valores de E. coli inferiores a 200 NMP/100ml, estando os resultados compreendidos entre 14,5 e 68,8 NMP/100ml.

A resolução CONAMA nº 274/2000 apresenta algumas limitações, como a tolerância dos padrões especificados, e a inexistência de outros parâmetros comparativos, que também interferem na qualidade da água para fins de recreação de contato primário.

Sendo assim, também foram monitorados alguns parâmetros físico-químicos, como pH, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, e temperatura da água, que têm relação direta com a qualidade e a estética de águas turísticas. Esses parâmetros ao serem comparados com literaturas técnicas e resoluções CONAMA, apresentaram resultados satisfatórios para o local de estudo.

De forma geral, a água da Lagoa do Japonês apresentou uma boa qualidade para o desenvolvimento de atividades de recreação de contato primário, porém, é indispensável realizar o monitoramento e a fiscalização quanto à qualidade microbiológica, pois por mais que os valores encontrados sejam considerados excelentes pela normativa brasileira, eles encontram-se superiores

aos padrões internacionais; e o monitoramento ocorreu no período de transição, podendo apresentar valores superiores no período chuvoso.

Frente aos fatos e resultados, são sugeridas algumas ações para o acompanhamento da balneabilidade do local de estudo, como por exemplo, elaborar um plano para monitoramento do balneário junto ao poder público; fornecer aos banhistas placas com informações da qualidade da água; pesquisar relações entre os frequentadores da lagoa e doenças de veiculação hídrica; e o desenvolvimento de técnicas para a tomada de decisões em casos de riscos aos banhistas.

O plano de monitoramento da balneabilidade deve ser realizado preferivelmente em períodos de estiagem, sobretudo próximo à época de maior incidência de turistas, e em período chuvoso, pois a precipitação interfere na densidade de bactérias presentes no corpo hídrico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA - American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Associação Americana de Saúde Pública. Washington: APHA, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9898. **Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores**. Rio de Janeiro, jun.1987.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**. [S.l.], vol. 23, nº5, 2000. p.618-622.

CETESB COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. Apêndice A. São Paulo: CETESB, 2009.

CETESB COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2016.

CONAMA. **Resolução CONAMA Nº 274**, de 29 de novembro de 2000. Conselho Nacional do

Meio Ambiente, Ministério do Meio Ambiente. Brasília – DF, 2000.

CONAMA. **Resolução CONAMA N° 357**, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Ministério do Meio Ambiente. Brasília – DF, 2005.

FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: Funasa, 2014. 112 p.

G1. **Lixo deixado na Lagoa do Japonês ameaça beleza das águas cristalinas**. 13 de Agosto de 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/2016/08/lixo-deixado-na-lagoa-do-japones-ameaca-beleza-das-aguas-cristalinas.html>>. Acesso em: 03 de maio de 2017.

GRASSI, M. T. As Águas do Planeta Terra. Edição especial. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, mai. 2001. p.31-40.

LIBÂNEO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2005. p.25-78.

LOPES, F. A.; MAGALHÃES JR, A.P.; SPERLING, E. V. Balneabilidade em águas doces no Brasil: riscos à saúde, limitações metodológicas e operacionais. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde - Hygeia**. [S.l], vol. 09, n°16, jun. 2013. p.28-47. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/articled/view/22268/12449>>. Acesso em: 19 set. 2016.

LOPES, F. A.; SPERLING, E. V.; MAGALHAES JR, A. P. Indicadores para balneabilidade em águas doces no Brasil. **Geografias - Artigos Científicos**, Belo Horizonte, vol. 11, n°1, jan./ jun. 2015. p.6-22.

MARQUEZI, M. C.; GALLO, C. R.; DIAS, C. T. S. Comparação entre métodos para análise de coliformes totais e *E.coli* em amostras de água. **Revista Inst. Adolfo Lutz**. São Paulo, vol. 69, n°3, 2010. p. 291 – 296.

MELO, D. S.; NASCIMENTO, G. T.; PINTO, A. L. Balneabilidade da Lagoa Maior, Três Lagoas – MS. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Três Lagoas/ MS, n°19, mai. 2014. p.9-27. Disponível em: <<http://seer.ufms.br/index.php/RevAGB/article/view/405/208>>. Acesso em: 03 set. 2016.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2 ed. rev. atual. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

PAULA, M. J.; AKAMA, A.; MORAIS, F. Ictiofauna epígea e hipógea em uma área cárstica de Pindorama do Tocantins, TO: resultados preliminares. **ANAIS do 31º Congresso Brasileiro de Espeleologia**, Ponta Grossa/PR, 21-24 jul. 2011. p.459-464.

PEREIRA, G. C.; MORAIS, F. Caracterização geomorfológica do sistema cárstico da gruta lagoa do japonês - Pindorama do Tocantins - TO. **ANAIS do 31º Congresso Brasileiro de Espeleologia**, Ponta Grossa/PR, 21-24 jul. 2011. p.95-101.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PINDORAMA DO TOCANTINS/TO. **Histórico de Pindorama**. Disponível em: <<http://www.pindorama.to.gov.br/235/dadosmunicipais/>>. Acesso em: 04 de setembro de 2016.

SEPLAN - SECRETÁRIA DO PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO E DA GESTÃO PÚBLICA. **Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial**. 6.ed. rev. atu. Palmas: Seplan, 2012. 80 p.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T.; WAICHAMAN, A. V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazônica**, Amazonas, vol. 18, n°4, 2008. p.733-742.

SILVA, P. V.; PIROLI, E. L.; HERNÁNDEZ, J. E. G. Qualidade da água e turismo em bacias hidrográficas: o caso da microbacia do Rio Sucuri, Bonito-MS, Brasil. **Ciência Geográfica**, Bauru/SP, vol. XVIII, n°1, jan./dez. 2014. p.89-101.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidades das águas e ao tratamento de esgoto**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for safe recreational water environments - coastal and fresh waters**. Vol. 1. Genebra: WHO, 2003.