



**FAPAC – FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO
LTDA**

GABRIELLA CRISTHYAN AIRES MAYA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA BALNEABILIDADE DA
BACIA HIDROGRÁFICA CÓRREGO FRANCISQUINHA NO MUNICÍPIO DE
PORTO NACIONAL - TO**

PORTO NACIONAL – TO

2018

GABRIELLA CRISTHYAN AIRES MAYA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA BALNEABILIDADE DA
BACIA HIDROGRÁFICA CÓRREGO FRANCISQUINHA NO MUNICÍPIO DE
PORTO NACIONAL - TO**

Projeto de Pesquisa submetido ao Curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Antônio Carlos Porto – ITPAC PORTO NACIONAL, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Hidrologia

Orientador: Prof. Me. Ângelo Ricardo
Balduino

PORTO NACIONAL – TO

2018

GABRIELLA CRISTHYAN AIRES MAYA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA BALNEABILIDADE DA
BACIA HIDROGRÁFICA Córrego Francisquinha no Município de
PORTO NACIONAL – TO**

Projeto de Pesquisa submetido ao Curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Antônio Carlos Porto – ITPAC PORTO NACIONAL, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Banca Examinadora:

Professor Me. Ângelo Ricardo Balduino.
(Orientador)

Examinador (a) 1

Examinador (a) 2

PORTO NACIONAL – TO

2018

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus que por toda esta trajetória vem me acompanhando e me dando a força que preciso para ter chegado até aqui. Aos meus pais, Rosilde Aires de França Maya e Marcus Bezerra Maya por todo apoio e incentivo prestado para minha formação acadêmica, ao meu irmão Gustavo Aires Maya por toda a ajuda e paciência em todo esse percurso que com certeza não foi fácil e que de muitas formas contribuiu para meu crescimento acadêmico, e a toda minha família e amigos que de alguma forma fazem parte dessa conquista tão esperada em minha vida.

Gabriella Cristhyan Aires Maya

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter permitido chegar a etapa final dessa trajetória, e por tudo que conquistei até aqui.

Aos meus pais Rosilde Aires de França Maya e Marcus Bezerra Maya e ao meu irmão Gustavo Aires Maya por sempre acreditarem em mim e por todo apoio dado.

Ao meu orientador Me. Ângelo Ricardo Balduino pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

A todos os meus professores que contribuíram para minha formação acadêmica pela paciência e ajuda prestada.

Aos meus colegas universitários que me acompanharam nessa longa jornada e sempre ao meu lado.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

Gabriella Cristhyan Aires Maya

RESUMO

A procura por atividades recreacionais, tem levado os banhistas a se submeterem a possíveis contaminações nos locais de banho, geradas pelos resíduos do esgoto, acúmulos de lixos, poluentes presentes na atmosfera, agrotóxicos usados nas plantações que de alguma forma chegam aos leitos dos rios, dentre vários outros que acabam acarretando na sua maior parte, o surgimento de bactérias como os coliformes totais e *Escherichia coli* (*E. coli*). Por meio disso, objetiva-se com esse trabalho, avaliar a qualidade das águas da bacia hidrográfica córrego Francisquinha no município de Porto Nacional - Tocantins, promovendo-se um estudo de balneabilidade, onde serão realizadas análises microbiológicas através dos indicadores do grupo dos coliformes totais e *Escherichia coli* (*E. coli*) definidos pela Resolução CONAMA nº 274/00. Através da técnica Colilert empregada, será possível detecções simultâneas, identificações específicas e confirmativas dessas bactérias citadas. Os resultados do monitoramento do ponto escolhido serão comparados com os parâmetros estabelecidos para fins de balneabilidade, enquadrando-se na categoria própria ou imprópria para banho.

Palavras-Chave: Balneabilidade; qualidade das águas; coliformes totais e *Escherichia coli* (*E. coli*).

ABSTRACT

The search for recreational activities has led bathers to submit to possible contamination in bathing places, generated by waste from the sewage, accumulation of waste, pollutants in the atmosphere, pesticides used in plantations that somehow reach the riverbeds, among others that end up causing, for the most part, the emergence of bacteria such as total coliforms and *Escherichia coli* (*E. coli*). The objective of this work is to evaluate the water quality of the Francisquinha stream watershed in the municipality of Porto Nacional - Tocantins, promoting a bathing study, where microbiological analyzes will be carried out through the indicators of the total coliform group and *Escherichia coli* (*E. coli*) defined by CONAMA Resolution No. 274/00. Through the Colilert technique employed, it will be possible to detect simultaneous, specific and confirmatory identifications of these bacteria. The results of the monitoring of the selected point will be compared with the parameters established for bathing purposes, falling into the proper category or improper for bathing.

Keywords: bathing, water quality, total coliforms and *Escherichia coli* (*E. coli*).

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01– Resposta hidrológica da bacia hidrográfica.....	21
FIGURA 02– Ciclo Hidrológico.....	23
FIGURA 03– Microrganismos presentes na água.....	28
FIGURA 04– Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Francisquinha.....	33
FIGURA 05 – Localização por satélite do Ponto 1 e seus confrontantes.....	34
FIGURA 06 – Localização por satélite do Ponto 2 e seus confrontantes.....	35

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – Microrganismos e doenças relacionadas.....	27
QUADRO 02 – Associação entre os usos da água e os requisitos de qualidade.....	29
QUADRO 03 – Limites de coliformes termotolerantes, E. coli e enterococos por 100 mL de água, para cada categoria.....	31
QUADRO 04 – Estabelecimento de padrões de E. coli para recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho.....	32

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – Ponto de coleta de amostras de água.....36

TABELA 02 – Limite de Coliformes fecais, limite de *Escherichia coli* e porcentagem do tempo de acordo com suas categorias.....37

LISTA DE ABREVIATURAS

NMP – Número Mais Provável

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

WHO – World Health Organization (Organização Mundial de Saúde)

APHA – American Public Health Association

ANA – Agência Nacional de Água

GPS – Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1 O QUADRO ATUAL DAS ÁGUAS	16
3.2 USO MÚLTIPLO DA ÁGUA	16
3.3 CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS	17
3.4 CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS	19
3.5 BACIA HIDROGRÁFICA.....	20
3.6 CICLO HIDROLÓGICO.....	22
3.7 BALNEABILIDADE.....	24
3.8 ASPECTOS DE SAÚDE PÚBLICA.....	26
3.9 CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA BALNEABILIDADE	28
3.10 COLIFORMES FECAIS (TERMOTOLERANTES)	29
3.11 ESCHERICHIA COLI	30
3.12 FATORES QUE INFLUENCIAM NA BALNEABILIDADE	30
3.13 CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS DE BANHO	31
4 METODOLOGIA.....	33
4.1 TIPO DE PESQUISA	33
4.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	33
4.2.1 Localização do Ponto 01 (P1)	34
4.2.2 Localização do Ponto 02 (P2)	35
4.3 PONTO DE MONITORAMENTO E SEUS DIAGNÓSTICOS.....	36
4.4 ESTUDOS REALIZADOS	36
4.5 procedimentos metodológicos	39
4.5.1 Plano de coleta de amostras	39
4.5.2 Análise Laboratorial	39
5 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO.....	41
6 RESULTADOS ESPERADOS.....	42
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
8 APÊNDICES.....	47

1 INTRODUÇÃO

A água é um elemento natural extremamente necessário para a sobrevivência humana. Ao longo da história, no que diz respeito as atividades econômicas e sociais em todo o globo, os recursos hídricos sempre tiveram uma importância fundamental pois com a crescente diversificação das atividades antrópicas em função do desenvolvimento econômico e social, acaba-se implicando em uma maior demanda por água em qualidade e quantidade suficiente para atender aos inúmeros usos.

Dentre esses usos, pode-se citar: abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação, dessedentação de animais, função ecológica de preservação de fauna e flora, criação de espécies, geração de energia elétrica, navegação, paisagismo, diluição de resíduos, recreação e lazer.

O uso da água para fins de recreação tem grande importância para a cultura humana devido o crescente uso dos banhistas por essas águas, podendo conter riscos para a saúde, caso elas estejam contaminadas por resíduos de esgotos ou lixos que acabam sendo levados pelas enxurradas ou despejados diretamente no rio.

Há também outros poluentes encontrados na atmosfera ou no solo além também da aplicação de produtos tóxicos na agricultura, que ao atingir o corpo d'água, depositam também micro-organismos patogênicos e elementos tóxicos. Esses fatores podem causar grande desequilíbrio ao ambiente aquático que conseqüentemente geram sérios riscos à saúde dos usuários.

O contato primário refere-se a atividades como a natação, surfe, esqui aquático e mergulho, nos quais especialmente em crianças, há possibilidade de ingestão de água, ou contato com os olhos, ouvidos, membranas, mucosas ou até mesmo cortes existentes na pele. Por isso é muito importante ser feita a avaliação da qualidade da água para fins de balneabilidade com o intuito de saber se o local avaliado estará de acordo com os requisitos para banho.

Em 2001, foi construída a Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, no município de Lajeado – TO, pois o Rio Tocantins continha naquela época, grande potencial para geração de energia elétrica. Com isso, o Rio acabou se tornando

lago, fazendo com que durante o represamento, houve-se uma elevação do nível d'água, e com isso, sendo submersas a mata ciliar, praias e construções localizadas às margens do lago.

Portanto, a qualidade da água para a atividade recreativa pode ter sofrido mudanças sendo comprometida devido a possíveis contaminações causadas por esse acontecimento.

A Resolução CONAMA 274/00, define que as águas doces, salobras e salinas terão os níveis de qualidade avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar as condições de balneabilidade (recreação de contato primário como atividade de mergulho, natação, esqui aquático e pesca esportiva). Mediante a isso, serão determinados o Número Mais Provável (NMP/100ml de água) do grupo de coliformes fecais (termotolerantes) e *Escherichia coli* (*E. Coli*) presente nas águas da bacia do Rio Tocantins, córrego Francisquinha.

A bacia Francisquinha que fica no município de Porto Nacional-TO, tem parte da sua localização ao lado da estação de tratamento de esgoto Francisquinha, sendo o córrego um bom objeto de estudos para avaliação da sua balneabilidade pois como há presença de esgoto em suas redondezas, há grande possibilidade da água em estudo estar contaminada pelo esgoto ali presente.

Nessa perspectiva, intenciona-se com este estudo, avaliar as condições de qualidade da água para fins de balneabilidade da bacia hidrográfica córrego Francisquinha, no rio Tocantins. Serão verificados a existência de coliformes fecais (termotolerantes) e *Escherichia coli*, também sendo feitas análises dos parâmetros físico químicos e microbiológicos da água nos dois pontos monitorados, um ao lado da ETE Francisquinha, sendo conhecido como o Ponto 1 (P1), e o outro na saída para Palmas – TO, mais conhecido como Ponto 02 (P2), para que por fim, os dados deste monitoramento sejam repassados para o poder público e a comunidade.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as condições da água da bacia hidrográfica córrego Francisquinha no município de Porto Nacional – TO, para fins de balneabilidade, de acordo com a Resolução CONAMA 274/2000.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Avaliar os impactos da qualidade da água para os banhistas;
- ✓ Correlacionar os valores obtidos no período em estudo, com os padrões determinados pela resolução CONAMA 274/2000;
- ✓ Analisar os parâmetros físico químicos e microbiológicos da água;
- ✓ Classificar as condições da água.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O QUADRO ATUAL DAS ÁGUAS

O planeta Terra conta com um volume total de água de 1.386 milhões de km³. Deste volume total, 97% são distribuídos nos mares e oceanos e os 3% restantes correspondem às águas doces. Destas, 2,2% formam as calotas polares e geleiras, e os 0,8% restantes correspondem as águas subterrâneas e superficiais. Entretanto, apenas 3% desse valor apresenta-se superficialmente, de maior acessibilidade ao ser humano (SPERLING,2005).

Neste quadro, segundo Hirata (2001), o Brasil possui 12% do volume total de água doce do planeta e 53% da América do Sul. Porém, o aumento excessivo nas demandas e degradação da qualidade das águas, implicam em problemas sérios de escassez em algumas áreas tendo também uma distribuição desigual desses valores.

Lopes (2007) diz que é necessária a adoção de medidas para que o uso racional das águas sejam proporcionados e conservados, fazendo com que o volume de água disponível no planeta seja capaz de suprir as demandas quantitativas e qualitativas de toda a população.

Diante disso, é de extrema importância que, os recursos hídricos sejam preservados de modo a suprir todas as necessidades exigidas pela população como consumo, irrigação, contato primário dentre outros.

3.2 USO MÚLTIPLO DA ÁGUA

A lei nº 9433/97, diz respeito a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos baseando-se em alguns fundamentos para a gestão dos recursos hídricos que estão expostos no capítulo 1, sendo eles:

- I – a água é um bem de domínio público;
- II – a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III – em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e dessedentação animal;
- IV – a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V – a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI – a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (BRASIL, 1997).

Os vários usuários e respectivos usos dentro da unidade hidrográfica devem ser considerados: o saneamento básico; o uso doméstico; a agropecuária e a irrigação; o uso industrial (mineração e garimpo); a geração de energia; o transporte hidroviário; a pesca e aquicultura; o turismo e o lazer; e a preservação ambiental, dentre outros. Segundo o dispêndio hídrico, perdas em qualidade e em quantidade, gerado por cada uma dessas atividades, os usos dos recursos hídricos são classificados em Consuntivos e Não – Consuntivos (SILVA, 2006).

- A. Uso Consuntivo é quando, durante o uso, é retirada uma determinada quantidade de água dos mananciais e depois de utilizada, uma quantidade menor e/ou com qualidade inferior é devolvida, ou seja, parte da água retirada é consumida durante seu uso. Exemplos: abastecimento, irrigação, etc.
- B. Uso Não Consuntivo. É aquele uso em que é retirada uma parte de água dos mananciais e depois de utilizada, é devolvida a esses mananciais a mesma quantidade e com a mesma qualidade, ou ainda nos usos em que a água serve apenas como veículo para uma certa atividade, ou seja, a água não é consumida durante seu uso. Exemplos: pesca, navegação, etc (CARVALHO et al. 2007).

3.3 CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS

Segundo a Resolução CONAMA nº 357, que diz respeito sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões para lançamento de efluentes e dá outras providências, é estabelecida a divisão de águas doces, salobras e salinas em

treze classes, de acordo com a qualidade requerida para seus usos preponderantes (LOPES,2007). As águas doces são divididas em cinco classes, sendo elas:

I - Classe Especial: águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - Classe 1: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - Classe 2: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto e à aqüicultura e à atividade de pesca.

IV - Classe 3: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais.

V - Classe 4: águas que podem ser destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

Sendo a bacia em estudo enquadrada na classe 2 que fala sobre recreação de contato primário.

Segundo a Resolução CONAMA nº 357,2005, deve-se considerar que, o enquadramento dos corpos d'água deve ser baseado nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender a demanda da comunidade e não no seu estado atual.

3.4 CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Os padrões de qualidade das águas estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe devendo ser monitorados os parâmetros se houver suspeita da sua presença ou falta de conformidade (CONAMA nº 357,2005).

No art. 15 da Resolução CONAMA nº 357,2005, as águas doces de classe 2 observarão as seguintes condições e padrões:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;

IV - turbidez: até 100 UNT;

V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂;

VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂;

VII - clorofila a: até 30 µg/L;

VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm³ /L; e, 10 IX - fósforo total: até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e, até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

3.5 BACIA HIDROGRÁFICA

Bacia hidrográfica ou bacia de contribuição de uma seção de um curso de água é a área geográfica coletora de água de chuva que, escoando pela superfície do solo, atinge a seção considerada (PINTO et al.,1976).

De acordo com TUCCI (2013), a bacia hidrográfica é o elemento fundamental de análise do ciclo hidrológico, sendo ela uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. A bacia hidrográfica é composta basicamente por um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que terminam em um leito único no exutório.

Segundo Garcez e Alvarez (1988), para o planejamento integrado de bacias hidrográficas é necessário alguns dados básicos, assim sendo relacionados:

I – dados sobre a quantidade de água: dados fluviométricos e limnimétricos, ocorrência e níveis de água subterrânea, conformação topográfica, cobertura vegetal da bacia, infiltração de água no solo, clima, temperaturas, umidade, evaporação, quantidade e distribuição de chuva, uso da água na configuração atual.

II – dados sobre a qualidade da água: avaliação qualitativa e quantitativa do estágio de poluição e contaminação dos cursos de água na bacia (poluição física, química, bacteriológica e radioativa).

III – dados cartográficos da bacia: mapas, cartas, levantamentos existentes, fotografias aéreas, e assim por diante.

IV - dados morfológicos e geológicos da região.

V - dados sócio-econômicos da região onde se localiza a bacia em estudo.

Ainda segundo Tucci (2013), a entrada da bacia hidrográfica é o volume de água precipitado e a sua saída é o volume de água escoado pelo exutório sendo a bacia hidrográfica considerada um sistema físico. Os volumes evaporados, transpirados e infiltrados profundamente são considerados como perdas intermediárias sendo desconsideradas essas perdas em um evento isolado onde é possível analisar a transformação de chuva em vazão que é feita pela bacia tendo

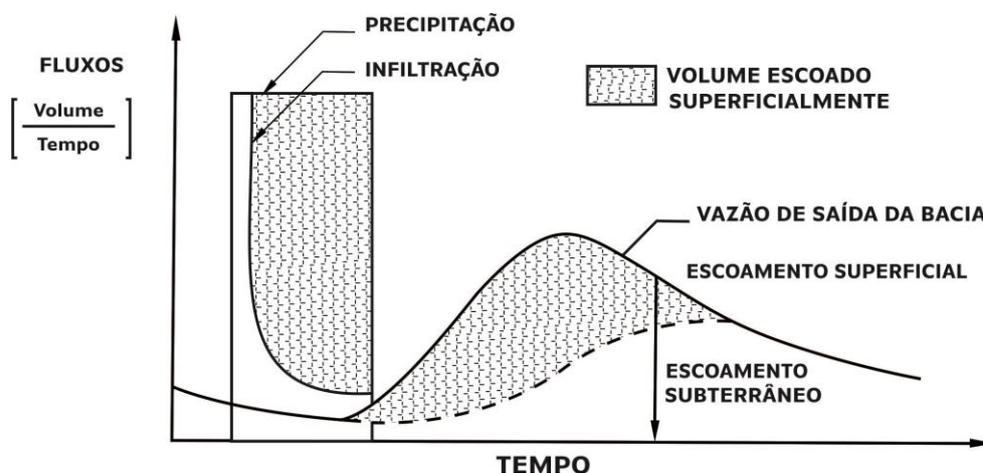
sua saída chamada de hidrograma e sua entrada chamada de hietograma. A bacia hidrográfica tem um papel hidrológico que é o de transformar a precipitação em escoamento de uma maneira que seja distribuída no tempo.

Garcez e Alvarez (1988), dizem também que nos países em desenvolvimento é muito questionável a qualidade, a suficiência e a adequabilidade desses dados, mais ainda quando se diz respeito aos dados hidrológicos, fazendo com que o planejador proponha como uma medida preliminar, a instalação de uma rede de pluviométricos e fluviométricos, para que seja observada e estudada na bacia, a ocorrência de chuvas intensas e a quantidade de água.

Tucci (2013), diz também que a área de uma Bacia é projetada verticalmente sendo obtida por planimetragem direta de mapas que já incorporam a projeção vertical sendo também possível determinar a área por cálculos matemáticos de mapas arquivados eletronicamente através do SIG (Sistema de Informação Geográfica).

Botelho (1999), afirma que a bacia hidrográfica representa uma unidade adequada de planejamento do uso de terras, devido á presença de inter-relações entre vários elementos físicos, bióticos e sócio-econômicos que existem na paisagem, diferente de outras unidades definidas por outros critérios, não abrangendo a paisagem como um todo.

FIGURA 1 – Resposta hidrológica da bacia hidrográfica



Fonte: Tucci (2013)

3.6 CICLO HIDROLÓGICO

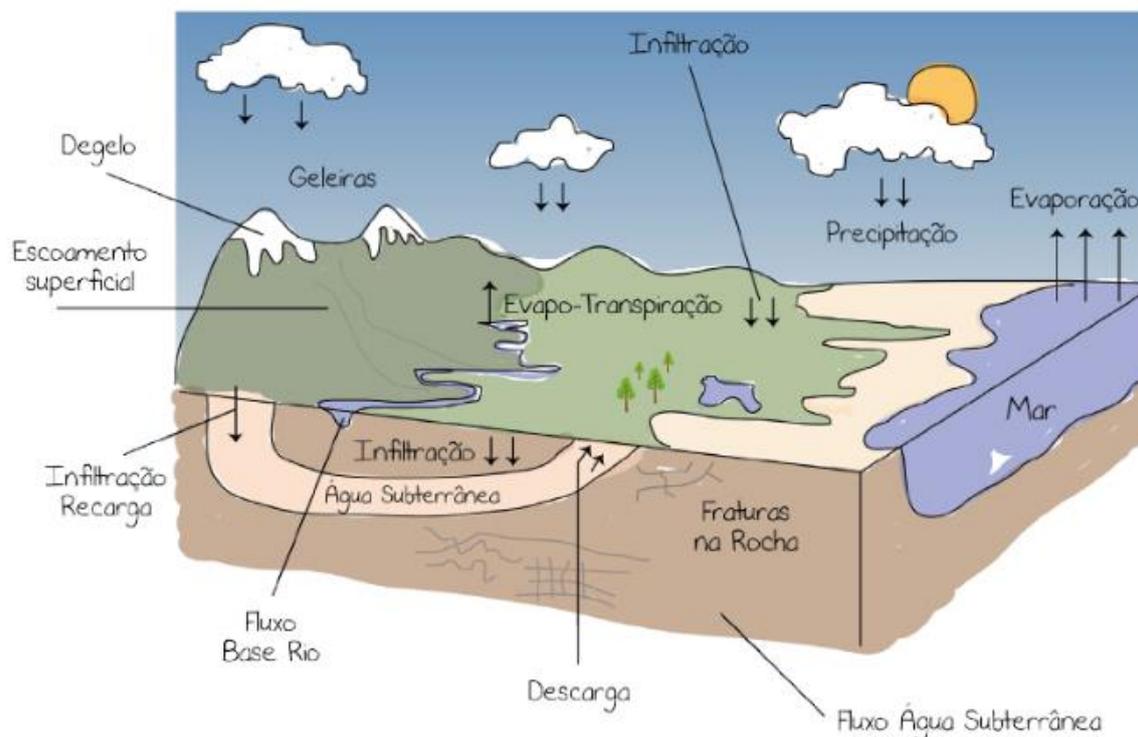
A partir de Pinto et al., (1976), pode-se afirmar que o ciclo hidrológico é fechado sendo sob forma de vapor, de partículas líquidas ou também sob forma de gelo ou neve o meio de ser encontrada na atmosfera. Através da condensação, as gotículas de água conseguem ficar com uma determinada dimensão, precipitando-se em forma de chuva, mas se durante a sua queda atravessarem zonas de temperatura abaixo de zero, pode acabar formando-se partículas de gelo que da origem ao granizo. Já em casos onde a temperatura estiver abaixo do ponto de congelamento, a condensação vai ocorrer formando-se flocos de neve.

A água na biosfera faz parte de um ciclo denominado ciclo hidrológico. O ciclo hidrológico se constitui, basicamente, em um processo contínuo de transporte de massas d'água do oceano para a atmosfera e desta, através de precipitações, escoamento (superficial e subterrâneo) novamente ao oceano (ESTEVES 2011).

Pinto et al., (1976), ainda dizem que parte da precipitação não atinge o solo pois durante a queda ocorre a evaporação ou fica retida pela vegetação, dando-se o nome de interceptação quando a precipitação fica retida pela vegetação com relação ao volume que atinge o solo onde parte nele se infiltra, parte se escoia sobre a superfície e parte se evapora ou diretamente ou através das plantas pelo fenômeno da transpiração.

Esteves (2011) afirma que devido a interferência humana sobre o ambiente como, as construções, a degradação do meio e devastações das florestas, o ciclo hidrológico tem sofrido mudanças bem significativas nas últimas décadas.

FIGURA 2 - Ciclo Hidrológico



Fonte: Adaptado por DEaD/IFCE (2015)

É pela evaporação que se mantém o equilíbrio do ciclo hidrológico. É interessante registrar os valores aproximados, obtidos para os Estados Unidos, referentes as proporções das principais fases do movimento da água. Do volume total que atinge o solo, cerca de 25 % alcançam os oceanos na forma de escoamento superficial, enquanto 75 % retornam á atmosfera por evaporação. Destes, 40 % irão precipitar-se diretamente sobre os oceanos, e 35 % novamente sobre o continente, somando-se á contribuição de 65 % resultantes da evaporação das grandes massas líquidas, para completar o ciclo (PINTO et al., 1976).

O comportamento natural da água quanto a sua ocorrência, transformações de estado e relações com a vida humana é bem caracterizado por meio do conceito de ciclo hidrológico. O ciclo hidrológico pode ser considerado como composto de duas fases principais: uma atmosférica e outra terrestre (GARCEZ; ALVAREZ 1988). Cada uma delas incluem:

- Armazenamento temporário de água;
- Transporte;
- Mudança de estado.

Já Tucci (2013), diz que a principal fonte de energia do ciclo hidrológico é a camada de ozônio que é reguladora da radiação solar que atinge a superfície terrestre, ficando esse ozônio na estratosfera, logo acima da troposfera. Em alguns pontos do globo terrestre existem alguns fatores que contribuem para que haja uma grande variabilidade nas manifestações do ciclo hidrológico, sendo eles:

- Desuniformidade com que a energia solar atinge os diversos locais;
- Diferente comportamento térmico dos continentes em relação aos oceanos;
- Quantidade de vapor de água, CO₂ e ozônio na atmosfera;
- Variabilidade espacial de solos e coberturas vegetais;
- Influência da rotação e inclinação do eixo terrestre na circulação atmosférica, existindo assim as estações do ano.

Com fins didáticos e tendo em vista as aplicações à Engenharia Hidráulica, apresenta-se o ciclo hidrológico como compreendendo quatro etapas principais (GARCEZ; ALVAREZ 1988):

- I. Precipitações atmosféricas (chuva, granizo, neve, orvalho);
- II. Escoamentos subterrâneos (infiltração, águas subterrâneas);
- III. Escoamentos superficiais (torrentes, rios e lagos);
- IV. Evaporação (na superfície das águas e do solo) e transpiração dos vegetais e animais.

3.7 BALNEABILIDADE

O uso recreacional dos corpos hídricos está estabelecido na legislação ambiental brasileira, como uso preponderante para os corpos d'água enquadrados nas classes 1 e 2, desde que sejam acatadas as condições de balneabilidade. Define-se por balneabilidade, o contato direto e prolongado com a água, onde o risco de ingestão de quantidades apreciáveis de água é elevado (BARROS et al., 2015).

A avaliação da qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário (balneabilidade) se enquadra na gestão ambiental na medida em que é entendida como verificação de critério de uso, instrumento de controle de qualidade e insumo para a formulação de políticas de desenvolvimento (VALADÃO; ARAÚJO 2012).

Barros; Marques e Morais (2015), dizem que a Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA, é a legislação que regulamenta a avaliação da qualidade sanitária das águas para balneabilidade, onde são medidas a quantidade de organismos indicadores presentes nos dejetos humanos, ou de animais de sangue quente. Depois de feito os ensaios, a água é classificada como própria ou imprópria para este fim.

Águas recreacionais são águas doces, salobras e salinas destinadas à recreação de contato primário, sendo este definido como um contato direto e prolongado com a água (natação, mergulho, esqui-aquático, etc.), no qual, a possibilidade do banhista ingerir essa água é elevada. A qualidade da água para fins de recreação de contato primário constitui a balneabilidade, sendo necessário para sua avaliação o estabelecimento de critérios objetivos. Esses critérios estão baseados em microrganismos indicadores de contaminação fecal a serem monitorados e seus valores confrontados com padrões preestabelecidos, para que se possam identificar as condições de balneabilidade em um determinado local. Podem-se definir, inclusive, classes de balneabilidade para uma melhor orientação aos usuários (CETESB, 2015).

Ainda segundo Barros; Marques e Morais (2015), existem categorias para que sejam definidas as condições de balneabilidade das águas doces de acordo com os teores de coliformes fecais (termotolerantes), *Escherichia coli* ou enterococos.

Segundo os critérios estabelecidos na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 274/2000 e em normas definidas pela CETESB, as praias são classificadas como Próprias ou Impróprias para fins de recreação de contato primário, conforme as densidades de bactérias fecais presentes na água do mar, constatadas em análises de amostras coletadas todas as semanas (CONAMA 2000; CETESB 2018).

Lopes (2007) afirma que a avaliação da qualidade das águas de rios, lagos e mares para atividades que estão relacionadas ao contato primário com a água, melhor dizendo, balneabilidade, devem estar de acordo com os padrões expostos pela Resolução CONAMA n º 274, 2000, que diz respeito as condições de balneabilidade das águas doces que são avaliadas em categorias e definidas de

acordo com os teores das bactérias, coliformes fecais (termotolerantes) ou *Escherichia coli*.

3.8 ASPECTOS DE SAÚDE PÚBLICA

CETESB (2015) relata que águas para banho que estão contaminadas por esgotos domésticos podem expor os banhistas, principalmente idosos crianças e pessoas com baixa imunidade, a microrganismos patogênicos como, vírus, bactérias, fungos, protozoários patogênicos e ovos de helmintos, fazendo com que essas pessoas desenvolvam algum tipo de doença ou infecção após o banho.

As condições de limpeza do local, a ausência de mau cheiro, a facilidade de acesso, a transparência da água, a possível visualização de peixes, a ausência de corredeiras (embora haja banhistas que se sintam atraídos pela forte movimentação das águas), a existência de infraestrutura para lanches são exemplos de pressupostos considerados essenciais para a adequada prática de atividades recreativas (VON SPERLING; VON SPERLING, 2010).

CETESB (2015) afirma que do ponto de vista da saúde pública, além da possibilidade dos banhistas obterem alguma doença de veiculação hídrica como a gastroenterite, hepatite A, cólera, febre tifoide, entre outras, pode-se também considerar importante a ocorrência de organismo patogênicos, responsáveis por dermatoses e outras doenças não afetadas ao trato intestinal como a conjuntivite, otite e doenças das vias respiratórias. Sendo a doença mais comum associada a água poluída por esgotos, a gastroenterite, com os seguintes sintomas: enjoo, vômitos, dores abdominais, dor de cabeça, febre e diarreia que é o sintoma mais frequente. O Quadro 01, apresenta alguns microrganismos e doenças a eles relacionados.

QUADRO 01 - Microrganismos e doenças relacionadas

MICROORGANISMO	DOENÇAS
Bactérias	Febre tifoide, febre paratifoide, outras salmoneloses, shigelose (disenteria bacilar), diarreia por <i>E. coli</i> patogênica, cólera, legionelose.
Vírus	Gastroenterite por rotavírus, ou por outros vírus, enteroviroses, hepatite A e hepatite E.
Protozoários	Amebíase, giardíase, criptosporidíase.
Helmintos (vermes)	Esquistossomose, ascaridíase.

Fonte: Elaboração Própria baseado no CETESB (2015)

A presença de resíduos nos balneários afeta diretamente a atividade recreativa. Há uma variedade de resíduos que são encontrados nestes ambientes, tais como: caixas de papelão, garrafas, latas, sacolas, restos de comida, cabelo humano, roupas descartadas, bitucas de cigarro, papel e excremento humano e animal. Odor e barulho também podem comprometer a atividade recreativa. Cheiros desagradáveis associados com águas residuais e matéria em decomposição orgânica, tais como vegetação, animais mortos, óleo diesel ou gasolina descarregada inibem o usuário. Por outro lado, o barulho oriundo de estradas próximas, vendedores ambulantes, aparelhos como rádios, celulares, lanchas e jet skis podem impactar a tranquilidade do ambiente e inibir alguns usuários (WHO, 2003).

Considerando-se as diversas variáveis intervenientes na balneabilidade das praias e sua relação com a possibilidade de riscos à saúde dos frequentadores, é recomendável evitar (CETESB 2015):

- banhar-se em águas do mar classificadas como Impróprias;
- tomar banho de mar nas primeiras 24 horas, após chuvas intensas;
- banhar-se em canais, córregos ou rios que afluem às praias, pois estes em sua grande maioria recebem esgotos domésticos;
- engolir água do mar, com redobrada atenção para com as crianças e idosos, que são mais sensíveis e menos imunes do que os adultos;
- levar cachorros à praia.

3.9 CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA BALNEABILIDADE

De acordo com CETESB (2015), existem alguns critérios para a avaliação da balneabilidade, que devem estar de acordo com o bem estar, a segurança e a saúde da população. Dentre esses critérios, procura-se obter a relação entre a presença de indicadores microbiológicos de poluição fecal no ambiente aquático e o risco potencial de se contrair doenças infecciosas por meio de sua utilização para recreação pois o monitoramento para fins de recreação de contato primário, vem tendo cada vez mais dificuldades, no que diz respeito aos indicadores adequados e a definição dos critérios a serem adotados para a avaliação da balneabilidade. A presença de microrganismos patogênicos é muito numerosa e variada, podendo estes estarem presentes em densidades bastante baixas dificultando a sua detecção por esse motivo, os métodos disponíveis para essa detecção são bastante caros e demorados. Mediante a isso, foi adotada uma estratégia para avaliar a presença de material fecal na água através da utilização dos microrganismos presentes nas fezes assim obtendo a densidade de microrganismos patogênicos. Essa estratégia também é empregada para águas destinadas ao consumo humano e outros usos onde os microrganismos mais usados são os coliformes termotolerantes ou coliformes fecais, a bactéria *Escherichia coli* e os enterococos/estreptococos fecais mostrados na Figura 3.

FIGURA 03 – Microrganismos presentes na água



Fonte: EPA (2001)

A técnica de determinação das bactérias *Escherichia coli* mostrada na figura acima, permite resultados mais precisos de sua concentração no ambiente. Já a enterococos por serem mais resistentes ao ambiente marinho, acabam sendo os melhores tipos de bactérias para o monitoramento da qualidade das águas marinhas.

Já no Quadro 02, é mostrada a associação entre os usos da água e os requisitos de qualidade requeridos para o acesso a essas águas sem que sejam prejudiciais à saúde humana.

QUADRO 02 – Associação entre os usos da água e os requisitos de qualidade

Uso geral	Uso específico	Qualidade requerida
Recreação e lazer	Contato primário (contato direto com o meio líquido: natação, esqui)	<ul style="list-style-type: none"> • Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde; • Isenta de organismos prejudiciais a saúde; • Baixos teores sólidos em suspensão e graxas e óleos.
	Contato secundário (não há contato direto com o meio líquido: navegação de lazer e pesca)	<ul style="list-style-type: none"> • Aparência agradável

Fonte: Adaptada de Von Sperling (2005).

3.10 COLIFORMES FECAIS (TERMOTOLERANTES)

A resolução nº 274 do CONAMA (2000), define os coliformes fecais também conhecido por termotolerantes, como sendo bactérias pertencentes ao grupo do coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima β -galactosidase, e pelo poder de fermentar a lactose com produção de gás que se desenvolvem em um período que dura cerca de 24 horas e a uma temperatura de 44-45 °C em locais onde há sais biliares ou outras substâncias com propriedades inibidoras similares. Estão presentes não só em fezes humanas e de animais, mas também em solos, plantas ou quaisquer resíduos contendo matéria orgânica.

3.11 ESCHERICHIA COLI

A *Escherichia coli* (*E. coli*), de acordo com a Resolução n^o 274 do CONAMA, bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae, caracterizada pela presença das enzimas β -galactosidade e β -glicuronidase. Se desenvolve em meio complexo com temperaturas de 44-45 °C, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano. Estas bactérias são abundantemente encontradas em fezes humanas e de animais, também em esgotos, efluentes, águas naturais e solos somente se neles existirem contaminação fecal recente.

3.12 FATORES QUE INFLUENCIAM NA BALNEABILIDADE

Alguns fatores circunstanciais como diz CETESB (2015), podem influenciar na questão da balneabilidade, sendo alguns deles:

1. Sistemas de coleta e disposição dos efluentes domésticos, que em alguns estados como São Paulo, possuem baixa cobertura de rede de esgoto levando a população a operar sistemas de tratamentos inadequados lançando seus esgotos diretamente nos rios, bacias, córregos e outros;
2. Aumento da população durante os períodos de férias e feriados prolongados, que com isso gera um aumento da vazão de esgotos que pode prejudicar as condições de balneabilidade;
3. A presença de cursos d'água que afluem diretamente ao local de banho, é mais um item prejudicial para a recreação, pois juntamente com a chuva, o esgoto segue o curso diretamente para a área de banho, sendo a chuva uma das principais causas da deterioração da qualidade das águas, que além do esgoto citado, os lixos e outros detritos são também carregados para os rios, lagos, bacias e etc;

Pereira E Tocchetto (2015), afirmam que o desenvolvimento social representa um elemento de risco para o meio ambiente, por causa das ações desordenadas praticadas pelo ser humano, os despejos de dejetos sem o devido tratamento, infiltração de produtos tóxicos e a acomodação imprópria dos resíduos sólidos. Para

garantir o acesso à saúde pública, prevenção e controle de doenças, entende-se que as ações de saneamento devem estar bem estruturadas. Contudo, essa cobertura empregada aos serviços de esgoto sanitário, resíduos sólidos e propriedade da água para o consumo humano apresentam grande insuficiência no Brasil, fazendo com que, esses fatores causados pelo desenvolvimento social, acabem influenciando na balneabilidade, pois com os despejos desses dejetos e outros, a contaminação da água para uso recreativo é alta.

3.13 CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS DE BANHO

Como CETESB (2015) já havia afirmado, a classificação em relação à balneabilidade é feita de acordo com as densidades de bactérias fecais resultantes de análises feitas em cinco semanas consecutivas, com o uso dos três indicadores microbiológicos de poluição fecal:

- Coliformes termotolerantes (coliformes fecais);
- E. coli;
- Enterococos.

Nos Quadros 03 e 04, são mostradas os limites de densidade dessas bactérias na água, por categoria, utilizados para a classificação.

QUADRO 03 - Limites de coliformes termotolerantes, E. coli e enterococos por 100 mL de água, para cada categoria (Resolução Conama nº 274/2000)

CATEGORIA		COLIFORME TERMOTOLERANTE (UFC/100 ML (*))	ESCHERICHIA COLI (UFC/100 ML)	ENTEROCOCOS
Própria	Excelente	Máximo de 250 em 80% ou mais tempo	Máximo de 200 em 80% ou mais tempo	Máximo de 25 em 80% ou mais tempo
	Muito boa	Máximo de 500 em 80% ou mais tempo	Máximo de 400 em 80% ou mais tempo	Máximo de 50 em 80% ou mais tempo
	Satisfatória	Máximo de 1000 em 80% ou mais tempo	Máximo de 800 em 80% ou mais tempo	Máximo de 100 em 80% ou mais tempo
Imprópria		Superior a 1000 em mais de 20% do tempo	Superior a 800 em mais de 20% do tempo	Superior a 100 em mais de 20% do tempo
		Maior que 2500 na última medição	Maior que 2000 na última medição	Maior que 400 na última medição

Fonte: Elaboração Própria baseado no CETESB (2015)

QUADRO 04 - Estabelecimento de padrões de E. coli para recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho (DD 112-2013 E)

CATEGORIA		ESCHERICHIA COLI (UFC OU NMP/100 ML)
Própria	Excelente	Máximo de 150 em 80% ou mais tempo
	Muito boa	Máximo de 300 em 80% ou mais tempo
	Satisfatória	Máximo de 600 em 80% ou mais tempo
Imprópria		Superior a 600 em mais de 20% do tempo
		Maior que 1500 na última medição

Fonte: Elaboração Própria baseado no CETESB (2015)

A classificação da água de própria ou imprópria é definida com base na quantidade de coliformes fecais (termotolerantes) ou *Escherichia coli* (CONAMA, 2000).

Segundo APHA (2007), com base no grupo de coliformes fecais (termotolerantes) e *Escherichia coli*, especificados no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, é feita a avaliação da qualidade da água para fins de balneabilidade seguindo o método de amostragem e análise microbiológica.

4 METODOLOGIA

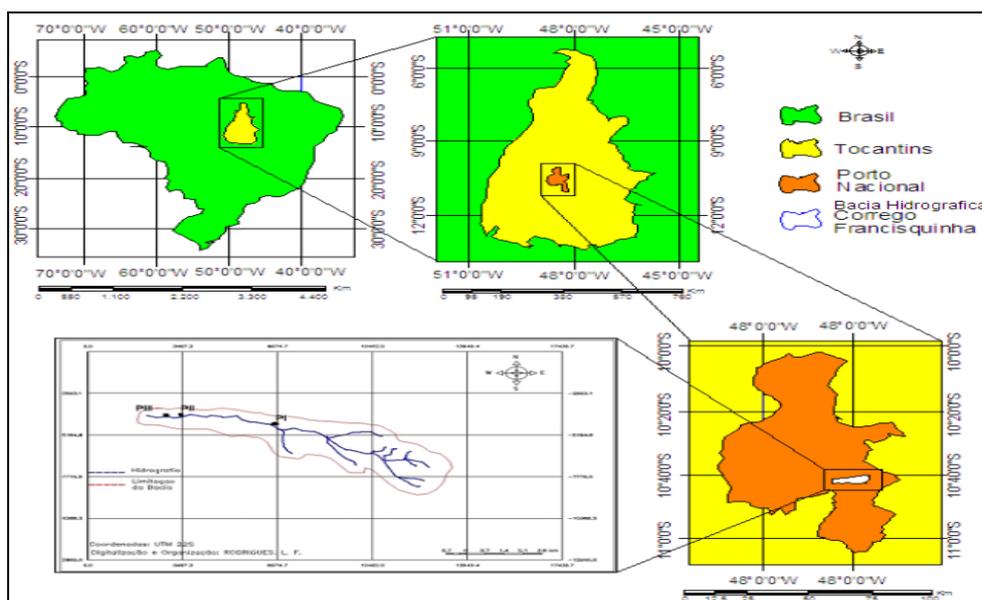
4.1 TIPO DE PESQUISA

O projeto de pesquisa terá uma pesquisa experimental com uma análise descritiva onde serão realizados levantamentos in loco, visando obter uma avaliação das condições de balneabilidade do córrego Francisquinha, sendo definidos os pontos de coleta e análise da água como estudo.

4.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia do Córrego Francisquinha está localizada no Estado do Tocantins. O município de Porto Nacional está situado no centro geográfico do Estado, na mesorregião oriental, possui altitude média de 212 metros acima do nível do mar, uma superfície de 4.449,9 Km² e tem como coordenadas 10°42'29" de latitude e 48°25'02" de longitude oeste.

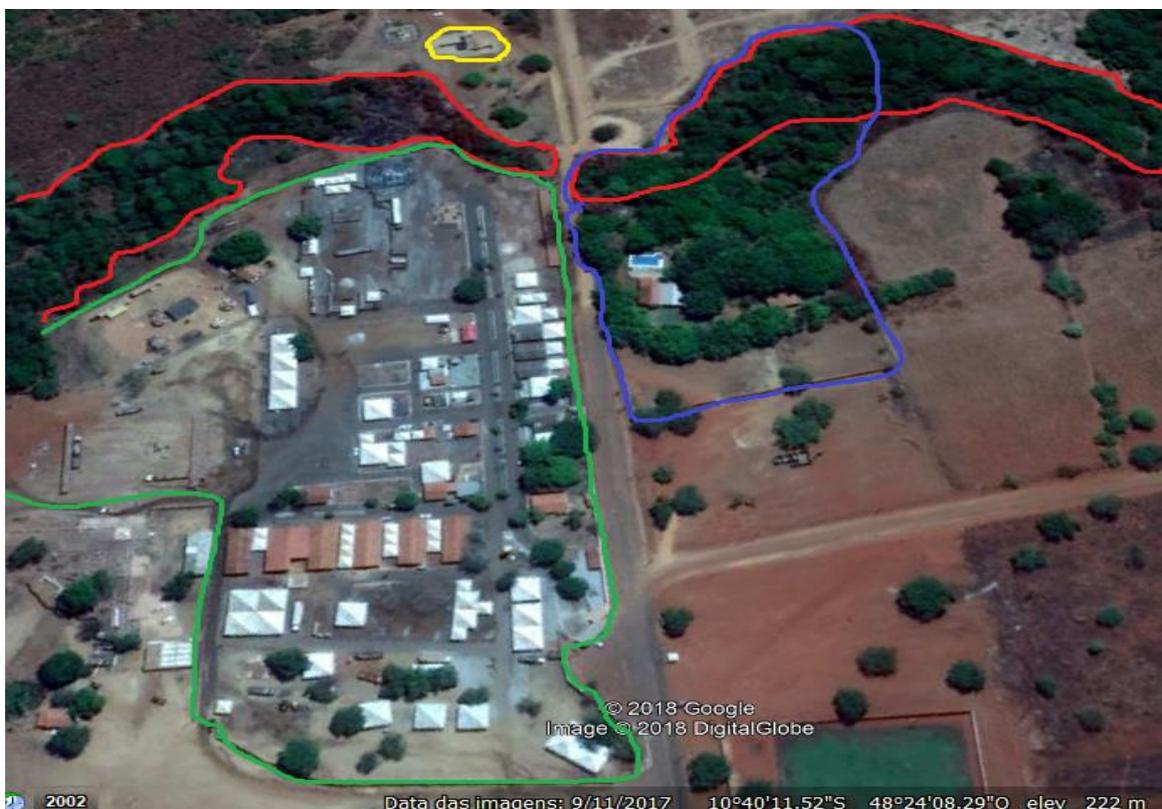
FIGURA 04 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Francisquinha



Fonte: Rodrigues (2015)

4.2.1 Localização do Ponto 01 (P1)

FIGURA 05 – Localização por satélite do Ponto 1 e seus confrontantes



Legenda:

- Córrego Francisquinha
- Chácara do Zuíno
- Agropecuária de Porto Nacional - TO
- Estação de Tratamento de Esgoto Francisquinha

4.2.2 Localização do Ponto 02 (P2)

FIGURA 06 – Localização por satélite do Ponto 2 e seus confrontantes



Legenda:

- Córrego Francisquinha
- Acesso ao córrego
- Rodovia

4.3 PONTO DE MONITORAMENTO E SEUS DIAGNÓSTICOS

Com auxílio do aparelho GPS – *Global Positioning System*, foram determinados dois pontos de coleta, que ficam no trecho do perímetro do córrego Francisquinha, conforme as coordenadas geográficas representadas na Tabela 01.

TABELA 01 – Ponto de coleta de amostras de água

PONTOS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	Latitude (ϕ)	Longitude (λ)
P1	S 10° 40,325'	W 48° 24,202'
P2	S 10° 40,093'	W 48° 23,874'

Fonte: Elaboração Própria (2018)

De acordo com a tabela 05, a amostra será coletada a jusante e montante da bacia, sendo localizado o Ponto 1 (P1) na chácara do Zuíno, setor Guaxupé, ao lado da agropecuária de Porto Nacional – TO, e o Ponto 2 (P2), localizado na saída para Palmas – TO, ao lado da rodovia. Sendo assim, os locais de coleta de água foram identificados através do GPS e por registros fotográficos que serão expostos no apêndice.

4.4 ESTUDOS REALIZADOS

Para o estudo na bacia hidrográfica córrego Francisquinha, serão realizados os ensaios de Coliformes Totais e *Escherichia Coli*, análises de pH, turbidez e condutividade elétrica de acordo com as normas do Standard Methods (APHA, 2005). O ensaio de coliforme fecal verifica a presença e o número de bactérias de origem fecal na amostra de água da praia. Esta bactéria pode ser veículo de transmissão de doenças como a hepatite ou agente causador de problemas gastrointestinais (INMETRO,2018).

Isto indica que a água da bacia pode estar contaminada com água de esgoto por estar uma parte localizada ao lado da estação de tratamento de esgoto, sendo de maior risco para as crianças que podem ingerir a água com maior facilidade.

Por fim, serão analisadas 6 amostras de água (microbiológicas e físico-químicas), coletadas em seis semanas consecutivas, sendo que em cada coleta dos dois pontos, as amostras serão coletadas e encaminhadas para o laboratório no mesmo dia para a análise.

Para os parâmetros de pH, condutividade elétrica e turbidez, serão feitas in locu, sendo que o parâmetro de condutividade elétrica será usado o condutímetro, turbidez o turbidímetro e para o parâmetro pH o equipamento pHmetro, segundo os protocolos de uso destes equipamentos.

As amostras microbiológicas e físico-químicas, serão colhidas em frascos de 100 ml, em seguida acondicionadas em caixas térmicas contendo gelo e levadas para serem processadas no laboratório do IFTO - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, em Porto Nacional.

No art. 2º (CONAMA,2000), as águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria, assim como é mostrado na tabela 02 abaixo.

TABELA 02 – Limite de Coliformes fecais, limite de *Escherichia coli* e porcentagem do tempo de acordo com suas categorias

Categoria	Limite de coliformes fecais (termotolerantes) (Número Mais Provável por 100ml)	Limite de <i>Escherichia coli</i> (Número Mais Provável por 100ml)	Porcentagem do tempo
Água Própria			
Excelente	250	200	Valores máximos em 80% ou mais do tempo
Muito Boa	500	400	
Satisfatória	1.000	800	
Categoria de água imprópria			
Imprópria	>1.000	> 800	Superior ao valor indicado em 20% do tempo

Fonte: Elaboração Própria (2018)

Para o ensaio de coliforme fecal, a Resolução CONAMA (2000), determina que pelo menos 80% das amostras analisadas apresentem uma contagem de bactérias inferior a 1000 por 100 ml de amostra, para que a balneabilidade da praia seja considerada satisfatória (INMETRO,2018).

De acordo com a Resolução CONAMA (2000) nº 274, as águas serão consideradas impróprias para contato primário quando no trecho avaliado, for verificada uma das seguintes ocorrências:

- 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) pH < 6,0 ou 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 contra-indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

O ensaio de ph, é um indicador do nível de acidez da água. Caso a água do córrego esteja com o pH fora da faixa determinada pela Resolução, o usuário corre o risco de sofrer algum tipo de irritação da pele ou olhos (INMETRO,2018).

Na Resolução nº 274 do CONAMA (2000) fala também que os trechos das praias e dos balneários serão interditados se o órgão de controle ambiental, em quaisquer das suas instâncias (municipal, estadual ou federal), constatar que a má qualidade das águas de recreação de contato primário justifica a medida.

4.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.5.1 Plano de coleta de amostras

Para verificação dos coliformes fecais (termotolerantes) e *Escherichia coli* das águas do balneário do Zuíno, no córrego Francisquinha, serão efetuadas coletas de amostras semanais em dois pontos, durante seis semanas consecutivas, nos meses de novembro e dezembro de 2018.

4.5.2 Análise Laboratorial

Será utilizada a técnica COLILERT para determinação do Número Mais Provável (NMP/100ml) de bactérias do grupo de coliformes fecais em 100 ml de água, em conformidade com a metodologia do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – APHA, 2005/American Public Health Association.

De acordo com o método COLILERT, após a coleta da água em um frasco de 100 ml, será adicionado o reagente na amostra coletada e levado a incubadora por 24 horas a $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Depois de retirar a amostra da incubadora, será feita a leitura dos resultados onde se a amostra apresentar um aspecto de cor incolor, o resultado será negativo para Coliformes Totais e *Escherichia Coli*, se apresentar aspecto amarelado, o resultado será positivo para Coliformes Totais e se apresentar aspecto amarelo/fluorescente, o resultado será positivo para *Escherichia Coli*, isso em termos de presença ou ausência das bactérias.

Já em termos de quantificação, será adicionado o reagente a amostra, logo após será colocada a mistura da amostra na cartela Quanta – Tray e em seguida colocada a cartela no revestimento de borrada. Depois de feito isso, será colocado o revestimento de borracha junto a cartela e passado na seladora para que haja a mistura e seja distribuída a amostra por toda cartela, sendo em seguida colocada na incubadora por 24 horas a $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e por fim será feita a leitura comparando com a tabela do número mais provável a quantidade de Coliformes Totais. Para quantificação da bactéria *Escherichia Coli*, será necessário colocar uma lâmpada UV em um ambiente escuro para fazer a leitura.

Neste contexto, serão confrontados os resultados laboratoriais dos parâmetros da qualidade da água com os critérios da Resolução CONAMA nº 274/00, que definem as condições de balneabilidade, classificadas nas categorias própria ou imprópria para recreação de contato primário. A comprovação de valores elevados de coliformes fecais indicará contaminação fecal da água, o que poderá provocar risco a saúde do banhista.

Portanto, a análise da água do córrego Francisquinha, será norteada através das coletas de amostras, análise laboratorial, correlação com legislação e outros parâmetros pertinente à avaliação da água para uso recreativo.

5 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

ATIVIDADES	MESES											
	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	
Definição do tema e assunto	■											
Pesquisa Bibliográfica	■	■	■	■	■	■						
Redação do projeto	■	■	■									
Correções gramaticais e metodologia			■									
Defesa do projeto (TCC I)				■								
Análise dos dados				■	■	■						
Interpretação dos resultados					■	■						
Correção gramatical e metodológica		■	■	■	■	■	■					
Encadernação da monografia				■				■				
Defesa da monografia (TCC II)										■		
Acertos finais propostos pela banca											■	

Fonte: Elaboração própria (2018)

6 RESULTADOS ESPERADOS

Após o monitoramento do período em estudo, espera-se com este trabalho que as águas da bacia hidrográfica córrego Francisquinha, atendam aos padrões estabelecidos pela Resolução 274/2000 que diz respeito a qualidade das águas para fins de balneabilidade, enquadrando-a nas suas condições de “categoria própria” para contato primário, além de atender aos objetivos específicos delimitados e servir como fonte de dados e fundamentação teórica para trabalhos futuros.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA – American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21 th edition. Washington D. C. American Public Health Association, 2007.

BRASIL. LEI Nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 07 de Outubro de 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000. Estabelece as condições de balneabilidade das águas brasileiras. Brasília, 2000. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>. Acesso em: 07 de Outubro de 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf. Acesso em: 06 de Outubro de 2018.

BRASIL.INMETRO- Informação ao consumidor 2018. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/praias.asp>

BARROS, Dayane Juliate; MARQUES, Anelise Kappes; MORAIS, Paula Benevides. **Avaliação ambiental com base em indicador microbiológico de balneabilidade no município de Palmas-TO**. JBFS eISSN 2359-2710, Palmas, 23 de dez. 2015

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T. et al. (Org). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 269- 300.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/blog/2018/04/11/cetesb-indica-melhora-da-qualidade-das-praias/>

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. 2015. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/praias/wp-content/uploads/sites/31/2013/11/Relat%C3%B3rioQualidadePraiasLitor%C3%A2neas_2014.pdf

CARVALHO, D. F.; MELLO, J. L. P.; SILVA, L. D. B. **Hidrologia: irrigação e drenagem**. 2007. Disponível em: [www.ufrj.br/institutos/it/deng/jorge/downloads/APOSTILA / LICA%20Parte%201. pdf](http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/jorge/downloads/APOSTILA/LICA%20Parte%201.pdf). Acesso em: 07 de Outubro de 2018.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

ELOI, Waleska; SANTOS, Sérgio. **Princípios de Hidrologia Ambiental**. Hidrologia FCT. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/47800521/principios-de-hidrologia-ambiental>. Acesso em: 31 de Outubro de 2018.

GARCEZ, Lucas Nogueira e ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1988

HIRATA, R. Recursos hídricos. In.: TEIXEIRA, W.; TOLETO, C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F (Org.) *Decifrando a terra*. São Paulo: Oficina de Textos, 2001. p. 421-444.

LOPES, Frederico Wagner de Azevedo. Avaliação da qualidade das águas e condições de balneabilidade na bacia do ribeirão de Carrancas – MG. Minas Gerais-Brasil, 2007. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2715/2/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Avalia%C3%A7%C3%A3o%20da%20qualidade%20das%20%C3%A1guas%20e%20condi

C3%A7%C3%B5es%20de%20balneabilidade%20na%20bacia%20do%20Ribeir%C3%A3o%20de%20Carrancas-MG.pdf

PINTO, Nelson L. de Sousa. HOLTZ, Antonio Carlos Tatit. MARTINS, José Augusto e GOMIDE, Francisco Luiz Sibut. **Hidrologia Básica**. São Paulo: Blucher, 1976.

PEREIRA, L. C.; TOCCHETTO, Marta R. L. **Balneabilidade e riscos à saúde humana e ambiental**. Agronline.com.br. Disponível em: <http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=215>. Acesso em 17 de setembro de 2018.

SCANDELA, Ana Paula Jambers; SOLINA, Marina Ramos Furlan; SOUZA, Alexandre Teixeira. **Avaliação da balneabilidade e qualidade da água da represa laranja-doce no município de Martinópolis-SP**. Presidente Prudente-SP, Jul-Ago, 2012. p. 31-36, v. 4, n.2.

SILVA, Leonardo Martins. **A Gestão dos Recursos Hídricos em Unaí – MG: Os usos múltiplos das águas e suas implicações Sócio – Ambientais**. 2006. 180f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SPERLING, M. von. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3.ed. Belo Horizonte: UFMG/Departamento de Engenharia Sanitária, 2005. v.1, 452p.

TUCCI, Carlos E.M. **Hidrologia Ciência e Aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2013.

VALADÃO, C. E. A.; ARAÚJO, A. L. C. **Avaliação da condição de balneabilidade das praias de Natal/RN no período de 2004-2009**. HOLOS ISSN 1807-1600, Natal-RN, ago. 2012. V. 4.

VON SPERLING, E.; VON SPERLING, M. **Estudo sobre a balneabilidade no rio das Velhas**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Otoni e COPASA, 2010.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG. 3º Ed. Belo Horizonte, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. ***Guidelines for safe recreational water environments: coastal and fresh waters***. Geneva, Switzerland, 2003. v.1, 253p.

8 APÊNDICES

APÊNDICE A - Coordenadas Geográficas do ponto 01 (P1)



APÊNDICE B - Estação de tratamento de esgoto Francisquinha (Ponto 1).



APÊNDICE C - Córrego Francisquinha, localizado abaixo da chácara do Zuíno (Ponto 1).



APÊNDICE D - Córrego Francisquinha, localizado abaixo da chácara do Zuíno (Ponto 1).



APÊNDICE E - Córrego Francisquinha, localizado abaixo da chácara do Zuíno (Ponto 1).



APÊNDICE F - Córrego Francisquinha, localizado abaixo da chácara do Zuíno (Ponto 1).



APÊNDICE G - Córrego Francisquinha, localizado abaixo da chácara do Zuíno (Ponto 1).



APÊNDICE H - Córrego Francisquinha, localizado abaixo da chácara do Zuíno (Ponto 1).



APÊNDICE I - Ponte sobre o córrego Francisquinha, localizado abaixo da chácara do Zuíno (Ponto 1).



APÊNDICE J - Rede de escoamento da água fluvial para o córrego Francisquinha localizado no Ponto 1.



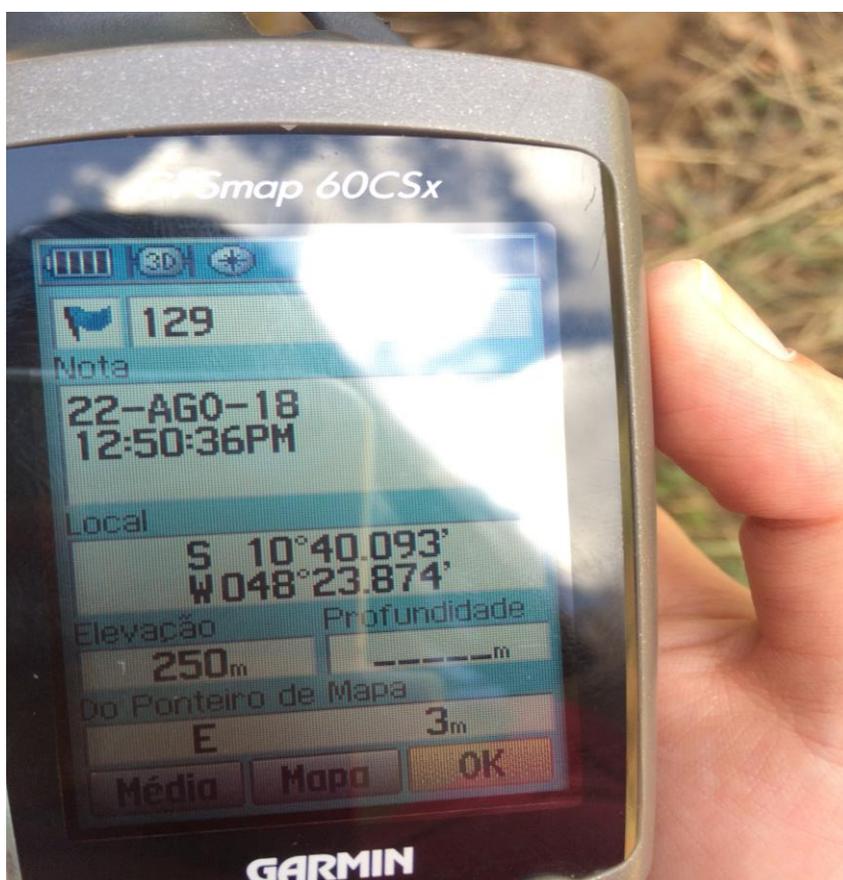
APÊNDICE K - Rede de escoamento da água fluvial para o córrego Francisquinha localizado no Ponto 1.



APÊNDICE L – Córrego Francisquinha, saída para Palmas (Ponto 2).



APÊNDICE M – Córrego Francisquinha, saída para Palmas (Ponto 2).



APÊNDICE N – Córrego Francisquinha, saída para Palmas (Ponto 2).

