



**Universidade Federal do Oeste do Pará
Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas
Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**ESTUDO COMPARATIVO DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS RIOS AMAZONAS,
TAPAJÓS, NEGRO E TOCANTINS**

**SAMARA VIEIRA DOS SANTOS
SOLIANE DE SOUSA SILVA**

**Santarém – Pará
2018**

**SAMARA VIEIRA DOS SANTOS
SOLIANE DE SOUSA SILVA**

**ESTUDO COMPARATIVO DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS RIOS AMAZONAS,
TAPAJÓS, NEGRO E TOCANTINS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e
Ambiental da Universidade Federal do Oeste do
Pará – Campus de Santarém, para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Sanitária e
Ambiental.

Área de concentração:
Qualidade da água

Orientador:

Prof.Dr. Thiago Vinicius Barros Ibiapina

**Santarém – Pará
2018**

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA

S231e Santos, Samara Vieira dos
Estudo comparativo da qualidade da água dos rios Amazonas, Tapajós,
Negro e Tocantins / Samara Vieira dos Santos e Soliane de Sousa Silva –
Santarém, Pará, 2018.
36 fls.: il.
Inclui bibliografias.

Orientador Thiago Vinicius Barros Ibiapina
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do
Oeste do Pará, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Bacharelado em
Engenharia Sanitária e Ambiental.

1. Qualidade da água. 2. Balneabilidade. 3. CTT. 4. Rio. 5. Afluente. I. Silva,
Soliane de Sousa. II. Ibiapina, Thiago Vinicius Barros, *orient.* III. Título.

CDD: 23 ed. 628.1

Bibliotecário - Documentalista: Eliete Sousa – CRB/2 1101

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome das autoras: SANTOS, Samara Vieira dos

SILVA, Soliane de Sousa

Título: Estudo comparativo da qualidade da água dos rios Amazonas, Tapajós, Negro e Tocantins

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará – Campus de Santarém, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Data da aprovação:

Banca Examinadora

Orientador e Presidente

Prof.Dr. Thiago Vinicius Barros Ibiapina

Curso de Engenharia Agrônômica/Universidade Federal do Oeste do Pará

Membro Titular

Prof.Dr. Lucinewton Silva de Moura

Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental/Universidade Federal do Oeste do Pará

Membro Titular

Prof.MCs. Jessyca Ingles Nepomuceno dos Santos

Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental/Universidade Federal do Oeste do Pará

Dedicamos este trabalho primeiramente a Deus, por ser nosso socorro, aos nossos pais, irmãos e amigos que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que chegássemos até esta etapa de nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter nos dado saúde e força para superar as dificuldades.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbramos um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Ao professor Thiago Ibiapina, pela orientação, apoio e confiança.

Aos nossos pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Aos amigos, em especial à Ana Paula Moreira Valente , Camila Silva de Sousa e Ana Queloene Imbiriba Corrêa que nos momentos de maiores dificuldades, nos ajudaram a continuar e, com muita dedicação, concluir o presente trabalho.

E a todos que direta ou indiretamente, fizeram parte do caminho conosco, muito obrigada.

RESUMO

A qualidade de águas dos rios amazônicos tem grande visibilidade mundial. O objetivo geral deste estudo foi realizar uma comparação dos diagnósticos da qualidade das águas dos rios Amazonas, Tapajós, Negro e Tocantins, utilizando o parâmetro indicador de balneabilidade coliformes termotolerantes (CTT), através de pesquisa bibliográfica, cálculo das médias, construção de gráficos dos resultados das análises das praias de Fazendinha/ Macapá- AP, Maracanã/ Santarém-PA, Açutuba/Iranduba- AM e Porto Real/ Porto Nacional-TO. Obtive como melhor resultado por ponto foram as praias de Fazendinha e Porto Real e o resultado menos satisfatório foi o da praia de Açutuba. Já nos resultados por semana foi observado que as praias de Fazendinha e Porto real mantiveram seus níveis de contaminação praticamente estáveis. Os maiores picos de contaminação foram em Açutuba, terceira semana e Maracanã, segunda e quarta semana, estas alterações estão diretamente ligada com os períodos que foram realizadas as coletas, tendo em vista a sazonalidade da região.

Palavras-chave: Qualidade da água. Balneabilidade. CTT. Rio. Afluente.

ABSTRACT

The water quality of the Amazonian rivers has great worldwide visibility. The general objective of this study was to compare the water quality diagnoses of the Amazonas, Tapajós, Negro and Tocantins rivers using the thermotolerant coliform indicator (CTT), through bibliographic research, calculation of means, results of the analysis of the beaches of Fazendinha / Macapá-AP, Maracanã / Santarém-PA, Açutuba / Iranduba- AM and Porto Real / Porto Nacional-TO. I obtained as best result per point were the beaches of Fazendinha and Porto Real and the result less satisfactory was the beach of Açutuba. In the results per week, it was observed that the beaches of Fazendinha and Porto real maintained their levels of contamination practically stable. The highest peaks of contamination were in Açutuba, third week and Maracanã, second and fourth week, these changes are directly linked to the periods that the collections were made, considering the seasonality of the region.

Key words: Water quality. Balneabilidade. CTT. Rio. Affluent.

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AM- Amazonas

AP- Amapá

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente

CTT- Coliformes Termotolerantes

CT- Coliformes Totais

E. Coli- Escherichi Coli

M³- Metros Cúbicos

M³/s- Metros Cúbicos por Segundo

Nº- Número

NMP- Número Mais Provável

PA- Pará

Ph- Potencial de Hidrogênio

PR- Paraná

S- Sul

SSE-NNW- Sul Sudeste, Norte Noroeste

TO- Tocantins

W- Oeste

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	6
RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo Geral.....	14
2.2. Objetivos Específicos.....	14
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1 Disponibilidade de água.....	15
3.2 Balneabilidade	16
3.3 Coliformes termotolerantes	16
3.4 Resolução CONAMA 274/ 2000.....	17
3.5 Bacia Hidrográfica.....	18
3.6 Bacia Amazônica	19
3.7 Bacia do Araguaia.....	21
3. MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1. Área de estudo	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS	32
APÊDICE.....	35
ANEXO	36

INTRODUÇÃO

Os recursos naturais têm sido um dos assuntos mais pautados na atualidade e o principal deles é a disponibilidade de água doce no mundo, por ser um fator indispensável à existência humana, e por conta de ser utilizada para realizar inúmeras atividades, tais como: higiene pessoal, lazer, produção de gêneros alimentícios, agricultura, pecuária, entre outras funções.

Tendo em vista a grande utilização dessa água para práticas recreativas tornou-se necessário a criação de padrões que definam a qualidade da água para lazer, estabelecendo assim parâmetros de balneabilidade. A CETESB (2016) define balneabilidade como a qualidade dos cursos d'água afluentes às praias, para verificação da qualidade da água para fins de recreação de contato primário como natação, mergulho e entre outros.

A balneabilidade é de fundamental importância, pois seus resultados são aplicados a duas grandes áreas do conhecimento: a saúde e a ambiental. Aliás, a última está diretamente atrelada à primeira, pois um meio ambiente saudável contribui imensamente para a saúde dos seres que nele habitam.

Portanto, restringir ainda mais os critérios deste tipo de monitoramento pode ser uma solução para a preservação de alguns recursos naturais, principalmente a água.

Conforme postulam Vasconcelos *et. al*, (2009), doenças relacionadas com águas poluídas e/ou contaminadas são classificadas em quatro categorias: a) doenças com origem na água; b) doenças produzidas por água contaminada a partir de organismos que não se desenvolvem na água; c) doenças relacionadas com organismos cujos vetores se desenvolvem na água; e d) doenças dispersadas pela água.

Neste sentido, os primeiros estudos referentes a ocorrência de doenças com o uso das águas para práticas recreacionais foram realizados pela *American Public Health Association*, na década de 1920, através do trabalho de Simons *et al* (1922) onde tentou determinar a predominância de doenças infecciosas que podem ser transmitidas por contato recreativo com a água de acordo com POND (2005).

Dessa forma a balneabilidade está inserida neste contexto, uma vez que a sua falta afeta a população, como na saúde e economia. De acordo com Lopes et al (2013), as práticas de recreação que envolvam o contato contínuo com a utilização das águas, têm sido metodicamente prejudicadas nos ecossistemas aquáticos em todo o Brasil. Assim, o uso da água para atividades de lazer exige condições específicas de qualidade, levando em consideração o risco que oferece à saúde do homem quando não estão adequadas para esse fim.

Por essa perspectiva, o objetivo deste trabalho visa realizar um estudo comparativo de qualidade de água dos rios da região Amazônica, sendo eles: Tapajós, Amazonas, Negro e Tocantins, em função de sua importância e seus altos níveis de visibilidade no Brasil. Buscando revisar, aqui, a balneabilidade das praias mais frequentadas da região, tendo em vista sua utilização para práticas recreativas, através dos parâmetros estabelecidos para se definir a qualidade.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Realizar um estudo comparativo da qualidade das águas do rio Amazonas , Tapajós, Negro e Tocantins, utilizando o parâmetro indicador de balneabilidade microbiológico Coliformes Termotolerantes.

2.2. Objetivos Específicos

- Realizar levantamento bibliográfico, acerca dos resultados das análises de balneabilidade obtidos dos rios Tapajós, Amazonas, Negro e Tocantins.
- Observar os pontos onde foram realizadas as análises de balneabilidade da qualidade das águas dos referentes rios, através de elaboração de gráficos e tabelas.
- Comparar os dados dos resultados encontrados sobre balneabilidade dos rios de acordo com os níveis de contaminação de cada um.
- Definir balneabilidade.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Disponibilidade de água

Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (2009), de toda a água que circula no planeta, apenas 2,5 é doce, e se distribui em geleiras, nas calotas polares e montanhas eternamente cobertas (69), no subsolo (30), em rios e lagos (0,3). Uma parte também significativa se encontra em lugares como umidade do solo, placas de gelo flutuantes, pântanos e em solos que ficam permanentemente congelados (0,9). Mas o que prepondera é a salgada, que chega a 97,5 da Terra.

No Brasil, das águas que se encontram na superfície, 68 estão na região Norte (que representa 45,3 do território nacional, onde vivem 6,98 da população brasileira), 3,3 estão no Nordeste (18,3 do território e 28,91 da população), 15,7 estão no Centro-Oeste (18,8 do território e 6,41 da população), 6 estão no Sudeste (10,8 do território e 42,65 da população) e outros 6,5 estão na região Sul (6,8 do território e 15,5 da população) em conformidade com as informações obtidas no Ministério do Meio Ambiente (2009).

A Bacia Amazônica abrange uma área total de 6.925.674 km², o Brasil dispõe de 63,88 do seu território, incluindo sete Estados, Acre, Amazonas, Roraima, Rondônia, Mato Grosso, Pará e Amapá. Não ocupa somente terras brasileiras, mas também partes dos territórios do Peru, Colômbia, Equador, Venezuela e Bolívia. Seu tamanho se dá desde as nascentes do rio Amazonas nos Andes Peruanos até sua foz no Oceano Atlântico, conforme informações disponíveis em Ministério do Meio Ambiente (2006).

Consoante com o que titula Martins (2012), monitoramento de qualidade das águas vem a ser um dispositivo de gestão indispensável para o manejo apropriado dos recursos hídricos.

O uso das águas para as atividades de lazer exige condições específicas de qualidade, que atendam os parâmetros de balneabilidade, levando em consideração o risco oferecido à saúde humana através do contato direto e prolongado a organismos patogênicos, cianotoxinas, insetos vetores, metais pesados, óleos e graxas, presentes em corpos hídricos contaminados, conforme postulam Lopes *et al* (2013).

3.2 Balneabilidade

A qualidade da água para fins de atividades de lazer de contato primário estabelece a balneabilidade, sendo essencial para sua avaliação o estipular de métodos objetivos. Estes métodos estão baseados em microrganismos indicadores de contaminação termotolerantes a serem controlados e seus valores comparados com os parâmetros preestabelecidos, para que se possam verificar as condições de balneabilidade em um local estabelecido. Podem-se estipular classes de balneabilidade para uma melhor orientação aos usuários segundo a CETESB (2015).

A resolução do CONAMA nº 274/2000 define balneabilidade como a qualidade das águas destinadas a recreação em contato primário e prolongado com a água, como banho e atividades esportivas como natação, mergulho e outras práticas. (BRASIL, 2000).

3.3 Coliformes termotolerantes

Os coliformes termotolerantes pertencem a um subgrupo de microrganismos e são exclusivamente do trato intestinal. A presença de coliformes termotolerantes determina a origem fecal da contaminação, indicando risco da presença de outros microrganismos patogênicos. A contagem dos coliformes termotolerantes indica a quantidade dos microrganismos oriundos de excretas humanos (ALVES, 2009). Coliformes podem ser definidos como bacilos aeróbicos e anaeróbios facultativos, Gram-negativos, não formadores de esporos, capazes de crescer na presença de concentrações elevadas de sais biliares e fermentar a lactose na temperatura de 35°C – 37°C, com formação de ácido, gás e aldeído, em 24 a 48 horas. Determinadas bactérias do grupo dos coliformes, capazes de fermentar a lactose em temperaturas mais elevadas, de 44°C a 45°C, durante muito tempo foram denominadas “coliformes fecais”, pois acreditava-se que sua origem era excepcionalmente fecal. Dentre essas bactérias, o gênero predominante é *Escherichia*, mas algumas espécies de *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter* também são termotolerantes (WHO, 2004).

A origem e manutenção da vida dependem totalmente da água, pois este é o mais abundante componente das células. Devido a sua grande importância, quer seja na nutrição ou na higiene dos alimentos, diferentes agentes podem ser transportados pela água e, desta forma podem ter fácil acesso ao organismo, caracterizando a água como elemento transmissor de doenças (Pongeluppe AT. et al, 2009)

Os coliformes termotolerantes têm sido um dos indicadores mais utilizados na avaliação da qualidade de água. Um dos problemas da utilização deste grupo como indicador de patógenos entéricos, que os difere dos coliformes totais, é que este subgrupo possui um menor tempo de sobrevivência e não apresenta condições de desenvolvimento no meio aquático, porém é útil como um indicador de contaminação recente (AT, Oliveira BD, et al, 2009)

A qualidade da água está inteiramente relacionada à presença de microorganismos patogênicos que prejudicam a saúde humana. A presença desses patógenos associada ao perigo de transmissão de doenças é constatada através da presença de bactérias do grupo coliforme que indica existência de contaminação fecal (PHILIPPI JR. et al., 2004).

As doenças relacionadas às águas balneares geralmente não são graves, e abrangem doenças de pele. A enfermidade mais comum, relacionada à água poluída por esgoto, é a gastroenterite, esta pode apresentar-se de diversas formas e o doente pode manifestar um ou mais sintomas como exemplo, enjoo, vômitos, dores de estômago, diarreia, dor de cabeça e febre. Em áreas de contaminação elevada os banhistas estão sujeitos a doenças como cólera, disenteria, hepatite A e febre tifóide, cuja gravidade é maior (CARVALHO; GUEDES; ARRUDA, 2011).

3.4 Resolução CONAMA 274/ 2000

Em conformidade com a resolução do CONAMA 274/2000 as águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade terão sua condição analisadas de acordo com as categorias sendo próprias e impróprias.

- Próprias:

a) 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;

b) Muito Boa: 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, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros;

c) Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houve no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros.

§ 2o Quando for utilizado mais de um indicador microbiológico, as águas terão as suas condições avaliadas, de acordo com o critério mais restritivo.

§ 3o Os padrões referentes aos enterococos aplicam-se, somente, às águas marinhas.

§ 4o As águas serão consideradas impróprias quando no trecho avaliado, for verificada uma das seguintes ocorrências:

- Impróprias:

- a) não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias;

- b) valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros;

- c) incidência elevada ou anormal, na Região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias;

- d) presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;

- e) $\text{pH} < 6,0$ ou $\text{pH} > 9,0$ (águas doces), à exceção das condições naturais;

- f) floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;

- g) outros fatores que contraindiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

§ 5o Nas praias ou balneários sistematicamente impróprios, recomenda-se a pesquisa de organismos patogênicos. (BRASIL,2000)

3.5 Bacia Hidrográfica

O estudo das bacias hidrográficas é de grande relevância, visto que a água é um recurso natural essencial para todas as espécies do planeta.

Bacias Hidrográficas são ambientes da superfície terrestre separadas topograficamente entre si, as quais funcionam como receptores naturais das águas da chuva conforme UFSCAR (2010).

Assim todo o volume de água interceptado não infiltrado escoando por intermédio de uma rede de drenagem das áreas mais elevadas para as mais baixas, seguindo uma hierarquia fluvial, até convergirem em um único ponto, formando um rio principal (UFSCAR, 2010).

Os rios de primeira ordem condizem às nascentes, onde o volume de água ainda é baixo. Os rios de segunda ordem são à junção de dois rios de primeira ordem e os rios de terceira ordem, diz respeito à junção de dois de segunda, assim sucessivamente, formando uma hierarquia. Desta forma, quanto maior for a ordem do rio principal, maior será a quantidade de rios existentes, e maior será também seu tamanho (UFSCAR, 2010).

As microbacias terão como rios principais os de terceira ordem no máximo, enquanto que em grandes bacias hidrográficas, pode-se chegar até a décima ordem. Além do mais, o fluxo das águas dentro de uma bacia segue um outro percurso, bem mais lento, por meio da infiltração no solo, ao leito fluvial ou encaminhando-se à outros estratos geológicos subterrâneos que levam aos grandes aquíferos (UFSCAR, 2010).

3.6 Bacia Amazônica

A bacia amazônica é a maior bacia hidrográfica do planeta, com uma drenagem de 5,8 milhões de km², sendo 3,9 milhões no Brasil. Suas origens estão localizadas na Venezuela, Colômbia, Peru e Bolívia de acordo com informações disponíveis em Portal São Francisco (2018).

No Brasil, abrange os Estados do Amazonas, Pará, Amapá, Acre, Roraima Rondônia e Mato Grosso. Como é cruzado pela linha do Equador, o rio Amazonas possui afluentes nos dois hemisférios do Planeta.

Entre os mais importantes afluentes da margem esquerda encontram-se o Japurá, o Negro e o Trombetas; na margem direita, o Juruá, o Purus, o Madeira, o Xingu e o Tapajós (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2018).

A bacia amazônica sofre influência da sazonalidade das chuvas. Onde estas iniciam entre novembro-dezembro na região ao sul do Equador e uns meses depois ao norte do Equador e se prolongam por 4 a 5 meses (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2018).

Com o tamanho 6.500 km o rio Amazonas é responsável por 20% da água doce lançada anualmente nos oceanos. Apesar de ser o maior rio do mundo em volume de água, geralmente não é considerado o mais longo. Porém, considerando-se que, durante o período de cheia, ele se estende mar adentro, provavelmente é também o mais longo (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2018).

Figura 1. Sazonalidade de águas do rio Amazonas



Fonte: Autoria pessoal

Conforme postula Rongxing (2006), a área coberta pelo rio Amazonas e seus afluentes mais que triplica ao longo de um ano. Em uma estação seca a média é de 110.000 km² de terras que são cobertas de água, enquanto, que na estação úmida a área inundada da bacia amazônica aumenta para 350.000 km² o rio Amazonas é um rio de planície, dispondo de baixa declividade.

Possui largura média de 4 a 5 km, no entanto, em determinados trechos, atinge mais de 50 km. Entre os afluentes do Amazonas agrupam-se rios de águas barrentas ou brancas, de águas claras e de águas pretas de acordo com Portal São Francisco (2018).

Os rios de águas barrentas, como o Madeira e o próprio Amazonas, têm essa cor por conta dos sedimentos, ricos em nutrientes que são carregados pelo rio abaixo

a partir das montanhas andinas. Dessa forma são os rios que manifestam maior produtividade. Os rios de águas claras, como os rios Xingu, Tapajós e o Trombetas, possuem suas nascentes nos planaltos do Brasil e das Guianas (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2018)

3.7 Bacia do Araguaia

A bacia hidrográfica do Araguaia-Tocantins está localizada na região centro-norte do território do Brasil. Estende-se pelos territórios dos estados de Goiás, Mato Grosso, Pará, Maranhão e Tocantins. É composta, principalmente, pelo rio Tocantins e seu principal afluente, o rio Araguaia conforme informações disponíveis em SUA PESQUISA (2018).

Principais características da bacia do Araguaia-Tocantins, esta bacia hidrográfica drena cerca de 10% do território do Brasil. Os principais rios desta bacia hidrográfica possuem nascente nos divisores do Planalto Central. Ocupa uma área de, aproximadamente, 967 mil km². Apresenta como principais biomas a Amazônia (norte e noroeste) e Cerrado (demais áreas) (SUA PESQUISA, 2018).

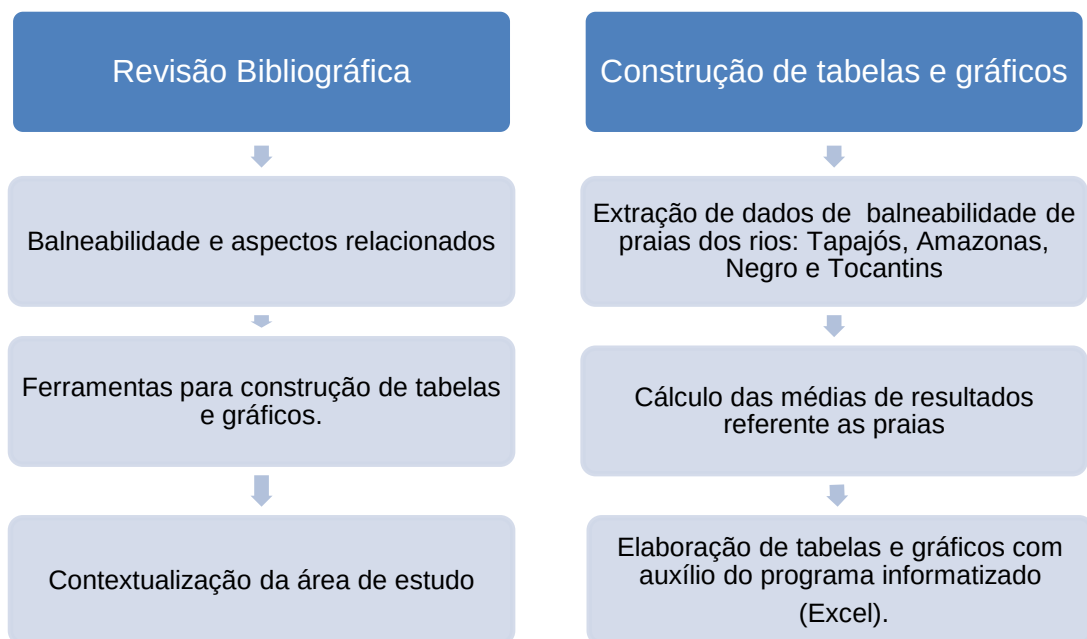
Principais rios afluentes: Água Limpa, Babilônia, Caiapó, Diamantino, Cristalino, Rio Crixá-Açú, Rio Crixá-Mirim, Rio Javaés, das Mortes, do Peixe I, do Peixe II e Rio Vermelho.

Municípios nas margens do rio Araguaia: Aruanã (Goiás), Britânia (Goiás), Alto Araguaia (Mato Grosso), Ponte Branca (Mato Grosso), Santa Terezinha (Mato Grosso), Araguacema (Tocantins), Araguatins (Tocantins), Couto de Magalhães (Tocantins), Conceição do Araguaia (Pará), São Geraldo do Araguaia (Pará) e Bela Vista do Araguaia (Pará) (SUA PESQUISA, 2018).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta metodologia visa apresentar critérios e etapas que foram realizadas para desenvolver o presente trabalho. As etapas realizadas, conforme dispostas na figura abaixo, foram as seguintes:

Figura 2. Critérios e etapas realizados para desenvolvimento do estudo.



4.1. Área de estudo

Tendo em vista a grande visibilidade das águas doces no Brasil, há uma necessidade de expor a amplitude das áreas abordadas.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2006), a região Hidrográfica Amazônica, está incluída no quadrante definido pelas coordenadas: 05°20'N, 048°20'W e 16°20'S, 074°00' W, onde o rio Amazonas atira suas águas no Oceano Atlântico se aproximando ao nível da linha do Equador, na altura dos 50°W de longitude. Ocupando uma área total de 6.925.674 km², desde as nascentes do rio Amazonas nos Andes até sua foz no Oceano Atlântico, a Região Hidrográfica Amazônica, tem no Brasil 63,88% do seu território.

De acordo com postulações de Santos *et al* (2014), o rio Tapajós possui uma extensão de 800 km até desaguar no rio Amazonas. “A bacia hidrográfica do rio Tapajós está posicionada entre as coordenadas de 02°14'38”W e 14°55'44”S e 53°49'34”S e 60°7'48”W. A sua bacia é compartilhada pelos estados do Mato Grosso, Pará, Rondônia e Amazonas, atingindo uma área de 492.263 km², possuindo largura de 555 km e comprimento de 1.457 km, com uma direção geral SSE-NNW, conforme dados obtidos em Ministério do Meio Ambiente (2011). A vazão média deste rio é de 13.450 m³/s. A área de sua bacia é de, aproximadamente, 764.180 km² (SUA PESQUISA, 2018).

População estimada a margem do rio Tapajós, mais precisamente no município de Santarém aonde se encontra a praia do Maracanã é de: 296.302 habitantes conforme dados obtidos em IBGE (2017).

Praia utilizada para realização do estudo de balneabilidade do rio Tapajós foi Maracanã, situada no município de Santarém-PA, análise realizada em, 2017, nos respectivos pontos:

PONTO 1- Situado nas coordenadas geograficas 02° 25' 07.2”S, 054°48'55.1”W onde recebe menos concentração de banhistas.

PONTO 2 – Situado numa área onde o fluxo de frequentadores é intenso com coordenadas geograficas de 02°25'08.8”S, 054°49'01.3” W

PONTO 3– Situado próximo a uma área que abriga comumente plantas aquáticas como macrófitas cuja coordenadas geograficas são 02° 25' 10.7”S, 054° 49' 08.3” W de acordo com CORREA (2017).

O rio Amazonas nasce no lago Lauri ou Lauricocha, nos Andes do Peru. No Brasil, entre as bocas dos rios Javari e Negro, recebe o nome de Solimões. O rio Amazonas tem 5.825 km de extensão. Levando em consideração sua origem, no entanto, aumenta para 6.571 km. Sendo o segundo rio maior do mundo. A bacia do Amazonas é a mais ampla do planeta com 5.846.100 km². O Amazonas abriga caudalosos afluentes: rio Tapajós, Xingu, Pará e Jari. (MATOS, 2009). A vazão média deste rio é de 209.000 m³/s (PORTAL DA AMAZÔNIA, 2018). População estimada a margem do rio Amazonas, mais precisamente no município de Macapá aonde se encontra a praia de Fazendinha é de: 398.204 habitantes de acordo com IBGE(2017).

Praia utilizada para realização do estudo de balneabilidade do rio Amazonas foi Fazendinha situada no município de Macapá-AP, análise realizada em, 2016, que se encontra entre as coordenadas geográficas, latitude 0°2'4"S, longitude 51°3'60"W segundo (CAMPOS, 2015).

O rio Negro é o principal afluente do Amazonas. Banha três países da América do Sul e percorre cerca de 1.700 km. Com o nome de Guainía, nasce no leste da Colômbia, corre na direção nordeste e depois sul, formando a fronteira entre Colômbia e Venezuela (AMBIENTE BRASIL, 2017). A vazão média deste rio é de 28.400 m³/s (PORTAL AMAZÔNIA,2018). População estimada a margem do rio Negro, mais precisamente no município de Iranduba aonde se encontra a praia de Açutuba é de: 47.407 habitantes de acordo com IBGE (2017).

Praia utilizada para realização do estudo de balneabilidade do rio Negro foi Açutuba, situada no município de Iranduba- AM, análise realizada em 2017, nos respectivos pontos:

PONTO 1- a Jusante com coordenadas 03° 05' 46,9" S, 60° 21' 16,4' 'W;

PONTO 2 - ao Meio com coordenadas 03° 05' 45,0" S, 60° 21' 21,0"W;

PONTO 3 - a Montante com coordenadas 03° 05' 43,9" S, 60° 21' 27,3" W (AMARAL, 2017).

O rio Tocantins percorre por quatro estados: Goiás, Tocantins, Pará e Maranhão. Possuindo como afluentes os rios das Almas, Cana Brava, Santa Clara, rio dos Patos, Uru, Tocantinzinho, Sono, Cacao, Mupi e Barra Grande.Tendo extensão de 2.416 km. "A vazão média deste rio é de 13.600 m³/s. A área de sua bacia é de, aproximadamente, 803.200 km²" (SUA PESQUISA, 2018). População estimada a margem do rio Tocantins mais precisamente no município de Porto

Nacional aonde se encontra a praia de porto real é de: 52.828 habitantes em conformidade com os dados de IBGE (2017).

Praia utilizada para realização do estudo de balneabilidade do rio Tocantins foi Porto Real, situada no município de Porto Nacional – TO análise realizada em 2016, nos respectivos pontos:

PONTO 1 área de embarque e desembarque de pessoas transportadas em balsa, com coordenadas geográficas de 10° 41,839' S, 48° 25,104' W;

PONTO 2 na área delimitada para o banho, com coordenadas de 10° 41,744' S, 48° 25,113' W;

PONTO 3 na parte final da praia, com coordenadas de 10° 41,630' S, 48° 25,098'W (SOUZA et al, 2016).

Figura 3. Mapa com a localização e extensão dos rios Amazonas, Tapajós, Negro e Tocantins



Fonte: ADAPTADO DE PINSADDY, 2018

Mapa com a localização dos rios que foram utilizados para o desenvolvimento do estudo em questão, onde observa-se a trajetória e extensão do rio Amazonas seus afluentes e o rio Tocantins já descritos na área de estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Comparando através de gráficos, por ponto, por semana e por média a balneabilidade dos rios Tapajós, Amazonas, Negro e Tocantins que compõem a região amazônica, podemos afirmar.

Figura 4. Gráfico de comparação de resultados por ponto.

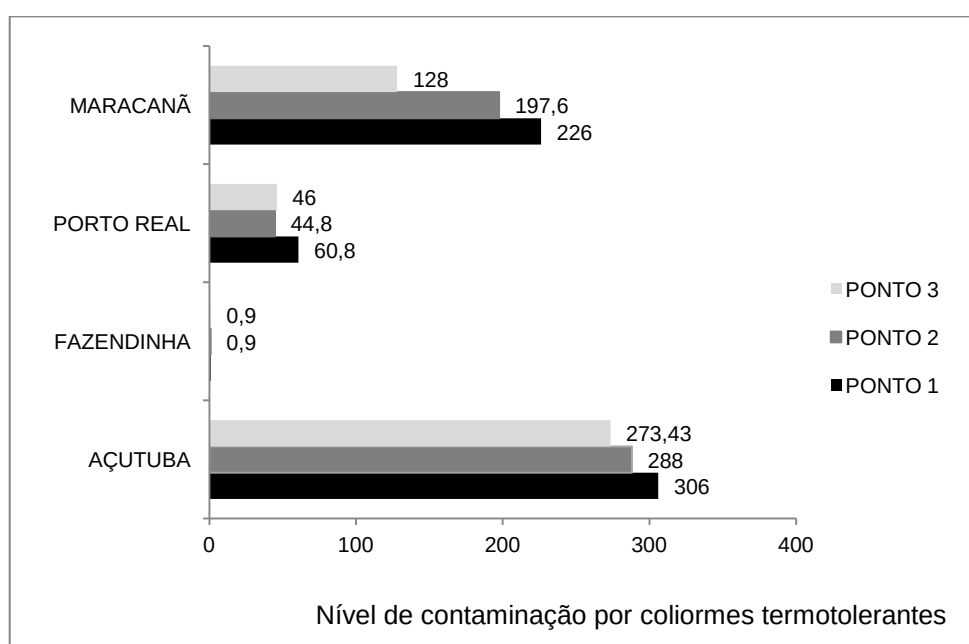


Gráfico elaborado a partir dos resultados encontrados de cada praia e para que se fosse possível comparar os pontos de cada praia e observar quais destes mais se destacam em relação aos seus níveis de contaminação por Coliformes Termotolerantes.

- Maracanã/RioTapajós/Santarém

A praia de Maracanã apresentou resultados bem diferenciados entre seus pontos, sendo que o primeiro obteve maior nível de contaminação por CTT com 226 NMP/100 mL seguido do segundo ponto com 197,6 NMP/100 mL, decrescendo no terceiro ponto que apresentou 128 NMP/100 mL, como podemos observar no gráfico acima;

- Porto Real/RioTocantins/PortoNacional

A praia de Porto Real obteve resultados estáveis em todos os seus pontos, Primeiro ponto 46 NMP/100 mL, segundo ponto 44,8 NMP/100mL e terceiro ponto 60,8 NMP/100 mL , não havendo assim um aumento significativo entre si;

- Fazendinha/Rio Amazonas/Macapá

Em decorrência de existir apenas um ponto com resultado <1 NMP/100 mL a praia de Fazendinha todos os seus resultados obtidos foram excelentes ;

- Açutuba/Rio Negro/Iranduba

A praia de Açutuba obteve resultados bastante semelhantes entre seus pontos, com 306 NMP/100 mL no seu primeiro ponto, 288 NMP/100 mL segundo ponto e 273,43 NMP/100 mL terceiro ponto, mantendo-se estáveis ao longo dos mesmos, sem alterações significativas.

Figura 5. Gráfico de comparação de resultados por semana.

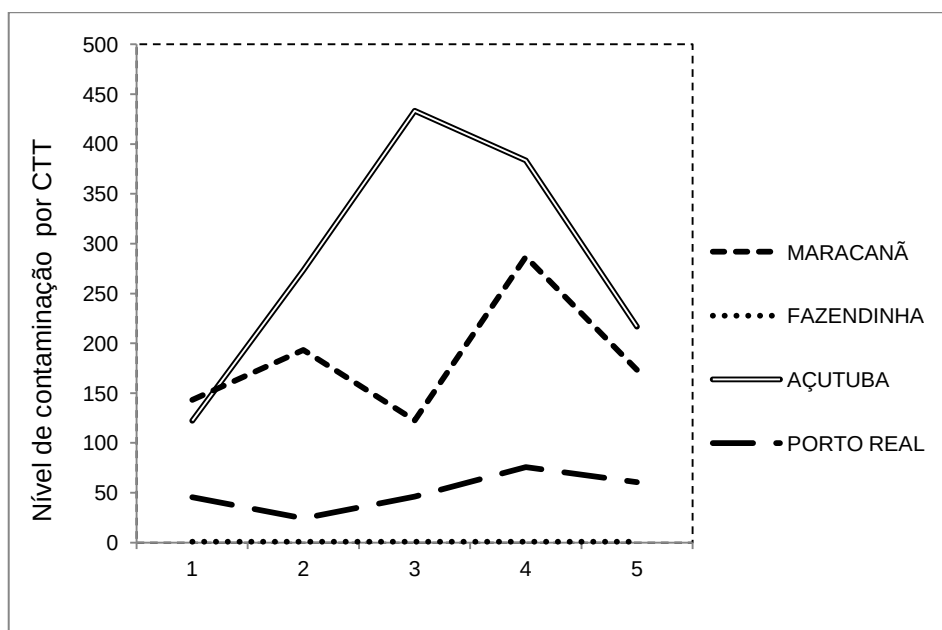


Gráfico elaborado a partir dos resultados obtidos de acordo com o nível de contaminação de cada uma e posteriormente realizada a comparação de seus resultados para observar o nível de contaminação de cada uma de acordo com suas semanas.

- Maracanã/Rio Tapajós/Santarém

Como podemos observar no gráfico acima, a praia de Maracanã obteve dois picos máximos de níveis de contaminação por CTT o primeiro na segunda semana

com 193,3 NMP/100 mL e o segundo pico na quarta semana com 286,7 NMP/100 mL, pode-se explicar tal aumento com o período em que foi realizada a coleta, período de aumento de precipitação na região onde consequentemente ocorre o escoamento superficial dessas águas carreando sedimentos para o leito dos rios.

De acordo com Corrêa (2017) o período chuvoso é um fator a ser somado para manter os altos níveis de NMP/mL para Coliformes Termotolerantes. Tais resultados podem ser justificados em virtude do balneário está localizado na zona urbana da cidade de Santarém (CORRÊA, 2017)

Consoante com o que postula Mendes e Ferreira (2014) os períodos de seca e chuva influenciam o pH, turbidez, cor aparente e *E. coli*, assim os parâmetros se mostraram sensíveis a precipitação.

Outros autores em pesquisa sobre balneabilidade também constataram que a sazonalidade influencia a qualidade das águas. Onde para Andrade e Pinto (2017) estação chuvosa pontos onde a turbidez se apresentou elevada, os Coliformes totais (CT) apresentaram valores muito elevados podendo indicar que além do carregamento de sedimentos ouve também o carregamento de organismos patogênicos. Mesmo ocorrendo também alterações na qualidade da água no período da seca os parâmetros que mais causam problemas a saúde humana (turbidez e CT) apresentaram-se mais elevados na estação chuvosa.

De acordo com observações de Schuroff *et al* (2014) em seu estudo sobre a qualidade da água do Lago do Igapó de Londrina- PR que a qualidade da água é mais comprometida nos períodos de chuva, mostrando a influência da sazonalidade sobre a quantidade da bactéria *E. coli*. Conforme exposto na Figura 1. Sazonalidade de águas do rio Amazonas.

- Porto Real/RioTocantins/PortoNacional

A praia de Porto Real manteve estável os índices de seus resultados ao longo da semana com destaque na quarta semana com 75,6 NMP/100 mL, porém, sem aumento significativo.

- Fazendinha/RioAmazonas/Macapá

A praia de Fazendinha manteve seus resultados <1 NMP/100 mL permanecendo estável em todas suas semanas.

- Açutuba/RioNegro/Iranduba

A praia de Açutuba obteve um aumento nos seus índices de seus resultados ao longo das semanas, com destaque na terceira semana que apresentou 443,33 NMP/100 mL aumento relevante em seu resultado, pode-se explicar tal resultado de acordo com AMARAL (2017) pela ocorrência da sazonalidade na região e sua influência nas características hidroquímica e bacteriológica, assim como, outros estudos no mesmo rio demonstram, os resultados poderão ser diferentes na estação seca, considerando que nessa época há ocorrência de maior número de visitantes na área, o que pode influenciar em vários parâmetros analisados, principalmente nas concentrações de oxigênio dissolvido, *Escherichia coli* e turbidez.

Figura 6. Gráfico de comparação resultados por média.

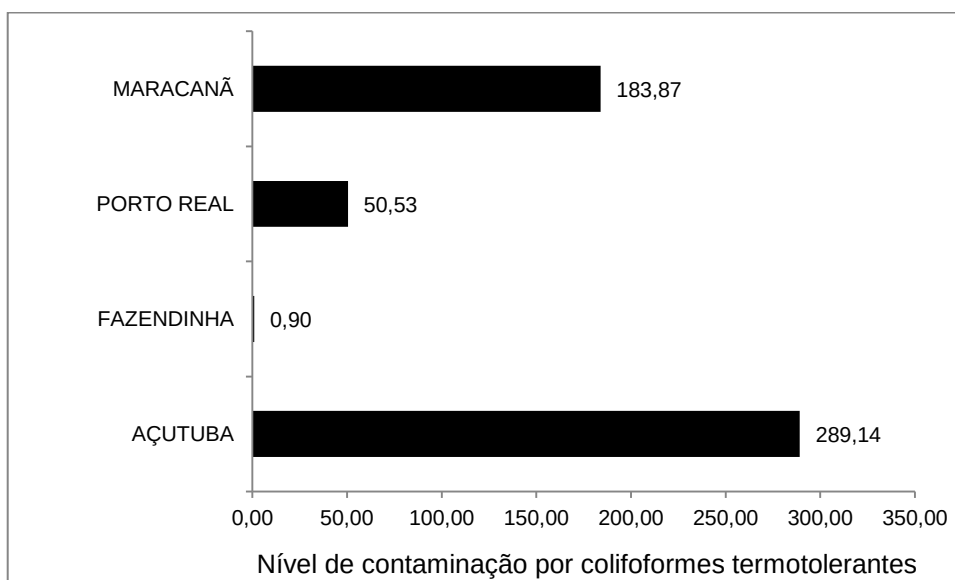


Gráfico elaborado a partir dos resultados obtidos de cada praia, foram realizados os cálculos das médias de acordo com o resultado encontrados em cada estudo e comparados entre si.

Observa-se que a praia de Açutuba se destaca com o índice de resultados por média menos satisfatório em relação às demais praias do estudo, apresentando 289.14 NMP/100 mL em nível de contaminação por Coliformes Termotolerantes, seguido está a praia de Maracanã com 183.87 NMP/100 mL e Porto Real 50.53 NMP/100 mL. E Fazendinha com o melhor índice de resultados entre elas com <1 NMP/100 mL em média.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao realizar o levantamento bibliográfico sobre os resultados de balneabilidade das praias dos rios Tapajós, Amazonas, Negro e Tocantins constatou-se que a praia de Fazendinha foi a mais satisfatória em relação as outras praias, Maracanã, Açutuba e Porto real.

Observou-se que na comparação por semana os maiores picos de contaminação por CTT foram detectados em Açutuba, terceira semana e Maracanã, Segunda e quarta semana, esta alteração está diretamente ligada com aos períodos que foram realizadas as coletas, tendo em vista a sazonalidade da região.

Em relação a praia de Açutuba,destacou-se como o resultado menos satisfatório em comparação as outras praias estudadas.

REFERÊNCIAS

ALVES. R. **Web Artigos.** <https://www.webartigos.com/artigos/coliformes-termotolerantes-e-escherichia-coli/28006/> Acesso em 23-de abril de 2018

AMARAL, B. G. **Avaliação ambiental do índice de balneabilidade da praia do Açutuba.** Iranduba – Amazonas, 2010.

AMAZONAS – **Terra das Águas. Geografias do Brasil.** Disponível em: <https://www.suapesquisa.com/geografia/rio_amazonas.htm> Acesso em: 05 de fevereiro de 2018.

AMBIENTE BRASIL. **Rio Negro e Encontro das Águas.** Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/amazonia/bacia_do_rio_amazonas/rio_negro_e_encontro_das_aguas.html> Acesso em: 07 de fevereiro de 2018.

ANDRADE, M. I.; PINTO, L. V. A. Efeito da sazonalidade pluviométrica na qualidade da água de fontes naturais. In: **II Simpósio de Águas Termais, Minerais e Naturais de Poços de Caldas.2017.**

APRENDER. **Bacias hidrográficas. 2010.** Disponível em: <<http://www.ufscar.br/aprender/aprender/2010/06/bacias-hidrograficas/>> Acesso em: 07 de fevereiro de 2018.

BRASIL - **Conselho Nacional do Meio Ambiente.** Critérios de balneabilidade em águas brasileira. Resolução nº 274 de 29 de novembro de 2000. Brasília, 2000.

CAMPOS, J. S. **Balneabilidade e qualidade ambiental do balneário da fazendinha. Macapá-AP, 2015.**

CARVALHO, Aline S.; GUEDES, Cláudia de S.; ARRUDA, Poliana N. Balneabilidade de um lago no município de Goiânia. In: **Simpósio Nacional de Ciência e Meio Ambiente, 2, 2011. Anápolis. Anais...Anápolis,2011**

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório da qualidade das praias litorâneas do estado de São Paulo 2013. São Paulo: CETESB, 2014.**

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório da qualidade das praias litorâneas do estado de São Paulo 2014. São Paulo: CETESB, 2015.**

Conceito de Bacia Hidrográfica. 2004. Disponível em: https://www.suapesquisa.com/geografia/bacia_araguaia_tocantins.htm: Acesso em 02 de março de 2018.

CORRE, A. Q .I. **Avaliação microbiológica da praia do maracanã na cidade de Santarém/PA, 2017.**

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/iranduba>, 2017: Acesso em 02 de março de 2018.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/macapa/panorama>, 2017: Acesso em 02 de março de 2018.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/pa/santarém>, 2017: Acesso em 02 de março de 2018.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/porto-nacional/panorama>, 2017: Acesso em 02 de março de 2018.

MATOS , G. C. G. Amazonas: a marca da água e o uso dos rios. In: **XII Simpósio Internacional Processo Civilizador. Recife: PE, 2009.**

MENDES, L. S. ;FERREIRA, I. M.Influência da sazonalidade na qualidade da água bruta no município de Ituiutaba – MG. In: **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde. Set-Dez., 2014.**

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno da Região Hidrográfica Amazônica. Brasília: MMA, 2006. 124 p.**

GUO, R. Territorial Disputes and Resource Management: **A Global Handbook. S.I.: Nova,2006,p. 44.**

PINSDDADDY. Rios da Amazônia. Disponível em: http://www.pinsdaddy.com/landforms-of-the-amazon-river_8qLP0LA3qulOGORLwQ5QiMCA7i0ff2SYrAaLrXfMhsg/12 Acesso em: 15 de fevereiro de 2018.

Pongeluppe AT, Oliveira DB, Silva EA, Aguilera KK, Zitei V, Bastos MF , 2009 <http://revistas.ung.br/index.php/saude/article/view/257/475>

POND, K.Water recreation and disease.Plausibility of associated infections: **acute effects, sequelae and mortality. London: IWA/WHO, 2005. 231p.**

PORTAL SÃO FRANCISCO. Bacia Amazônica. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/geografia/bacia-amazonica>> Acesso em: 07 de fevereiro de 2018.

PORTAL DA AMAZÔNIA. Amazônia de A a Z. Disponível em: <<http://www.portaldaamazonia.com.br/amazoniadeaz/interna.php?id=377>> Acesso em: 08 de fevereiro de 2018.

SAVEH. Sistema de Autoavaliação da Eficiência Hídrica. **A disponibilidade de água no mundo e no Brasil**. Disponível em: <<https://saveh.com.br/artigos/a-disponibilidade-de-agua-no-mundo-e-no-brasil/>> Acesso em: 06 de fevereiro de 2018.

SOUZA, I. N. C; BALDUINO, A. R.; GOMES, S. B.; SANTOS, G. I. R. Avaliação das condições de balneabilidade da praia porto real em Porto Nacional – Tocantins. In: **Revista Ambiental em Ação, Ano XVI. Set-Nov., 2017**.

SCHUOFF, P. A. ; LIMA, N. R. ; BURGOS, T. N. ; LOPES, A. M.; PELAYO, J. S. Qualidade microbiológica da água do Lago Igapó de Londrina - PR e caracterização genotípica de fatores de virulência associados a Escherichia coli enteropatogênica (EPEC) e E. coli produtora de toxina Shiga (STEC). In: **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina. n. 2 . Jul-Dez., 2014**.

TOCANTINS – Terra das Águas. **Geografias do Brasil**. Disponível em: <https://www.suapesquisa.com/geografia/rio_tocantins.htm> Acesso em: 05 de fevereiro de 2018.

VASCONCELOS, F. M.; TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Avaliação da qualidade de água – Base tecnológica para a gestão ambiental**. Sociedade Mineira de Engenheiros Agrônomos – SMEA. 2009. VIANA, M. B. Legislação brasileira sobre o meio

WHO. Guidelines for drinking water quality: **recommendations. 3rd Editora Genebra, 2004. v. 1**.

APÊDICE

Tabela 1- Tabela de resultados da balneabilidade da praia do Maracanã/rio Tapajós.

MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES DE BALNEABILIDADE DA PRAIA DE MARACANÃ / SANTARÉM-PA /RIO TAPAJÓS							
PARÂMETRO INDICADOR DE QUALIDADE: CTT (NMP/100 ml)							
		Média/Classificação Por Ponto	Média/Classificação por Semana				
Pontos de Coletas	Praia		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
P1 Área menor fluxo	Maracanã	226	143.33	193.33	122.66	286.66	173.33
P2 Área maior fluxo	Maracanã	197.6					
P3 Área de macrófitas	Maracanã	128					

Tabela 2- Tabela de resultados da balneabilidade da praia Fazendinha/rio Amazonas.

MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES DE BALNEABILIDADE DA PRAIA FAZENDINHA/ MACAPÁ-AP /RIO AMAZONAS							
PARÂMETRO INDICADOR DE QUALIDADE: Escherichia coli (NMP/100 ml)							
Período de Avaliação – 03/0/2014 a 02/07/2014							
			Média/Classificação por Semana				
Pontos de Coletas	Praia	Classificação Por Ponto	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
P1	Fazendinha	ND (Excelente)	ND (Excelente)	ND (Excelente)	ND (Excelente)	ND (Excelente)	ND (Excelente)

Tabela 3- Tabela de resultados da balneabilidade da praia de Porto real/rio Tocantins.

MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES DE BALNEABILIDADE DA PRAIA PORTO REAL/ PORTO NACIONAL-TO/ RIO TOCANTINS							
PARÂMETRO INDICADOR DE QUALIDADE: Escherichia coli (NMP/100 ml)							
Período de Avaliação – 15/03/2016 a 12/04/2016							
		Média/Classificação Por Ponto	Média/Classificação por Semana				
Pontos de Coletas	Praia		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
P1	Porto Real	60,8 (Excelente)	45,6 (Excelente)	24,4 (Excelente)	46,3 (Excelente)	75,6 (Excelente)	60,6 (Excelente)
P2	Porto Real	44,8 (Excelente)					
P3	Porto Real	46,0 (Excelente)					

ANEXO

Tabela 1- Tabela de resultados da balneabilidade da praia de Açutuba/ rio Negro.

GRÁFICO DE COMPARAÇÃO DA QUALIDADE DA BALNEABILIDADE DOS RIOS							
MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES DE BALNEABILIDADE DA PRAIA DE AÇUTUBA/ MANAUS /RIO NEGRO							
PARÂMETRO INDICADOR DE QUALIDADE: Escherichia coli (NMP/100 ml)							
Período de Avaliação – 23/03/2016 a 20/04/2016							
Pontos de Coletas	Praia	Média/Classificação Por Ponto	Média/Classificação por Semana				
			Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
P1 jusante	Açutuba	306,00 Própria/Muito Boa					
P2 meio	Açutuba	288,00 Própria/Muito Boa					
P3 montante	Açutuba	273,43 Própria/Muito Boa	123,33 (Excelente)	273,33 (Muito Boa)	433,33 (Satisfatória)	383,33 (Muito Boa)	216,67 (Muito Boa)