

**UNAMA FACULDADE DA AMAZÔNIA DE PORTO VELHO  
BIOMEDICINA**

**LUCIANO DE SOUZA CARNEIRO**

**BRIAN ALEXANDRE MEDEIROS DE ARAUJO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ANÁLISE DA PREVALÊNCIA DE ESCHERICHIA COLI NOS CORPOS D'ÁGUA DISPONIBILIZADOS  
COMO MEIO DE RECREAÇÃO, NO PERÍMETRO PERIURBANO DE PORTO VELHO – RO**



Porto Velho  
2023

**LUCIANO DE SOUZA CARNEIRO**

**BRIAN ALEXANDRE MEDEIROS DE ARAUJO**

**ANÁLISE DA PREVALÊNCIA DE ESCHERICHIA COLI NOS CORPOS D'ÁGUA DISPONIBILIZADOS  
COMO MEIO DE RECREAÇÃO, NO PERÍMETRO PERIURBANO DE PORTO VELHO – RO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como  
requisito parcial para conclusão do curso de BIOMEDICINA  
da UNAMA FACULDADE DA AMAZÔNIA DE PORTO VELHO

**Porto Velho  
2023**

A663a Araujo, Brian Alexandre Medeiros de.  
Análise da Prevalência de Escherichia Coli Nos Corpos D'água Disponibilizados Como Meio de Recreação, no Perímetro Periurbano de Porto Velho – Ro / Brian Alexandre Medeiros de Araujo, Luciano de Souza Carneiro. - UNAMA: Porto Velho - 2023  
22 f. : il

Artigo Científico (Curso de Biomedicina) - Unama Faculdade da Amazônia de Porto Velho - Orientador(es): Esp. Duarte da Silva Lima

1. Água. 2. Balneabilidade. 3. Balneário. 4. Coliformes. 5. Termotolerantes. 6. Bathing. 7. Coliforms. 8. Parameter. 9. Thermotolerant. 10. Water.

I.Título  
II.Esp. Duarte da Silva Lima



# UNAMA

FACULDADE DA AMAZÔNIA

UNAMA PORTO VELHO

---

## **Análise Da Prevalência De *Escherichia Coli* Nos Corpos D'água Disponibilizados Como Meio De Recreação, No Perímetro Periurbano De Porto Velho – RO**

**Brian Alexandre Medeiros de ARAUJO<sup>1</sup> Luciano de Souza CARNEIRO<sup>1</sup>**

**Duarte da Silva LIMA<sup>1,2</sup>**

Faculdade da Amazônia – UNAMA Porto Velho<sup>1</sup>

Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável –  
SEMA<sup>2</sup>

**RESUMO:** A água é um recurso natural essencial para todos os seres vivos, utilizado para consumo ou recreação, é o principal propagador da vida. O clima da capital Porto velho é tropical quente e úmido e por este motivo é grande o número de usuários que fazem o uso recreativo dos balneários. O estudo atual examina os parâmetros de balneabilidade da água em rios e nascentes em um perímetro de até 40 km da capital. O objetivo desta pesquisa é a classificação da balneabilidade, verificando o quantitativo de bactérias da espécie *Escherichia coli*. As coletas foram realizadas nos períodos de julho à agosto de 2023, em dez balneários da capital. As amostras foram processadas em meios de substratos como Caldo Lauril Sulfato Triptose, Caldo Verde Brilhante Bile a 2% e Caldo *E. coli*, onde foi possível determinar a balneabilidade das amostras. Os resultados mostraram valores de *E. coli* satisfatórios para a definição do parâmetro de balneabilidade da água exigidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). As amostras apresentaram valores que foram classificados como excelentes uma vez que as amostras não excederam o limite indicado de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, obtendo o resultado final de 80% de amostras positivadas e 20% negativadas, porém, estando dentro dos padrões da CONAMA. O estudo

ênfatiza que, para melhorar a balneabilidade e a segurança da água ofertada aos usuários, os órgãos responsáveis devem monitorar a água periodicamente buscando manter esta faixa de balneabilidade.

**Palavras-chave:** Água; Balneabilidade; CONAMA; *E. coli*;

**ABSTRACT:** Water is an essential natural resource for all living beings, used for consumption or recreation, it is the main propagator of life. The climate of the capital Porto Velho is hot and humid tropical and for this reason there is a large number of users who make recreational use of the resorts. The current study examines water bathing parameters in rivers and springs within a perimeter of up to 40 km from the capital. The objective of this research is to classify bathing ability, checking the quantity of bacteria of the *Escherichia coli* species. The collections were carried out from July to August 2023, in ten resorts in the capital. The samples were processed in substrate media such as Tryptose Lauryl Sulfate Broth, Brilliant Green Bile a 2%, Broth and *E. coli* Broth where it was possible to determine the bathability of the samples. The results showed satisfactory *E. coli* values for defining the water bathability parameter required by the National Environmental Council (CONAMA). The samples presented values that were classified as excellent since the samples did not exceed the indicated limit of 200 thermotolerant coliforms per 100 milliliters in 80% or more, of at least 6 samples, obtaining the final result of 80% of positive samples and 20 % negative, but within CONAMA standards. The study emphasizes that, to improve the bathability and safety of the water offered to users, the responsible bodies must monitor the water periodically, seeking to maintain this bathability range.

**Keywords:** Water; Bathing; CONAMA; *E. coli*;

## INTRODUÇÃO

A água é um bem que a milhares de anos é de sabedoria de a sua vital importância, está disponível na natureza e sua importância para a conservação da vida e da natureza é de suma importância aos seres do nosso planeta (WOLKMER e PIMMEL, 2013).

É um dos produtos chaves para a sobrevivência de todas as espécies que habitam na terra. No corpo humano, a água desempenha um papel fundamental, tais como: veículo para a troca de substâncias, a manutenção da temperatura e hidratação do organismo, já que esse solvente é tão fundamental, e representa cerca de 70% de sua massa corporal. Quimicamente é considerado solvente universal e é uma das poucas substâncias que encontramos nos três estados físicos: gasoso, líquido e sólido (CHAVES e NETO, 2005).

A água é um recurso em que temos dependência para desempenhar todas as atividades do nosso dia a dia: higiene pessoal, lavar roupas e utensílios, limpeza, tomar banho, escovar dentes, cozinhar. Em outros setores a água também desempenha papel de muita importância por sua grande utilização, como na indústria, agricultura e para a produção de qualquer tipo de serviços, como nos hospitais e escolas. Devido a grande necessidade de uso desse recurso por parte do homem, o tema água levou os 189 países membros da Organização das Nações Unidas – ONU assumirem como uma das metas de desenvolvimento deste 3º milênio reduzir à metade a quantidade de pessoas que não têm acesso à água potável e saneamento básico (REBOUÇAS, 2003).

A água já foi considerada um dos recursos onde seu fim não poderia ser levado em consideração devido a hipótese de o mesmo pudesse chegar ao seu fim, justamente por ser tratar de um produto que está em diferente contraste com os demais recursos disponíveis na natureza, mas, contudo, a disponibilidade de água potável para consumo é muito pequena em comparação as águas dos mares. A distribuição deste bem tão precioso não está feita de uma forma uniforme nas demais regiões do nosso planeta as ações de uso errado deste bem por parte dos homens estão mostrando que este é um recurso que pode estar chegando ao fim (TUNDISI, 2003).

O Brasil é um país que conta com um volume de recursos hídricos de grande consideração mundial, pois detém cerca de 13,7% de toda a água doce

do mundo. Uma vez que a disponibilidade deste recurso em média de água nos rios é de 34 mil m<sup>3</sup>/hab/ano, o que propiciou ao Brasil lugar de destaque como país membro das Nações Unidas, considerado como um dos países ricos de água doce do mundo (REBOUÇAS, 2003).

A Região que compreende a bacia amazônica, assim como as demais bacias hidrográficas do Brasil enfrenta problemas decorrentes do desenvolvimento urbano desordenado que afetam de forma negativa a qualidade de vida da população, dentre elas podemos citar o crescimento populacional, déficit nos serviços básicos, ausência de saneamento básico e acondicionamento de resíduos sólidos que aumentam a degradação ambiental dos recursos hídricos, em especial os balneários (SANTOS, 2009).

As formações de sociedades são consideradas como parte de um sistema que ocupa um ambiente de forma globalizada na qual interage e é dependente. O desenvolvimento destas sociedades depende das condições do ambiente em que os mesmos interagem, com a capacidade de assimilação de resíduos, rios, oceanos, recursos, clima, formando assim um fluxo de energia, nutrientes e água para que essas sociedades existam (BOSSEL, 1999).

No que diz respeito a vigilância sanitária, os cursos de água contaminados por esgotos, ao alcançarem as águas de rios e praias, podem expor os banhistas a microrganismos tais como: a bactérias, vírus e protozoários. Águas balneárias que não obedecem aos padrões sanitários apresentam uma grande incidência de casos de pessoas que se contaminam e podem contrair diversas doenças chegando até a morte. Estes microrganismos são responsáveis pela transmissão, aos usuários, de doenças de tais como: gastroenterite, hepatite A, cólera, febre tifoide, entre outras (KNOWL, 2013).

A Organização Mundial de Saúde sugere como critério na avaliação de amostras de águas coletadas, a colorimetria que mede a quantidade de Coliformes Fecais – CF, esses resultados colorimétricos representam os valores de micróbios para qualidade de águas recreacionais com 95% de *Enterococo* (ENT) /100 ml de água. Probabilidade de gastroenterite e doenças respiratórias febris, como base, consideramos que para todos que tiverem contato com águas suspeitas em que incidam em mais de 500 CF/100ml de água, correm risco de 10% por de contrair doenças gastroenteríticas somente em um primeiro contato, afirma ainda que *Enterococos* com Número Mais Provável (NMP), abaixo de

158/100ml e *Escherichia coli* abaixo de 32/100 ml não representam risco a saúde humana (WHO, 2003).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, instituído pela Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto 99.274/90 (CONAMA, 2011).

Ele é composto por Plenário, CIPAM, Grupos Assessores, Câmaras Técnicas e Grupos de Trabalho. O Conselho é presidido pelo Ministro do Meio Ambiente e sua Secretaria Executiva, é exercida pelo Secretário-Executivo do MMA. O CONAMA criou as Resoluções 20/86 e 274/00 para águas de contato primário, onde apresentam indicadores de sanidade da água. Considerando que a Lei 6.938/81 tem vinte e nove anos e a última resolução data de uma década atrás poderíamos considerar a necessidade de uma revisão que atualize as normas pertinentes (CONAMA, 2011).

O CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), é quem define quais os critérios para a classificação de águas destinadas à recreação. Balneabilidade é um parâmetro de avaliação que um local tem e que indica se um local está apto para o banho e atividades esportivas em suas águas, ou seja, é a confirmação da qualidade das águas destinadas a recreação de contato primário. A balneabilidade é determinada a partir da quantidade de bactérias do grupo coliforme presentes na água. É feita análise que quantifica os coliformes totais e fecais, *Escherichia coli* e/ou *Enterococos*. A avaliação da balneabilidade dos balneários utiliza critérios objetivos, baseados em indicadores microbiológicos que são monitorados. Esses indicadores são comparados aos padrões preestabelecidos, para que se possam identificar se a qualidade das águas está favorável ou não, ao banho (CONAMA, 2011).

A Secretaria Municipal do Meio ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMA) como parte integrante da secretaria municipal de integração – SEMI. Tem por finalidade a gestão e implementação da política de proteção, conservação e melhoria do meio ambiente do Município, para consecução de atividades de natureza local, como parte de uma ação de preservação e manutenção dos recursos naturais ligados ao município em um quadriênio é emitido o relatório técnico de gestão ambiental onde descreve de forma quantitativa e qualitativa, os resultados alcançados pelas políticas públicas

governamentais do Município, demonstrando ainda que as atuações contribuíram de forma significativa para a melhoria da qualidade de vida da população da capital. Este relatório visa trazer informações que são utilizados também por outros órgãos como a SEMDESTUR que fomenta ações de turismo e lazer no município através do programa “Rota das águas”, informações estas que serão de grande utilidade para saber que os balneários estarão ofertando água de excelência para os munícipes e turistas que venham a fazer uso dos espaços turísticos para lazer (SEMA, 2017).

Balneabilidade é a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, sendo este entendido como um contato direto e prolongado com a água (natação, mergulho, esqui aquático, etc.), onde a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada. O parâmetro indicador básico, utilizado para a classificação dos rios e praias quanto à sua balneabilidade, é a densidade de bactérias fecais (CETESB, 1991).

Devido a grande procura por práticas de recreação em rios, o aumento do contato com as águas tem crescido ao longo dos últimos anos, devido, especialmente, à busca por atividades de contato com o meio ambiente, isso se dá justamente devido ao estilo de vida adotado em uma sociedade moderna e ao ambiente exaustivo dos centros urbanos, diante do aumento desta procura pode ser observado uma certa falta ou diminuição de programas que possibilitem a avaliação da qualidade da água doce no Brasil (VON SPERLING, 2003).

Atualmente alguns balneários, lagos e represas apresentam concentrações dos indicadores de contaminação fecal, altamente elevados em comparação aos valores de referência adotados pelos órgãos reguladores ambientais no mundo, devido à grande expansão da atividade pecuária e de esgotos domésticos, conforme apontam alguns levantamentos recentes (LOPES et al, 2008).

Com o aumento populacional cada vez mais irregular e sem a devida infraestrutura de saneamento, a instalação de famílias ao longo das margens dos rios, lagoas e praias, está impactando diretamente o ecossistema aquático. E a carência no saneamento básico: como o deságue de poluentes nos recursos hídricos, estão contribuindo para a deterioração do meio ambiente (ALVES, 2018). Fatores como o clima, práticas recreativas e o aumento do fluxo

de turistas, estão refletindo nos períodos mais sazonais do ano e com o desgaste dos recursos naturais e serviços públicos, como saneamento e outros desequilíbrios socioambientais (ASSIS, 2003).

Para se avaliar a presença de organismos causadores de contaminação na água é necessário a determinação da presença ou ausência de um microrganismo indicador e suas respectivas colônias. A proposta de se isolar e identificar cada tipo de microrganismo exige uma metodologia específica e mesmo comprovando a presença ou não de um agente patógeno, não se é ainda retirada a hipótese da presença de outros microrganismos. Para ser considerado indicador que esteja dentro dos parâmetros, são necessárias que as amostras apresentem confirmação em alguns parâmetros, tais como: ser aplicável a todos os tipos de água, sobreviver melhor que os possíveis patógenos, possuir resistência equivalente a dos patogênicos aos processos de autodepuração e ser detectado por uma metodologia simples e barata. Infelizmente, mesmo com todas formas de exigências ainda não se tem um indicador ideal de qualidade da água, mas sim a contagem de alguns organismos que podem se aproximar das exigências referidas (CETESB, 1991; LEITÃO et al., 1988).

A principal forma de se obter a qualidade da água é a preservação e conservação destes recursos e a utilização dos bioindicadores, estes organismos ou comunidades, cuja principais funções é indicar a presença dos mais diversos tipos de alterações ambientais e poluição que venham afetar o ecossistema (HASEGAWA, 2008).

Com os crescentes aumentos de problemas econômicos e estruturais por parte países subdesenvolvidos, é cada vez maior o número de cidades que apresentam quadros alarmantes ligados no que diz respeito a saneamento básico, que se fossem levados a sua prioridade, poderia prevenir a ocorrência de muitas patologias. Como resultado temos um aumento considerável do número de casos de doenças parasitárias e infecciosas, e como consequência temos a elevação dos gastos com a Saúde Pública (DAVID et al., 1999; D'AGUILA et al., 2000).

Como consequência destes problemas temos as principais doenças ligadas as águas contaminadas, dentre as quais podemos citar a febre tifóide, cólera, salmonelose, shigelose, poliomielite, hepatite A, parasitoses, desintérias bacilares e amebianas, responsáveis por vários surtos epidêmicos e pelas altas

taxas de mortalidade infantil (FREITAS et al., 2001). Além disso, o contato primário através de banhos e natação pode provocar otites, infecções cutâneas, oculares, nasais e de garganta (VASCONCELOS; AQUINO, 1995).

Diante dos inúmeros tipos de análises disponíveis que possam mostrar contaminantes da água, podemos destacar os coliformes totais e coliformes termotolerantes. Os coliformes totais são grupos de bactérias bacilos Gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativa, capazes de crescer na presença de sais biliares, com propriedades similares de inibição de crescimento, e que fermentam a lactose com produção de ácidos, aldeídos e gás a 35°C em 24-48 horas. Neste grupo podemos destacar os seguintes gêneros: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella* (BETTEGA, 2006).

Coliformes termotolerantes são bactérias com capacidade de desenvolver e/ou fermentar a lactose com produção de gás a 44°C em 24 horas. Para este tipo de bactéria devemos dar uma devida atenção ao principal representante que é o foco do estudo deste trabalho, e se destaca a espécie dentro desse grupo é a *Escherichia coli*. A avaliação microbiológica da água desempenha um papel fundamental e destacado, visto que a grande variedade de microrganismos patogênicos, em sua maioria e de origem fecal, que pode estar presentes na água (BETTEGA, 2006).

A água para ser considerada apta ao uso recreativo e para consumo deve apresentar números que estejam dentro dos parâmetros exigidos pelas esferas reguladoras e que estejam aceitáveis para os microrganismos patogênicos e de bactérias que indicam contaminação fecal. Os coliformes contaminam os humanos através da ingestão de água contaminada, e tendem a ser eliminados pelos seres humanos através de saneamento básico, e quando eliminados de forma errada tendem a contaminar várias pessoas de uma mesma região, estes por sua vez apresentam esses tipos de bactérias, facilmente visualizadas quando realizado testes parasitológicos (BETTEGA, 2006).

A *Escherichia coli* (*E.Coli*) é uma bactéria pertencente à família *Enterobacteriaceae* caracterizada pela atividade da enzima glicuronidase coloniza o intestino de humanos poucas horas após o nascimento, permanecendo como comensal durante toda a vida. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes

termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos (sangue quente), onde ocorre em densidades elevadas. (CONAMA, 2011).

O grupo dos coliformes é um subgrupo da família *Enterobacteriaceae*, que são bactérias Gram-negativas em forma de bastonete, esporogênicos, aeróbicos ou aeróbicos facultativos que abrange mais de 20 espécies, entre elas: *Escherichia coli*, *Enterobacter spp.*, *Citrobacter spp.* e *Klebsiella spp.* Estas bactérias podem ser divididas entre coliformes totais e termotolerantes (MACIEL, 2023).

Estas bactérias são geralmente encontradas no trato intestinal de seres humanos e outros animais de sangue quente. A capacidade de fermentar a lactose pode ser verificada pela formação de gás e/ou ácido, nos meios de cultivo contendo lactose. (MACIEL, 2023).

A técnica utilizada para a quantificação de bactérias *E.coli*, é o teste do Número Mais Provável (NPM). Método que determina a concentração da presença de microrganismos em determinada amostra, sendo os principais os coliformes. Obtém-se o crescimento em caldo líquido em diluições de dez vezes para replicar e estimular determinada espécie de bactéria. A técnica não permite uma contagem quantitativa fixa de unidades formadoras de colônias (UFC) (MICROBIOLOGY NOTE, 2023).

Os coliformes possuem um subgrupo de bactérias conhecidas como coliformes termotolerantes, estas são capazes de fermentar a lactose a 44-45°C em até 24 horas (BRASIL, 2005). Pertencentes a estes grupos temos, o gênero *Escherichia* e, em menor expressão, espécies de *Klebsiellas*, *Enterobacter* e *Citrobacter*, sendo o maior representante destes subgrupos a *Escherichia coli* (bactéria de origem exclusivamente fecal). Os coliformes provenientes de *E. coli*, podem surgir de águas contaminadas por organismos de locais como, por exemplo, de dejetos industriais ou de matérias vegetais em decomposição no solo. Por esta razão, o termo mais apropriado é termotolerante e não coliformes fecais (WHO, 1996).

## **OBJETIVO GERAL**

Realizar a análise da prevalência da bactéria *Escherichia coli* através da balneabilidade dos balneários no perímetro periurbano do município de Porto Velho – RO.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os parâmetros de prevalência da bactéria *Escherichia coli* utilizando a técnica de número mais provável.
- Determinar a quantidade estimativa que cada balneário obteve de *E.coli*.
- Efetuar um comparativo com o último relatório realizado.

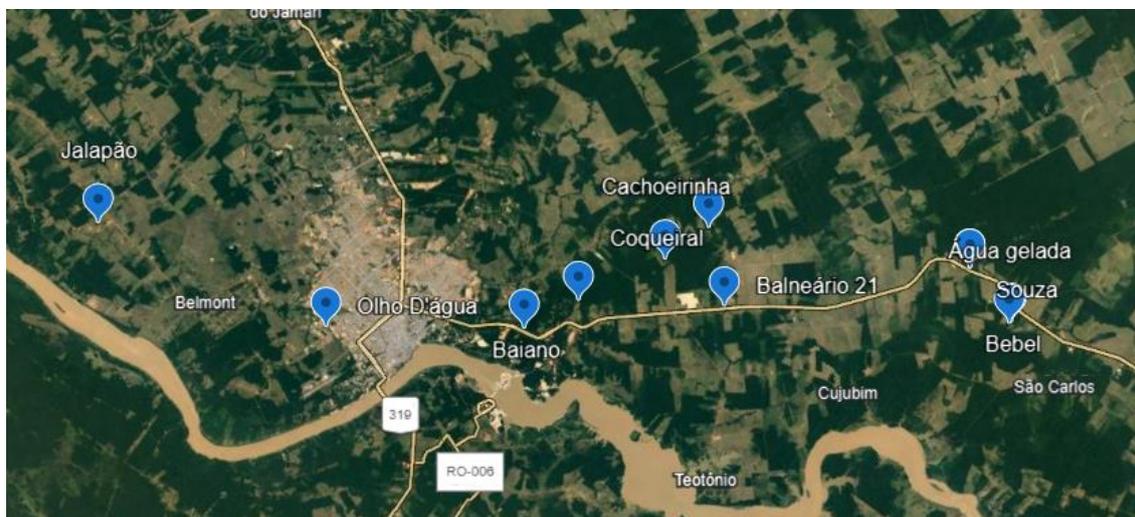
## MATERIAL E MÉTODOS

### LOCAIS DE COLETA

Para a definição dos parâmetros da balneabilidade, foram realizadas as coletas das águas das seguintes áreas: Balneário 21; Balneário Água Gelada; Balneário Bebel; Balneário Baiano; Balneário Cachoeirinha; Balneário Coqueiral; Balneário Jalapão; Balneário Olho D'água; Balneário Rio das Garças e Balneário Souza.

As amostras foram coletadas de corpos d'água, citados anteriormente que engloba o perímetro periurbano da capital rondoniense, todos devidamente cadastrados na listagem do projeto rota das águas pela prefeitura.

**Figura 1:** Mapa dos 10 balneários do perímetro periurbano de Porto Velho – RO.



Fonte: Google Earth, 2023.

## IMAGENS DOS BALNEÁRIOS

**Figura 2:** Balneário Baiano



**Fonte:** De autoria própria, 2023.

**Figura 3:** Balneário Olho D'água.



**Fonte:** De autoria própria, 2023.

**Figura 4:** Balneário Coqueiral.



**Fonte:** De autoria própria, 2023.

**Figura 5:** Balneário Rio das Garças



**Fonte:** De autoria própria, 2023.

**Figura 6:** Balneário 21.



**Fonte:** De autoria própria, 2023.

**Figura 7:** Balneário Água Gelada.



**Fonte:** De autoria própria, 2023.

**Figura 8:** Balneário Jalapão

**Figura 9:** Balneário Bebel.



Fonte: De autoria própria, 2023.



Fonte: De autoria própria, 2023.

**Figura 10:** Balneário Cachoeirinha.

**Figura 11:** Balneário Souza.



Fonte: De autoria própria, 2023.



Fonte: De autoria própria, 2023.

## PREPARO DOS MATERIAIS DE COLETA

Os frascos de vidros foram devidamente lavados em solução de hipoclorito de sódio e detergente líquido, os frascos foram enrolados em papel Kraft, e logo em seguida os mesmos foram autoclavados a uma temperatura de 121°C por 20 minutos, assegurando assim a devida esterilização dos itens de coleta, conforme protocolo de esterilização de materiais.

## COLETA

Conforme recomendações do Manual prático de análise de água da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) 4ª edição de 2013, as amostras foram coletadas à uma profundidade de 30cm da superfície do corpo d'água, e no sentido contrário da corrente da água, foram coletados 100 ml de amostra a montante do ponto definido para o uso recreativo dos banhistas, e assim realizando o método escolhido para análise.

Após a coleta, os frascos foram identificados, e logo foram armazenados em caixa térmica contendo gelo propiciando temperatura de transporte de 4°C a 8°C, com o objetivo de não prejudicar as amostras em um possível resultado da

análise, as amostras foram encaminhadas para o laboratório de microbiologia da Faculdade Unama.

As coletas foram realizadas as segundas-feiras e quartas-feiras, no período matutino nos horários de 09:00h às 11:00h, nos meses de julho e agosto.

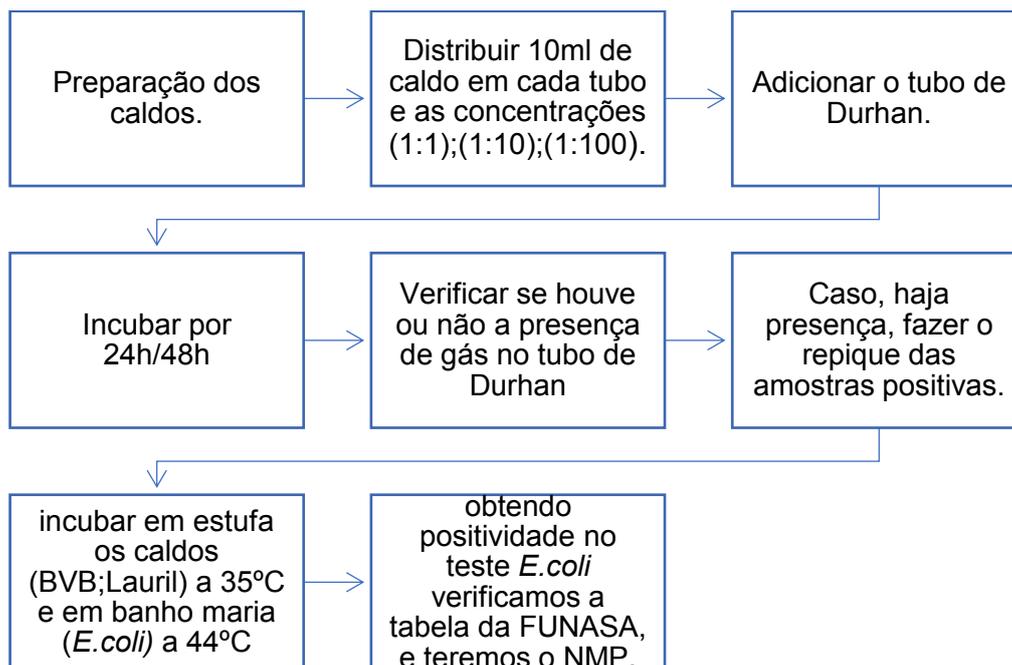
**Figura 12:** Coleta no balneário Bebel



Fonte: De autoria própria, 2023.

## ANÁLISE DA BALNEABILIDADE – TÉCNICA DO NÚMERO MAIS PROVÁVEL (NMP).

**Fluxograma 1:** Realização da técnica do número mais provável

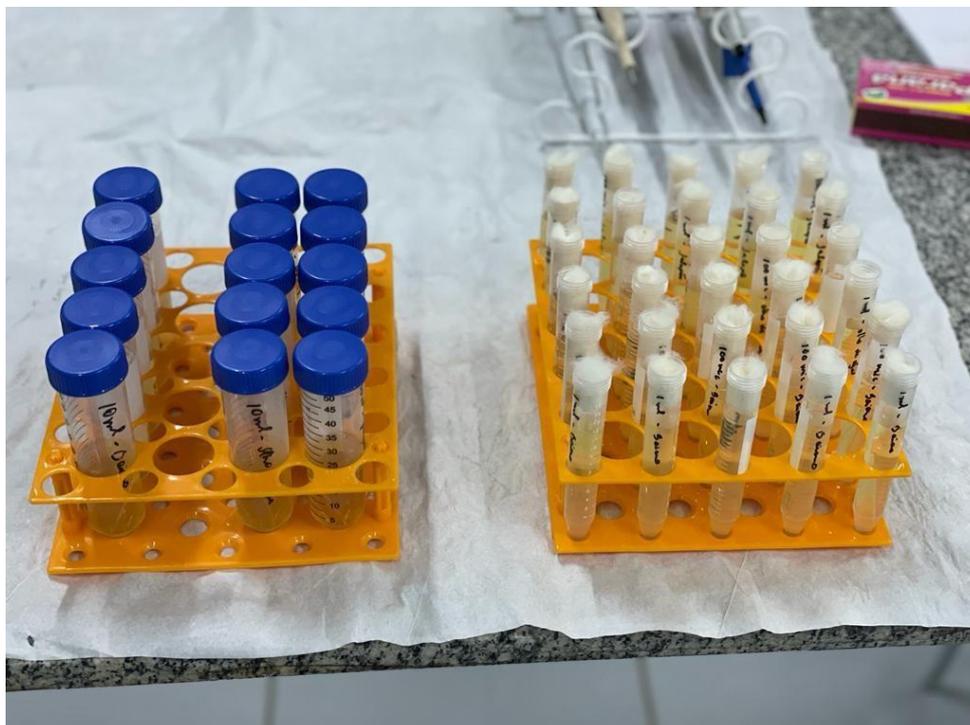


**Figura 13:** Preparação dos caldos.



Fonte: De autoria própria, 2023.

**Figura 13:** Finalização da técnica e incubação.



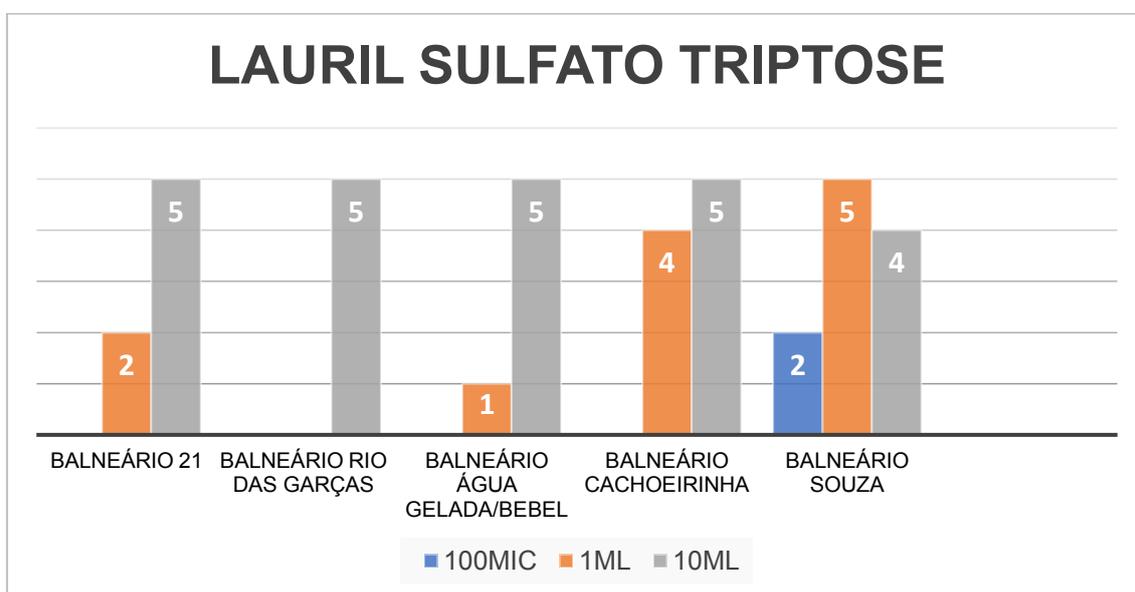
Fonte: De autoria própria, 2023.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

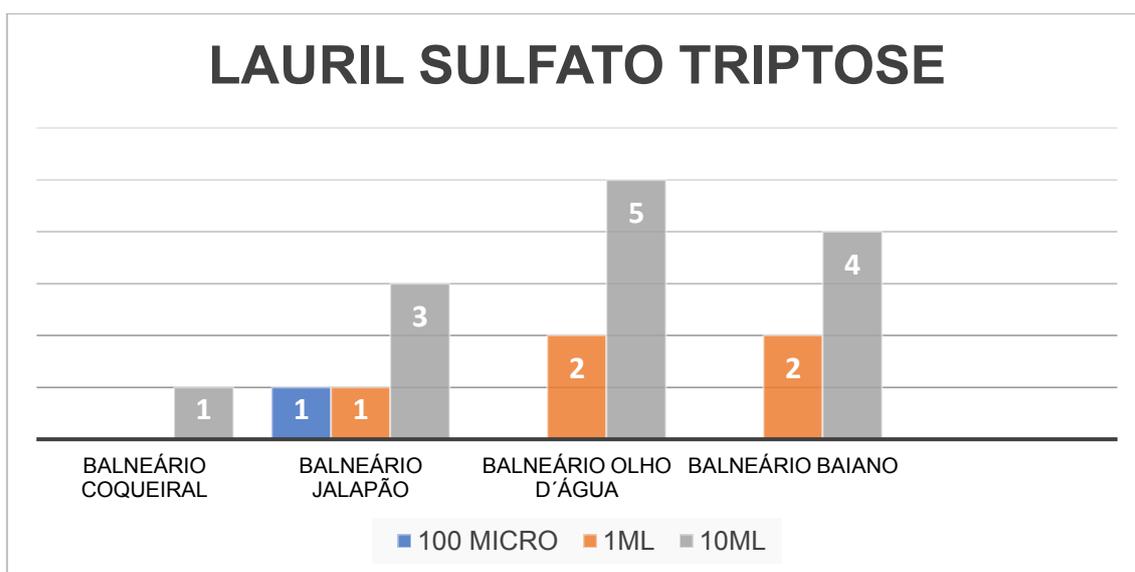
### TESTE PRESUNTIVO

O gráfico 1 e o gráfico 2 representam os resultados do teste presuntivo, o caldo Lauril Sulfato Triptose, onde presumimos se houve presença ou não de coliformes. No gráfico 1 apresenta-se os balneários que obtiveram mais positividade no teste presuntivo, no gráfico 2 obtém-se os balneários que obtiveram menos positividade no caldo lauril.

**Gráfico 1:** Amostras com maior positividade para o Caldo Lauril Sulfato Triptose.



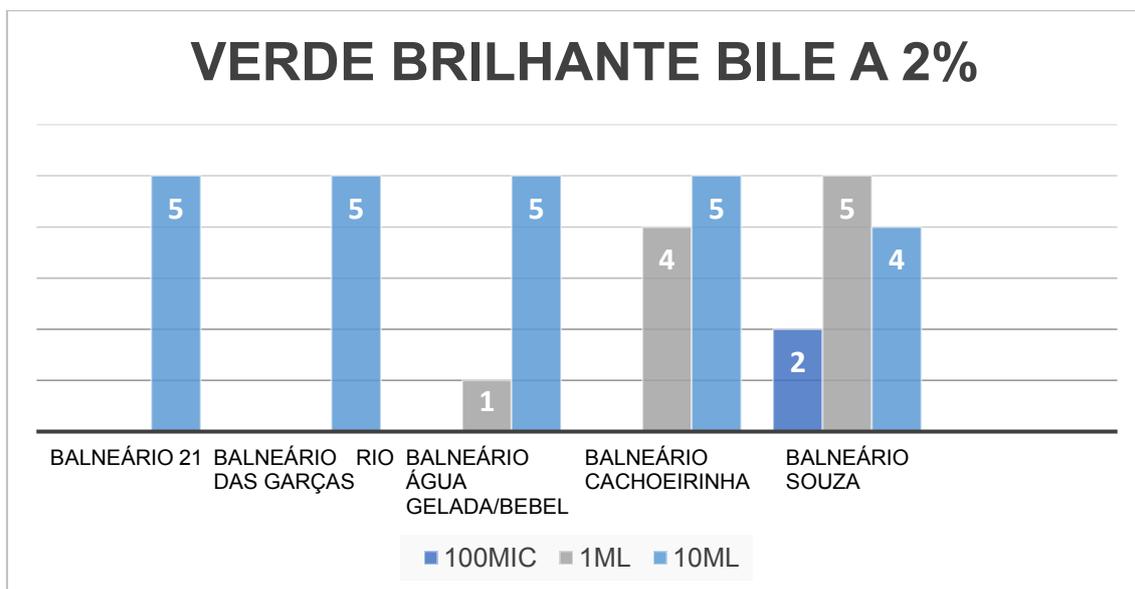
**Gráfico 2:** Amostras com menor positividade para o Caldo Lauril Sulfato Triptose.



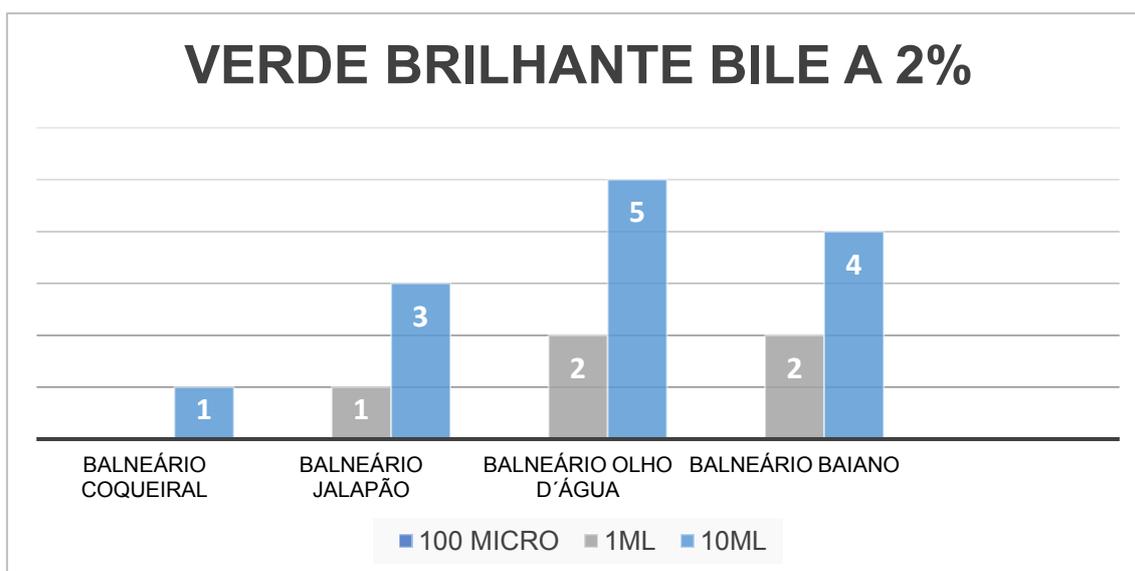
## TESTE CONFIRMATÓRIO

O gráfico 3 e gráfico 4, temos os resultados do teste confirmatório, onde obtém-se o caldo Verde Brilhante Bile a 2% como meio de cultura, onde confirmamos que há presença de coliformes nas concentrações das amostras. No gráfico 3 apresenta-se os balneários que obtiveram mais positividade no teste presuntivo, no gráfico 4 obtém-se os balneários que obtiveram menos positividade no caldo BVB.

**Gráfico 3:** Amostras positivas para o Caldo Verde Brilhante Bile a 2%.



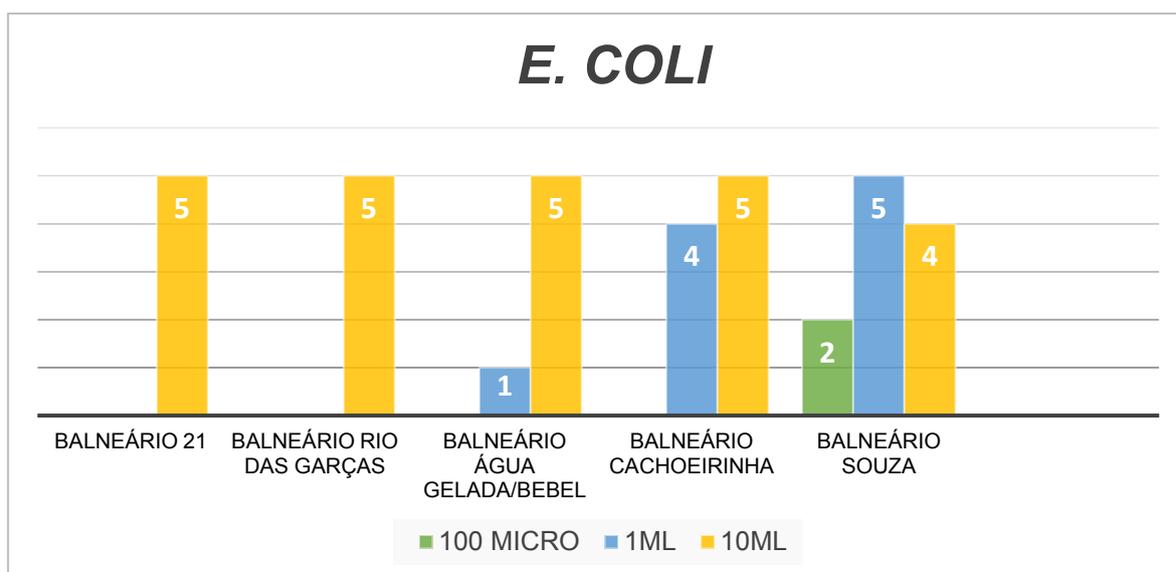
**Gráfico 4:** Amostras positivas para o Caldo Verde Brilhante Bile a 2%.

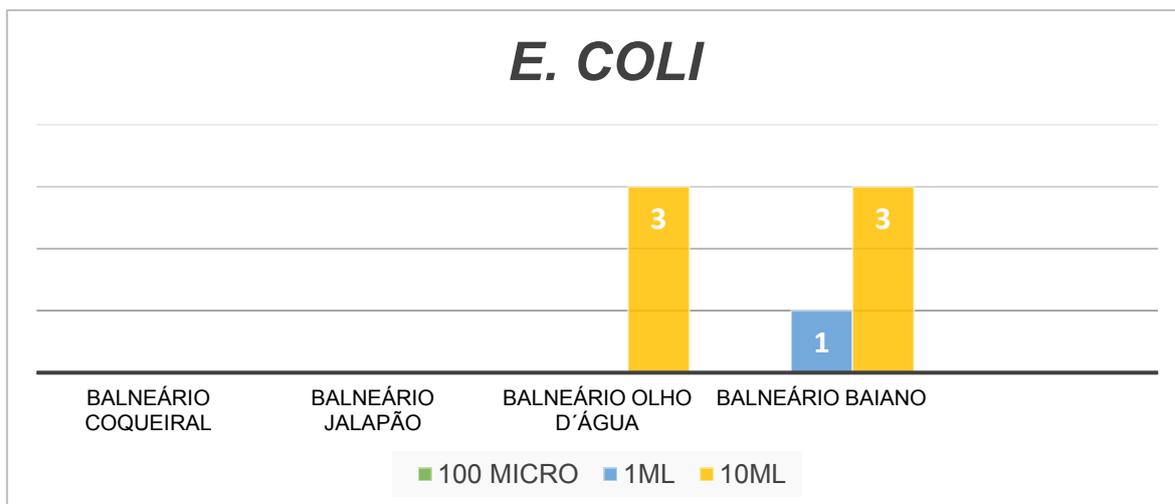


### TESTE PARA CONFIRMAR A PRESENÇA DA BACTÉRIA *Escherichia coli*.

O gráfico 5 e o gráfico 6 representam o teste para confirmação da presença da bactéria *Escherichia coli*. Conforme os resultados obtidos de amostras positivadas no teste confirmatório, podemos concluir que os Balneários km 21, Rio das Garças, Água Gelada, Balneário do Bebel, Balneário Cachoeirinha e Souza, obtiveram resultados com maiores concentrações para *E. coli* dentre as amostras avaliadas, mas, diante do que é permitido pela resolução CONAMA quanto ao número de coliformes termotolerantes os valores apresentados não oferecem risco a saúde usuários uma vez que os valores se encontram dentro da aceitabilidade. Os balneários Olho d'água e Baiano obtiveram as menores concentrações para *E. coli* dentre as amostras avaliadas, estando assim dentro do que é permitido pela legislação em relação quanto ao número de coliformes termotolerantes, estes locais estão dentro da faixa de aceitabilidade exigidos. Os balneários Coqueiral e Jalapão não apresentaram nenhum crescimento estando assim aptos para o uso por meio dos banhistas. Para a resolução CONAMA nº 274/2000, para águas destinada à recreação, os resultados estão em conformidade pois, obedecem aos critérios estabelecidos, ficando classificado como “excelente” nas análises realizadas.

**Gráfico 5:** Amostras em maiores concentrações positivas para *Escherichia coli*.



**Gráfico 6:** Amostras em menores concentrações positivas para *Escherichia coli*.

Segundo Bettega et al. (2006), a presença ou ausência de organismos patogênicos são determinantes para se obter um parâmetro de bioindicadores. Para ser considerado um indicador estes microrganismos devem respeitar uma série de características tais como: ser mensurável, ter de um grupo que tenha representatividade, ser comparável, tenha conceitos científicos que possam ser utilizados de forma internacional, ter uma metodologia que seja fácil de se compreender e não gere altos custos para ser analisados. Para tanto os resultados obtidos pela análise da balneabilidade dos 10 corpos d'água representados nos gráficos 5 e 6 indicam quais balneários obtiveram maiores e menores positividade para os coliformes, respectivamente.

Diante dos resultados podemos constatar que os pontos Balneários km 21, Rio das Garças, Água Gelada, Balneário do Bebel, Balneário Cachoeirinha e Souza, representados no gráfico 5 indicam os números de amostras com maiores concentrações para bactéria *Escherichia coli*, porém, nos pontos Olho d'água e Baiano obtiveram as menores concentrações para *Escherichia coli* representados no gráfico 6, os balneários Coqueiral e Jalapão não apresentaram nenhum crescimento.

Segundo Mitsutake et al (2015), em resultados de trabalhos realizados em 8 áreas que compreendem os rios também analisados neste trabalho, os resultados foram considerados inaptos por conter crescimento de bactérias na maioria das amostras, indicando assim discordância com os valores determinados pela resolução CONAMA nº 274/2000, para águas que são

destinadas à recreação. Diante do novo trabalho efetuado, foram somados mais dois pontos totalizando uma soma de 10 balneários, neste trabalho obtivemos o resultado comparativo onde todos os pontos se adequaram as normas instruídas pela CONAMA, este por sua vez solicita que para ser considerado apto para uso recreativo o local seja considerado: Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Sendo levado em consideração que as nascentes, corpos d'água em geral estão sofrendo de certa forma com a ação antrópica, uma vez que este tende a poluir os rios com o despejo de seus dejetos, despejo dos dejetos de seus animais. Este trabalho visa trazer a informação para que a sociedade e órgãos fiscalizadores fortaleçam suas ações de fiscalização fazendo assim que esses ecossistemas sejam preservados e fique livre de poluição não trazendo assim maiores problemas a quem faz uso destes locais para recreação.

Neste estudo, foi avaliado a balneabilidade de amostras em corpos d'água ofertados aos municípios da capital como forma de recreação, este é um parâmetro estabelecido pelo CONAMA. Os resultados foram notáveis, demonstrando que água está com quantitativo de organismos inferior em comparação com estudos anteriores onde as amostras foram consideradas improcedentes. A consistência desses resultados sugere uma melhoria significativa nas condições ambientais. Isso contrasta fortemente com estudos anteriores, onde a balneabilidade era frequentemente classificada como insatisfatória. A diferença nos resultados pode ser atribuída a várias intervenções ambientais bem-sucedidas por parte do órgão responsável (SEMA). No entanto, é importante notar que, embora esses resultados sejam promissores, a balneabilidade pode variar e é influenciada por uma série de fatores. Portanto, é essencial continuar monitorando e protegendo nossos recursos hídricos para garantir a segurança e a saúde pública. Em suma, este estudo destaca a importância de manter e melhorar as práticas de gestão ambiental para garantir a balneabilidade da água. A comparação com estudos anteriores serve como um lembrete do progresso que foi feito e do trabalho que ainda precisa ser feito.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, LS. (2018). Análise da Balneabilidade das Praias do Rio Vermelho em Salvador, Bahia: Paciência, Santana e Buracão. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 3(1): 92-102.

Assis, LF. (2003). Turismo de segunda residência: a expressão espacial do fenômeno e as possibilidades de análise geográfica. *Revista Território*, 7(11), 107-122.

BETTEGA, Janine Maria Pereira Ramos et al. Métodos analíticos no controle microbiológico de água para consumo humano. *Cienc. agrotec.* [online]. 2006, vol.30, n.5, pp.950-954. ISSN 1413-7054.

BETTEGA, J.M.P.R.; MACHADO, M.R.; PRESIBELLA, M.; BANISKI, G. & BARBOSA, C.A. 2006. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. *Ciência e Agrotecnologia*, 30: 950-954, doi: 10.1590/S141370542006000500019.

BOSSSEL, H. Indicators for sustainable development: theory, method, applications: a report to the Balaton Group. Winnipeg: IISD, 1999.

CETESB. Procedimentos para utilização de testes de toxicidade no controle de efluentes líquidos São Paulo, 1991. (Série Manuais).

CONAMA, RESOLUÇÃO N. 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução, n. 357, 2011.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) – Resoluções nº. 274 de 2000.

CHAVES NETO, Laurindo. *Gestão das águas no século XXI: uma questão de sobrevivência*. São Paulo: Atlas, 2005.

D'Aguila P. S., Roque O. C. C., Miranda C. A. S., Ferreira A. P. 2000. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. *Cad. Saúde Pública*, 16 (30): 791-798. David P. R. de B. S., Mendes A. C. R., Neto A. de C., Costa S. M. S. 1999. Avaliação da Qualidade microbiológica de águas minerais e de abastecimento de alguns pontos da cidade do Recife, PE. *Rev. Higiene Alimentar*, 13(60): 36-42.

Disponível

em:

<<https://sema.portovelho.ro.gov.br/uploads/arquivos/2018/10/27091/1542559947relatorio-consolidado-sema>>. Acesso em: 13 dez. 2023b.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.17, p. 651-660, 2001.

Hasegawa A, Paula A, Alvim DS. Química das águas/ Indicadores de poluição [Internet]. acesso 23 de novembro 2023.

Int. J. Knowl. Eng. Manag, ISSN 2316-6517, Florianópolis, v. 2, n. 3, p. 83-101, jul./out,2013.

LEITÃO, M. F. F.; HAGLER, L. C. S. M.; HAGLER, A. N.; MENEZES, T. J.B. Tratado de microbiologia São Paulo: Manole, 1988. 186 p.

LEON.MACIEL@INTEGRACSC.COM.BR. **Qual a diferença entre coliformes totais e termotolerantes?** Disponível em: <<https://kasvi.com.br/qual-a-diferenca-entre-coliformes-totais-e-termotolerantes/>>.

LOPES, F. W. A.; MAGALHÃES Jr, A. P.; PEREIRA, J. A. A. Avaliação da qualidade das águas e condições de balneabilidade na bacia do ribeirão de Carrancas-MG. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 13, p. 111-120, 2008.

MITSUTAKE, C. Y. et al. AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA BALNEABILIDADE NO PERÍMETRO RURAL DO MUNICÍPIO DE PORTO VELHO-RO. **Saber Científico (1982-792X)**, v. 4, n. 2, p. 31–38, 11 maio 2021.

WOLKMER, M. F. S.; PIMMEL, N. F. Política nacional de recursos hídricos: governança água e cidadania ambiental.Revista Sequência,Florianópolis,v. 34, n.67,Dez.2013.Disponívelem:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2177-70552013000200007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2177-70552013000200007&lng=en&nrm=iso)>.

REBOUÇAS, Aldo da C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. Bahia análise & dados salvador, v. 13, n. especial, p. 341-345, jun. 2003.

BRASIL.

SANTOS, J. P. Avaliação da Qualidade da Água na Rede Hídrica Superficial de Porto Velho/RO/Brasil. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, Rondônia, 2009 Int. J. Knowl. Eng. Manag, ISSN 2316-6517, Florianópolis, v. 2, n. 3, p. 83-101, jul./out,2013.

TUNDISI, J. G. Recursos Hídricos. Instituto Internacional de Ecologia, São Carlos, 2003. Disponível em [http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos\\_01/A3\\_Tundisi\\_port.PDF](http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_01/A3_Tundisi_port.PDF).

**Teste do Número Mais Provável (MPN) - Princípio, Procedimento, Resultados.** Disponível em:

<<https://microbiologynote.com/pt/n%C3%BAmero-mais-prov%C3%A1vel-teste-mpn/>>.

VASCONCELOS, J. C.; AQUINO, J. S. de. Análise microbiológica (potabilidade) da água consumida em escolas públicas de conjuntos habitacionais da zona oeste de Manaus- Amazonas. Bol. CEPPA, Curitiba, v.13, p. 119-124, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – Guidelines for safe recreational environments Volume1, Coastal and Fresh Waters, World Health Organization, 2003.

VON SPERLING, E. Água para saciar corpo espírito: Balneabilidade e outros usos nobres. In: Anais...XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, Joinvile, 2003.