

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS**

ERICLICIA DORALICE AMANCIO BISPO DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DA BALNEABILIDADE DAS ÁGUAS DO RIO
ITAPICURÚ NO PERÍMETRO RURAL DO MUNICÍPIO DE RIO REAL -
BA**

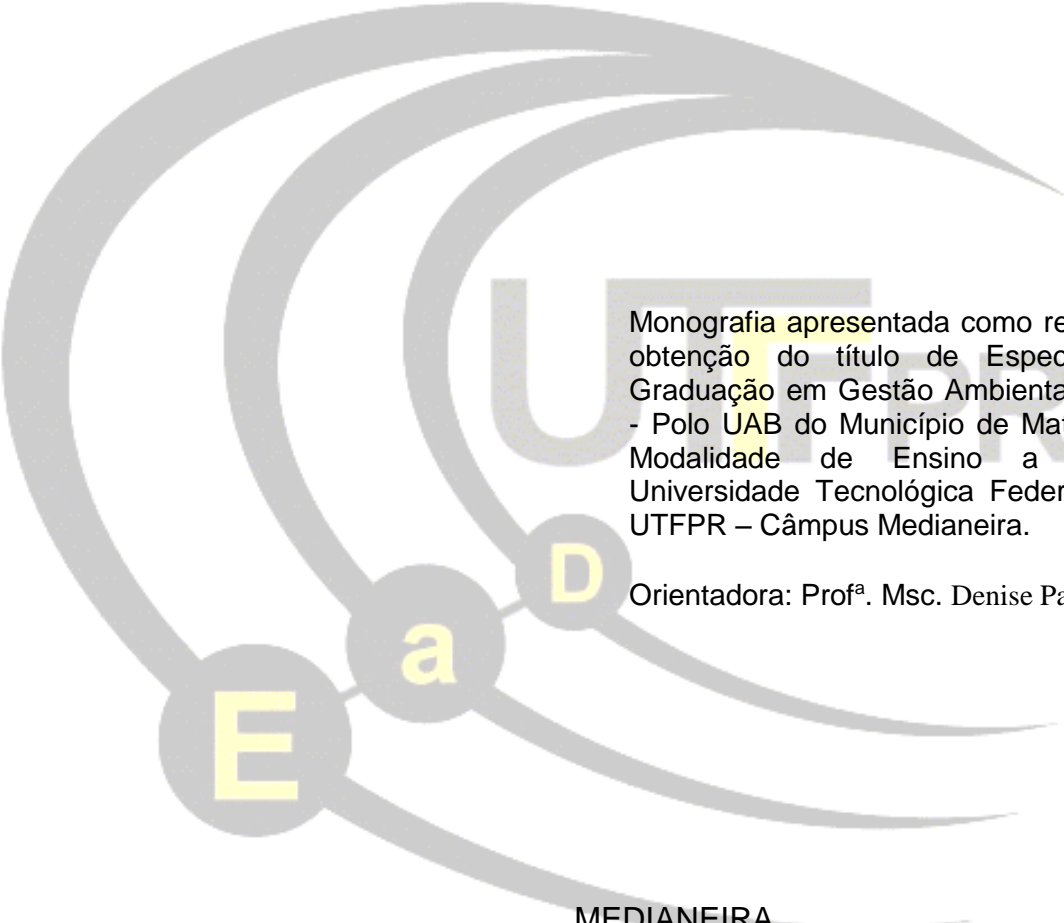
MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2014

ERICLICIA DORALICE AMANCIO BISPO DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DA BALNEABILIDADE DAS ÁGUAS DO RIO
ITAPICURÚ NO PERÍMETRO RURAL DO MUNICÍPIO DE RIO REAL -
BA**



Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Gestão Ambiental em Municípios - Polo UAB do Município de Mata de São João, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientadora: Prof^a. Msc. Denise Pastore de Lima.

MEDIANEIRA

2014

EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA



TERMO DE APROVAÇÃO

Avaliação da Balneabilidade das Águas do Rio Itapicurú no Perímetro Rural do Município de Rio Real – BA.

Por

Ericlicia Doralice Amancio Bispo dos Santos

Esta monografia foi apresentada às 12 h do dia 20 **de dezembro de 2014** como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios - Polo de Mata de São João, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

Prof^a. Msc. Denise Pastore de Lima.
UTFPR – Câmpus Medianeira
(orientadora)

Prof^a Msc. Marlene Magnone Bortoli
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof^a. Dr. Eliane Rodrigues dos Santos Gomes
UTFPR – Câmpus Medianeira

*Aos meus pais Edvaldo e Cristina, e ao meu
noivo Fabio, por jamais me desampararem
durante essa longa caminhada e por
tornarem os meus dias mais belos e felizes.
Dedico!*

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao bom Deus por me conceder o dom da Vida, me dar força todos os dias, permitir que eu concretizasse mais uma etapa da minha vida, me fazendo crer que nada é impossível quando se vai à luta.

Agradeço com todo o meu coração à minha mãe Cristina, ela é o motor que move a minha vida. Vencer, amar e superar, são verbos que eu aprendi a conjugar com esta mulher, obrigada por me ensinar a nunca desistir, e por suas orações, tenho certeza que foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Ao meu pai Edvaldo, por acreditar sempre em mim, me acompanhando nas minhas jornadas, e por ser sempre um porto seguro.

Ao meu noivo Fabio, por todo companheirismo, paciência e amor, desde o primeiro momento.

Ao meu tio Genário, por ter me auxiliado durante as divertidas coletas, obrigada pelo seu companheirismo e amizade.

À minha professora orientadora Msc. Denise Pastore de Lima que me auxiliou em mais esse desafio demonstrando muita atenção.

Agradeço aos professores do curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios, professores da UTFPR, Câmpus Medianeira.

Agradeço aos tutores presenciais e a distância que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação.

Agradeço a Universidade do Estado da Bahia (UNEB), por fornecer as estruturas físicas para a realização dos meus experimentos, o Laboratório Experimental de Biologia e Laboratório de química

Ao estimado Profº Dr. Edson de Jesus Marques da instituição (UNEB) a quem tenho muita admiração. Agradeço pela preciosa orientação e amizade durante a realização de mais este trabalho. Por todos os momentos em que eu precisei de ajuda e encontrei a sua mão estendida. Obrigada por abrir as portas do laboratório e compartilhar comigo o seu conhecimento.

À Fátima, diretora do colégio em que leciono, agradeço por permitir me ausentar em alguns momentos, das minhas atribuições na instituição, para que pudesse realizar este trabalho de pesquisa, sem a sua compreensão, não teria o feito.

Aos meus queridos amigos da pós graduação, Grice e Ricardo, por toda ajuda durante as atividades da especialização e pelas divertidas conversas durante as viagens até o pólo de estudos.

Às amigas Rosângela e Luisa pelo apoio incondicional e amizade preciosa.

Agradeço à Larissa, estagiária do Laboratório Experimental da UNEB, por toda ajuda e pela divertida companhia durante os ensaios biológicos.

Agradeço a professora Rita, técnica do laboratório de Química da UNEB, pelo auxílio, paciência e atenção, durante o período em que utilizei o laboratório.

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,
mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre
aquilo que todo mundo vê.”*

(Arthur Schopenhauer)

RESUMO

SANTOS, Ericlicia. D. A. B. Avaliação da Balneabilidade das Águas do Rio Itapicurú no Perímetro Rural do Município de Rio Real – BA. 2014. 53. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

A água de boa qualidade é fundamental para a sobrevivência do ser humano, entretanto vem se tornando cada vez mais escassa à medida que a industrialização, a população e a agricultura se alargam. A qualidade da água está inteiramente relacionada à presença de micro-organismos patogênicos que prejudicam a saúde humana, sendo assim a verificação desta é um fator primordial para a preservação da saúde. A bacia hidrográfica do Rio Itapicurú ocupa uma área de cerca de 36.440 Km². Sendo considerada uma das maiores do estado da Bahia, suas águas banham o município de Rio Real, e são muito procuradas para a realização de atividades recreacionais. O presente trabalho é de caráter experimental, sendo um estudo pioneiro nesta localidade, e se propôs a avaliar índices de coliformes totais, coliformes termotolerantes, bactérias heterotróficas e pH. Os valores de coliformes totais variaram de 4 a 920 NPM/100 mL, coliformes termotolerantes variaram de 23 a 140 NPM/100, o valor do pH variou de 7,3 a 8, foram encontradas 108 unidades formadoras de colônias (UFC) por mL, atendendo a legislação vigente. As análises realizadas no Rio Itapicurú no perímetro rural da cidade de Rio Real estão classificadas como próprias e excelentes, para atividades recreacionais de contato primário. Por apresentar índices abaixo de 1.000 NMP, as águas deste rio caracterizam-se como balneáveis.

Palavras-chave: Coliformes termotolerantes, balneabilidade, Rio Real – BA, técnica de tubos múltiplos.

ABSTRACT

SANTOS, Ericlicia. D. A. B. Evaluation of bathing waters of the Rio Itapicurú Perimeter in Rural Municipality of Rio Real - BA. 2014. 53. (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

The good quality water is essential for the survival of human beings, however is becoming increasingly scarce as industrialization, population and agriculture widen. Water quality is entirely related to the presence of pathogenic micro-organisms that are harmful to human health, so the verification of this is a major factor in the preservation of health. The river basin covers an area Itapicuru of about 36,440 km². Is considered one of the largest in the state of Bahia, its waters bathe the municipality of Rio Real, and are much sought after for the realization of recreational activities. This work is experimental, being a pioneering study in this location, and set out to assess total coliform levels, fecal coliform, heterotrophic bacteria and pH. The total coliform values ranged 4-920 NPM / 100 ml coliform varied NPM 23-140 / 100, the pH ranged from 7.3 to 8 were found 108 colony forming units (CFU) per ml , given the current legislation. The analyzes carried out in Rio Itapicuru in a rural area of Rio Real City are classified as treasury and excellent for recreational activities of primary contact. By presenting indices below 1,000 MPN, the waters of this river are characterized as balneáveis.

Keywords: thermotolerant coliforms, bathing, Rio Real - BA, multiple tube technique.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização Geográfica do Município de Rio Real na Bahia	27
Figura 2 – Localização Geográfica da Bacia do Rio Itapicurú no Estado da Bahia...	27
Figura 3 – Localização do Município de Rio Real – Rio Itapicurú	29
Figura 4 - Coleta e Armazenamento das Amostras.....	29
Figura 5 - Diluição Seriada das Amostras	32
Figura 6 - Resultado Positivo no Teste Presuntivo e Distribuição de Alíquota dos Tubos em que Houveram Formação de Gás, para Realização do Teste Confirmativo	33
Figura 7 - Confirmação de Resultado Positivo para Coliformes Termotolerantes e do Resultado Positivo para Coliformes totais.....	34
Figura 8 - Incubação das Duplicatas em Estufa Bacteriológica e Crescimento de Bactérias Heterotróficas em Placa	35
Figura 9 - Número Mais Provável (NMP) de Coliformes Totais Coletados Durante as Cinco Semanas	37
Figura 10 - Número Mais Provável (NMP) de Coliformes Termotolerantes Coletados Durante as Cinco Semana	39
Figura 11 - Pontos do Rio Livres de Fatores de Contaminação Visíveis.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Balneabilidade Segundo a Resolução CONAMA n.º 274/2000	21
Tabela 2 – Informações Sobre a Coleta das Amostras	28
Tabela 3 - Índice de NMP e Limites de Confiança de 95%, Quando são Inoculadas Porções de 10 ml, 1ml e 0,1ml da Amostra.....	34
Tabela 4- Valores do pH no Decorrer das 5 Semanas.....	40

LISTA DE ABREVIações

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NMP – Número Mais Provável

OMS - Organização Mundial da Saúde

SRH – Secretaria de Recursos Hídricos

WHO - Guidelines for Drinking Water Quality

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivo geral.....	14
1.1.2 Objetivos específicos	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 A IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA	15
2.2 BIOINDICADORES DE CONTAMINAÇÃO FECAL	17
2.3 BALNEABILIDADE	19
2.4 MÉTODOS PARA A ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA.....	22
2.4.1 Determinação pela Técnica de Fermentação dos Tubos Múltiplos	23
2.4.2 Determinação pela Técnica da Membrana Filtrante.....	24
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	26
3.1 LOCAL DA PESQUISA.....	26
3.2 TIPO DE PESQUISA	28
3.3 AMOSTRAGEM E COLETA DE DADOS.....	28
3.4 ANÁLISE DE DADOS	29
3.4.1 Preparo do material para a análise	30
3.4.2 Preparação dos meios de cultura.....	30
3.4.3 Preparação da água de diluição.....	31
3.4.4 Diluição seriada.....	31
3.4.5 Exame bacteriológico para Coliformes.....	32
3.4.6 Contagem de bactérias Heterotróficas	35
3.4.7: Verificação do pH.....	36
4 RESULTADO E DISCUSSÕES	37
4.1 COLIFORMES TOTAIS	37
4.2 COLIFORMES TERMOTOLERANTES	38
4.3 CONTAGEM PADRÃO DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS.....	39
4.4 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO – pH.....	39
4.5 FATORES QUE CONTRA INDICAM, A BALNEABILIDADE	40
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

A água é muito mais que um recurso natural, é parte integral do nosso planeta e está presente há bilhões de anos, constituindo-se elemento da dinâmica funcional da natureza (PIELOU, 1998). Sua história sobre o planeta Terra é complexa e está intrinsecamente relacionada ao crescimento populacional, ao grau de urbanização e usos múltiplos que afetam sua qualidade e quantidade (TUNDISI, 2003). Embora a água seja uma substância imprescindível para os seres humanos, Gomes et al. (2002) afirma que sua qualidade está se deteriorando com os constantes despejos de efluentes líquidos urbanos, efluentes de áreas agricultáveis e de outras fontes esporádicas.

O nosso planeta está “inundado” d’água esse composto é de extrema importância e constitui uma das maiores distribuições do mundo, representando um volume de aproximadamente 1,4 bilhão de km³ que cobrem cerca de 71% da superfície da Terra. No entanto, cerca de 97,5% da água do planeta está presente nos oceanos e mares, na forma de água salgada, desta forma, imprópria para o dispêndio humano. Dos 2,5% restantes, que perfazem o total de água doce existente, 2/3 estão retidos nas geleiras e calotas polares. Sendo assim apenas cerca de 0,77% de toda a água está disponível para o homem, sendo encontrada na forma de rios, lagos, água subterrânea, incluindo ainda a água presente no solo, atmosfera (umidade) e na biota (GRASSI, 2001; REBOUÇAS et al., 2006).

É importante ressaltar que de acordo com Pompeu (1999), embora a legislação não faça distinção entre os termos água e recursos hídricos, o apropriado seria fazer essa diferenciação. O termo água quer denotar o elemento natural, descomprometido com qualquer uso ou utilização e o termo recurso hídrico quer significar a água como um bem econômico, passível de utilização para tal fim. Ainda em consonância com o mesmo autor, existe um Código de Águas e não de recursos hídricos, porque o Código disciplina o elemento líquido mesmo quando não existe aproveitamento econômico, como são os casos de uso para primeiras necessidades da vida (POMPEU, 1999). Entretanto para efeito deste estudo não considerar-se-á a contestação na utilização dos referidos termos, de forma que serão adotados como sinônimos.

Ocupando aproximadamente metade da área da América do Sul, o Brasil detém 60% da bacia amazônica, que escoar cerca de 1/5 do volume de água doce

do mundo. A magnitude desse patrimônio alerta para a responsabilidade dos brasileiros quanto a sua conservação e uso sustentável (BRASIL, 2007)

Em territórios brasileiros a vazão média anual dos rios é de cerca de 180 mil metros cúbicos por segundo (m^3/s); para efeitos comparativos, esse volume de água equivale ao conteúdo somado de 72 piscinas olímpicas fluindo a cada segundo, valor que corresponde a cerca de 12% da disponibilidade mundial de recursos hídricos, que é de 1,5 milhões de m^3/s . Porém nem toda a vazão média dos rios está efetivamente disponível ao longo de todo o ano, assim a estimativa de disponibilidade hídrica efetiva no Brasil é menor, em torno de 92 mil m^3/s . Ainda assim, esse volume de recursos hídricos é suficiente para atender cerca de 57 vezes a demanda atual do País, e poderia abastecer uma população de até 32 bilhões de pessoas, o que corresponde a quase cinco vezes a população mundial (BRASIL, 2007).

Desta grande porção de água existente no Brasil uma quantidade considerável encontra-se no estado da Bahia, e nesse contexto está inserido o município de Rio Real, que localizado no Nordeste baiano está entre os 55 municípios englobados na Bacia Hidrográfica do Rio Itapicurú, cujas águas que banham seu território serão o foco das análises do presente estudo (INEMA, 2014).

Cunha (2003) relata que os rios refletem de forma indireta, as condições naturais e as atividades humanas realizadas na bacia hidrográfica, suportando em função da escala e intensidade de mudanças nesses dois elementos, alterações, consequências e impactos no seu desempenho relacionado à descarga, carga sólida e dissolvida, além da poluição das águas.

No momento em que rios entram em contato com dejetos humanos ou esgoto estes se tornam uma fonte potencial para transmissão de inúmeras doenças, que podem ser transmitidas através da ingestão direta, contato com a pele ou mucosas (SÃO PAULO, 2009). Apesar da água não fornecer as condições ideais à multiplicação dos micro-organismos patogênicos, esses geralmente sobrevivem por tempo suficiente para permitir sua transmissão hídrica (VALIAS et al., 2012).

Os ambientes aquáticos possuem inúmeras finalidades, dentre elas a recreação. As águas empregadas para atividades recreacionais devem estar livres de contaminação fecal, organismos patogênicos e outras condições perigosas, de forma a proteger a saúde e dar segurança aos usuários. É imprescindível conhecer

as condições sanitárias dessas águas quanto à balneabilidade e as possíveis ameaças à saúde (CETESB, 1999).

De acordo com Tocchetto e Pereira (2005) a avaliação dos corpos d'água empregados para fins recreacionais, conforme critério estabelecido em resolução específica segue normas objetivas e resume-se no uso de indicadores que são monitorados e suas concentrações são confrontadas com padrões pré-estabelecidos, para identificar condições de balneabilidade em um determinado local. Uma condição estabelecida para que as águas sejam próprias é que certos micro-organismos permaneçam dentro de um número estabelecido pela Resolução (BRASIL, 2000). Os coliformes termotolerantes são muito utilizados para este fim. Para que as águas sejam consideradas satisfatórias é necessário que sejam contados no máximo 1000 coliformes em pelo menos 80% das amostras de um conjunto (BRASIL, 2000).

O crescimento econômico caótico associado à exploração dos recursos naturais até então intactos foram elementos cruciais para que a contaminação ou poluição ambiental, especialmente dos mananciais hídricos tornarem-se assunto de importância pública (SILVA et al., 1998 *apud* TRAFICANTE, 2011). Inicialmente uma atitude a ser tomada relaciona-se com o estudo da qualidade da água destes locais, bem como o levantamento das possíveis fontes poluentes, com base nos critérios estabelecidos pelas legislações vigentes no Brasil (CONTE et al., 2001). Nesse sentido, um dos indicadores de qualidade a ser estudado é o índice de balneabilidade.

No Rio Itapicuru, mais precisamente no perímetro rural do município Rio Real no Estado da Bahia, esse quadro preocupante em relação à qualidade da água não é diferente. Ao longo do seu curso, esse rio recebe resíduos agrícolas, efluentes domésticos e industriais de cidades vizinhas sem tratamento prévio, o que pode comprometer a qualidade microbiológica de suas águas. Visto a não existência de qualquer estudo nesta região e a ressalva de que o mesmo tem sido vastamente utilizado pela população, especialmente pelas classes menos favorecidas, para diversas finalidades, inclusive para fins recreacionais, tornam-se imprescindíveis a realização de análises microbiológicas destas águas, no intuito de estabelecer índices de contaminação. Segundo alguns especialistas, a crise da água no século XXI é muito mais de gerenciamento do que uma crise real de escassez e estresse (ROGERS et al., 2006).

Visto que a prefeitura da cidade não realiza monitoramentos neste local, este estudo torna-se pioneiro e permitirá uma avaliação da qualidade dos recursos hídricos deste perímetro do Rio Itapicurú. Além de fornecer dados para outras pesquisas, poderá nortear políticas públicas, no município quanto ao uso das águas e sua qualidade. Segundo os autores Tundisi e Matsumura-Tundisi (2008) uma base de dados consolidada e transformada em ferramenta de gestão pode ser uma das maneiras mais eficazes de confrontar o problema de escassez, estresse e deterioração da qualidade da água.

1.1 Objetivo geral

Este estudo teve como objetivo geral Avaliar a balneabilidade das águas do rio Itapicurú localizado no Perímetro rural, do município de Rio Real – BA.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar a contagem de coliformes totais e coliformes termotolerantes, conforme determina a Resolução do CONAMA nº274/2000;
- Realizar a contagem padrão de bactérias heterotróficas em mesmo período;
- Determinar o pH das águas da nascente;
- Analisar existência de outros fatores que contra indiquem, permanentemente ou temporariamente, o exercício da recreação de contato primário;
- Sugerir possíveis medidas para remediação caso a nascente esteja imprópria para o uso.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

A água é fundamental para a existência e bem-estar do ser humano, devendo estar disponível em quantidade suficiente e de boa qualidade, como garantia para a manutenção da vida (FREITAS et al., 2002). Em consonância com esse raciocínio a Organização Mundial da Saúde relata que aproximadamente 80% das enfermidades transmitidas à população podem ser atribuídas à água e ao saneamento inadequado. Ainda neste estudo, a WHO estima que o acesso à água limpa e ao esgoto reduziria em pelo menos um quinto a mortalidade infantil (WHO, 2002).

A qualidade de uma determinada água é função das condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica. Tal se deve aos seguintes fatores: condições naturais – mesmo com a bacia hidrográfica preservada nas suas condições naturais, a qualidade das águas é afetada pelo escoamento superficial e pela infiltração no solo, resultantes da precipitação atmosférica [...] A interferência do homem, quer de uma forma concentrada, como na geração de despejos domésticos ou industriais, quer de uma forma dispersa, como na aplicação de defensivos agrícolas no solo, contribui na introdução de compostos na água, afetando a sua qualidade (VON SPERLING, 2007, p. 23).

Merten e Minella (2002) abordam que o termo “qualidade da água” não se trata fundamentalmente do estado de pureza da mesma, mas meramente das particularidades físico-químicas e biológicas, por meio destas características é possível determinar os seus diversos usos. Os problemas de poluição nos corpos d’água surgem no momento em que a produção de resíduos pelo sistema excede a capacidade de reciclagem ou diluição natural, aliado também à história socioeconômica e cultural da comunidade (HAGEMANN et al., 2004).

É importante salientar que os termos contaminação e poluição são comumente utilizados como sinônimos, entretanto a rigor eles são diferentes. Contaminação deveria ser empregada para caracterizar lançamento de espécies químicas e/ou micro-organismos que afetam a saúde do homem e animais que a consomem, porém não alteram o ambiente ecológico. Poluição é caracterizada por seus efeitos nocivos no ecossistema, como a alteração do desenvolvimento habitual das populações aquáticas, como por exemplo, o metal zinco, ainda que em

concentrações muito baixas, é prejudicial aos sistemas aquáticos (VALENTE; TRAFICANTE, 2011).

A ação humana sobre os cursos d'água é talvez a responsável pelas principais alterações da composição dos mesmos, através da contaminação pontual e difusa. A contaminação pontual alcança o corpo d'água através de um ponto, podendo ser: efluentes domésticos, atividades industriais, sumidouros, aterros sanitários ou vazamento de depósitos de produtos. As fontes difusas contaminam áreas extensas, devido a poluentes carregados por correntes aéreas, chuva, atividade agrícola (fertilizantes, herbicidas, inseticidas, fungicidas, entre outros) (QUEIROZ et al., 2004).

Os padrões de qualidade da água são modificados para cada tipo de uso. De forma que, os padrões de potabilidade (água destinada ao abastecimento humano) são diferentes dos de balneabilidade, os quais, por sua vez, são diferentes dos estabelecidos para a água de irrigação ou destinada ao uso industrial. Mesmo entre as indústrias, existem condições variáveis de qualidade, dependendo do tipo de processamento e dos produtos das mesmas (GONÇALVES, 2009).

A qualidade da água está inteiramente relacionada à presença de micro-organismos 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, enjoos, 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).

Magalhães Junior (2000) elaborou uma ampla revisão sobre o monitoramento das águas no Brasil, evidenciando não apenas o processo de evolução da gestão dos recursos hídricos, mas também o papel que as instituições vêm desenvolvendo e as atividades a elas vinculadas. Destaca a indispensabilidade de se ter uma base sólida de dados para a gestão das águas, sob pena de se gerenciar algo desconhecido. Dentro desse cenário enfatiza a integração das universidades que,

por meio de seus projetos de pesquisa, reativam e acrescentam a rede de monitoramento da água existente nas diversas regiões do país. O mesmo autor acrescenta ainda que, o monitoramento deve ser visto como um processo imprescindível à implantação dos instrumentos de gestão das águas, pois permite a obtenção de informações estratégicas, acompanhamentos das medidas eficazes, renovação do banco de dados e atualização das decisões.

2.2 BIOINDICADORES DE CONTAMINAÇÃO FECAL

Bioindicadores são espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas, nas quais a presença, quantidade e distribuição apontam a seriedade de impactos ambientais em um ecossistema aquático e sua bacia de drenagem, possibilitando a avaliação integrada dos efeitos ecológicos causados por múltiplas fontes poluidoras (CALLISTO; GONÇALVES, 2002).

Os indicadores microbiológicos têm sido mundialmente utilizados para a constatação de poluição das águas por resíduos humanos e animais, é muito comum o uso desses organismos normalmente não patogênicos. São encontrados em grandes concentrações nos intestinos e fezes de seres humanos e mamíferos homeotérmicos, incluindo os de vida selvagem. Os indicadores padrão incluem coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e enterococos (SHIBATA et al., 2004).

Para que um micro-organismo seja considerado um indicador ideal, deve apresentar algumas características, tais como: ser aplicável a todos os tipos de água, ter uma população mais numerosa no ambiente que prováveis patógenos, possuir resistência equivalente a dos patogênicos aos processos de autodepuração, sobreviver melhor no ambiente e ser constatado através de uma metodologia simples e barata. Para a qualidade sanitária da água, infelizmente não existe um indicador ideal, mas sim alguns organismos que se aproximam das exigências referidas (LEITÃO et al., 1988). Nesse contexto de acordo com Barrell et al. (2002), *Escherichia coli*, membro do grupo dos coliformes, atende a grande parte destes critérios e sua presença em amostras de água pode indicar a contaminação por outros patógenos intestinais. No entanto, a ausência de *E. coli* nem sempre expressa a não existência de outros patógenos intestinais. *E. coli* é o único biótipo

da família *Enterobacteriaceae* que pode ser considerado exclusivamente de origem fecal.

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).

Cada indivíduo excreta cerca de dois bilhões dessas bactérias por dia. Sendo assim, esse grupo é extremamente relevante como parâmetro indicador probabilístico da existência de micro-organismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, disenteria bacilar e cólera (PELCZAR et al., 1981).

As bactérias do grupo coliformes como um todo (coliformes totais), exceto *Escherichia coli* que é exclusivamente de origem fecal, podem ser encontradas em ambientes não entéricos como: solos, meios aquáticos e redes de distribuição de água. Desta forma, o uso dos coliformes totais é limitado e não recomendado como indicador de contaminação fecal. Sua aplicação tem sido no sentido de verificar a qualidade da água após o tratamento indicando falhas no processo, a exemplo de contaminações decorrentes de materiais como terra e plantas e ainda uma possível formação de biopelículas nos sistemas de distribuição e reservatórios de água (OMS, 2005).

Levando em consideração as particularidades do grupo coliforme, a Resolução CONAMA 357/2005, que dispõe sobre a classificação de corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, utiliza os coliformes termotolerantes como padrão de qualidade microbiológica, e permite sua substituição pela *Escherichia coli*, de acordo com critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente (BRASIL, 2005).

O emprego de coliformes termotolerantes, principalmente em regiões tropicais, tem sido questionado pelos motivos supracitados e atualmente tende-se a

substituir o termo coliforme fecal por coliforme termotolerante (OMS, 1995 *apud* BASTOS, 2000). Em relação à técnica empregada, estudos posteriores revelaram pequenas alterações na temperatura, além da presença de grandes quantidades de bactérias heterotróficas que podem resultar na invalidação do teste. Algumas linhagens de *E. coli* também não fermentam lactose a 44,5°C (DUFOR, 1977).

Esta aparente falta de confiabilidade dos tradicionais indicadores de poluição fecal, em condições tropicais, tem impulsionado pesquisadores a sugerir indicadores complementares aos coliformes para detectar poluição orgânica em ambientes aquáticos (BYAMUKAMA et al., 2005). Entretanto como em grande parte das análises de amostras de água tem sido observado que as proporções de coliformes termotolerantes se compõem predominantemente de *E.coli*, assim sendo este grupo é considerado um índice de contaminação aceitável (OMS, 2005).

2.3 BALNEABILIDADE

Segundo Von Sperling (2013), os primeiros relatos sobre a utilização da água para fins de balneabilidade foram registrados na época do império egípcio. Neste período, que remonta de 3000 anos antes de Cristo, esta utilização era restrita apenas a casta nobre. O autor afirma ainda que em conjunto com o abastecimento a balneabilidade é o uso mais antigo da água, associando-se à prática de rituais religiosos nas diferentes culturas e a possibilidade do direito natural de cada habitante do planeta de desfrutar do contato com a água. No período do império romano atingiu-se o ápice da utilização coletiva da água nos afamados banhos e termas difundidos por quase toda a Europa Ocidental. (VON SPERLING, 2003).

Nesse sentido o que pode ser observado é que a evolução científica e tecnológica do homem ao longo dos séculos não se contrapôs ao exercício da recreação em ambientes aquáticos, pelo contrário, atualmente a balneabilidade é uma das maneiras que o homem moderno utiliza para fugir do cotidiano estressante e de se colocar em contato com a natureza (MARTINS, 2012).

A Cetesb (2014) define balneabilidade como o grau de qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, sendo este compreendido como o contato direto e prolongado com a água, tal como é observado em atividades como

natação, mergulho, esqui-aquático, entre outros, onde a possibilidade do banhista ingerir grandes quantidades de água é elevada.

As primeiras de diretrizes, critérios e valores de referência, que visavam assegurar condições apropriadas à população, durante a prática da atividade recreacional de contato primário foram elaboradas pelo *National Technical Advisory Committee* (NTAC) para o *Federal Water Pollution Control Administration*, no ano de 1968. Baseados em indicadores microbiológicos, esses critérios foram propostos a partir da realização de uma série de trabalhos desenvolvidos pelo *United States Public Health Service*, entre o final dos anos de 1940 e o início dos anos de 1950, sendo os resultados apresentados por Stevenson em 1953 (VON SPERLING, et al., 2013).

Atualmente, a avaliação da qualidade das águas no Brasil para atividades que envolvam o contato primário, ou seja, a balneabilidade deve atender aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, conforme indicado na própria Resolução do CONAMA nº 357 de 2005, modificada pela Resolução CONAMA nº 430 de 2011.

A avaliação dos corpos d'água utilizados para recreação, conforme as determinações estabelecidas em resolução específica seguem critérios objetivos e resume-se na utilização de indicadores que são monitorados e suas concentrações são acareadas com padrões pré-estabelecidos, para identificar condições de balneabilidade em um determinado local (TOCCHETTO, PEREIRA, 2005).

A amostra deverá ser colhida, preferivelmente nos dias de maior afluência do público, de forma que a coleta seja efetuada em local que apresentar a isóbata de um metro e onde houver maior concentração de banhistas. Os resultados dos testes poderão, abranger períodos menores que cinco semanas, neste caso, cada um desses períodos deverão ser especificados e pelo menos 5 amostras tenham sido colhidas e examinadas, durante o tempo mencionado, com intervalo mínimo de 24 horas entre as coletas (BRASIL, 2000).

A resolução Nº_274 de 29 de novembro de 2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA - estabelece as condições necessárias para que as águas balneares sejam classificadas como próprias ou impróprias, como mostra a Tabela 1 em que são apresentados parâmetros e as faixas consideradas pela mesma como própria para a atividade, desde que os valores apresentados sejam inferiores em pelo menos 80% das amostras

Tabela 1: Balneabilidade Segundo a Resolução CONAMA n.º 274/2000

NMP/100mL de Coliformes termotolerantes*	Balneabilidade	
	Subclassificação	Classificação
< 250	Excelente	Própria
< 500	Muito Boa	
< 1000	Satisfatória	
> 1000	Imprópria	

* Número Mais Provável de Bactérias

Fonte: MONTEIRO et al., (2011).

Conforme a classificação estabelecida pela Resolução, as águas impróprias para banho são as que apresentam acima de 1.000 coliformes fecais por 100 mL de água, em pelo menos duas amostras de cinco analisadas, ou quando o valor encontrado na última amostragem estiver acima de 2.500 coliformes fecais ou 2.000 *Escherichia coli*. As águas próprias, destinadas à balneabilidade, se subdividem em três categorias: satisfatória, muito boa e excelente (BRASIL, 2000).

Outras ocorrências são apontadas na mesma Resolução em caso de águas impróprias para o banho, como: incidência elevada ou anormal, na Região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias; 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; pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais; floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana; outros fatores que contra-indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário (BRASIL, 2000).

Diversos estudos de balneabilidade têm sido realizados em todo o Brasil como, por exemplo, uma pesquisa em que o INMETRO em parceria com o IBAMA determinou as condições de balneabilidade de praias do litoral brasileiro, em que foram analisadas as praias de oito estados. A metodologia utilizou-se do ensaio para coliformes termotolerantes e o de pH. A medição do pH é relevante pois se estiver fora da faixa recomendada pela Resolução pode levar a algum tipo de irritação na

pele ou nos olhos do banhista. Neste trabalho foi observado em algumas das praias analisadas grandes mudanças nos números de coliformes termotolerantes entre os dias de análise, em decorrência de muitos fatores ocasionais como: correntes marítimas, ocorrências de chuvas, esgotos urbanos e quantidade de pessoas frequentando a praia no período das coletas (INMETRO, 2014).

A realização de estudos epidemiológicos em balneários locais é imprescindível para o desenvolvimento de uma metodologia adequada às especificidades das áreas de uso recreacional em águas doces no Brasil, tendo em vista a importância desta atividade para a sociedade e a carência de espaços de lazer, especialmente para a população de baixa renda (VON SPERLING, et al., 2013).

2.4 MÉTODOS PARA A ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA

Os procedimentos para o diagnóstico bacteriológico da água estão descritos no livro *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, publicação realizada em conjunto à American Public Health Association, American Water Works Association e Water Environment Federation. Desde 1905, é utilizada por analistas de água americanos, sendo considerada esta a melhor metodologia (APHA, 1998). O Manual Prático de Análise da Água (FUNASA) adota as técnicas da publicação americana para quantificar coliformes e heterótrofos na água (FUNASA, 2006).

A presença ou a ausência de micro-organismos na água pode ser verificada através da análise microbiológica, sendo possível quantificar os micro-organismos presentes, identificar e caracterizar as diferentes espécies microbianas. Diversos métodos laboratoriais de análise podem ser empregados em cada uma dessas determinações. Atualmente, esses métodos são divididos em “convencionais” e “rápidos” (FRANCO, LANDGRAF, 2003).

Hajdenwurcel (1998) explica que na década de 70 os métodos rápidos surgiram da necessidade de reduzir o tempo de obtenção de resultados analíticos e aprimorar a produtividade laboratorial. Tais métodos oferecem vantagens como: redução de tempo de análise, diminuição de custos, além de maior sensibilidade de alguns métodos em relação aos convencionais.

Em relação aos métodos convencionais Franco e Landgraf, (2003) relatam que recebem essa designação porque foram desenvolvidos há muitos anos e desde então constituem os métodos oficiais em grande parte dos laboratórios no Brasil e em outros países, pois estão descritos em publicações consideradas de referência, internacionalmente aceitas.

Ainda em consonância com os relatos dos autores citados anteriormente os métodos convencionais para caracterização de um dado micro-organismo são fundamentados na observação da capacidade do mesmo de realizar determinadas reações bioquímicas. É comum que estas reações sejam realizadas em tubos de ensaio, representando uma grande quantidade de trabalho e um custo bastante elevado.

A técnica dos tubos múltiplos e a da membrana filtrante são métodos convencionais para determinação de coliformes termotolerantes baseados na temperatura elevada suportada por estes micro-organismos (CERQUEIRA et al., 1998).

2.4.1 Determinação pela Técnica de Fermentação dos Tubos Múltiplos

A técnica dos tubos múltiplos vem sendo empregada especialmente na determinação de coliformes, nela o Número Mais Provável (NMP) de coliformes por mililitro de água é determinado. Este procedimento é realizado a partir da inoculação da amostra diluída em séries de cinco tubos para análise da água (APHA, 2005 *apud* SOUZA, 2010).

Esta técnica está embasada na inoculação de volumes decrescentes da amostra em meio de cultura próprio para o crescimento microbiano, sendo cada volume inoculado em uma série de 5 tubos. Através de diluições seriadas da amostra, são obtidos inóculos, cuja semeadura fornece resultados negativos em pelo menos um tubo da série em estes foram inoculados. A combinação de resultados positivos e negativos resulta na obtenção de uma estimativa da densidade das bactérias pesquisadas, através da aplicação de cálculos estatísticos. O fator 10 de diluição tem sido comumente utilizado na análise da água, sendo inoculados múltiplos e submúltiplos de 1 ml da amostra (CETESB, 2007).

Um exame inicial para determinação de coliformes totais pela técnica dos tubos múltiplos é obrigatório para todos os tipos de amostra de água. Este exame está dividido em duas etapas: ensaio presuntivo e ensaio confirmativo. Paralelamente a este teste é realizado outro para obtenção da densidade dos coliformes termotolerantes (CETESB, 1993).

Nesta metodologia a contagem presuntiva de coliformes se dá através da utilização do meio de cultivo Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), que permite um enriquecimento seletivo de coliformes. O crescimento com formação de gás nos tubos de Durhan indica um resultado positivo (HAJDENWURCEL, 1998).

Para que seja confirmada a presença de coliformes totais o meio de cultivo utilizado deve ser o Caldo Verde Bile Brilhante, que inibem o crescimento de bactérias Gram positivas, devido à presença de sais biliares em sua formulação, e a lactose que é utilizada como substrato para a produção de gás pelos coliformes. Caso haja crescimento microbiano com a formação de gás no tubo de Durhan o teste é considerado positivo (HAJDENWURCEL, 1998).

Os coliformes termotolerantes devem ser cultivados no Caldo EC. (*Escherichia coli*), que é seletivo a micro-organismo Gram positivos devido a presença de sais biliares. Os coliformes termotolerantes apresentam a capacidade de fermentar lactose com produção de gás à temperatura mais elevada, por isso neste teste a incubação é feita à temperatura de 45°C em banho-maria por 24 horas (HAJDENWURCEL, 1998).

2.4.2 Determinação pela Técnica da Membrana Filtrante.

A técnica da membrana filtrante faz uso de um dispositivo de filtração, é um método mais direto para a determinação da presença e do número de coliformes. Este método é largamente utilizado na América do Norte e na Europa, recomendado para águas de baixa turvação que não obstruam o filtro e que apresentem relativamente uma pequena quantidade de bactérias não-coliformes que possam mascarar os resultados (TORTORA; FUNKE; CASE, 2005). A técnica é realizada por meio da filtração de um volume conhecido (volumes típicos em um alcance de 100 a 1000 ml) da amostra líquida através de uma membrana filtrante estéril (0,22 ou 0,45 um de tamanho do poro) (GOLDMANN; GREEN, 2008).

Posteriormente a filtração e retenção dos micro-organismos, a membrana é transferida para a superfície das placas de Petri contendo o meio de cultura de escolha. Após a incubação as colônias são enumeradas, visualmente ou através de contadores eletrônicos (FRANCO; LANDGRAF, 2003).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

3.1 LOCAL DA PESQUISA

O município de Rio Real localiza-se na região Nordeste do estado da Bahia, a aproximadamente 207 km da capital Salvador (Figura 01), apresenta uma área de 716,885 Km² enquadrando-se nas coordenadas 11°29'05" de latitude e 37°55'58" de longitude (IBGE, 2014). O município é drenado pela bacia hidrográfica do Rio Itapicurú (Figura 02) que é caracterizada por exibir formato alongado no sentido oeste leste com aproximadamente 350 Km de extensão e 130 Km de largura estreitando-se continuamente para o leste a partir do meridiano 38° 30', até a desembocadura do oceano atlântico próximo à cidade do Conde. Esta bacia ocupa uma área de cerca de 36.440 Km², equivale a 6,4% do território estadual, sendo considerada uma das maiores do estado da Bahia, com rios de domínio inteiramente estadual, englobando 54 municípios (SRH, 2002).

Os ecossistemas mais característicos em toda a bacia são a caatinga, cerrados, manguezais e áreas antropizadas. A região costeira da bacia do rio Itapicuru é composta por duas unidades Geoambientais *L05 - Tabuleiros Costeiros*, em que a altitude média é de 100m com maior quantidade de solos do tipo podzólicos e *M04 - Baixada Litorânea*, prevalecendo áreas alagadas e de manguezais, solos do tipo podzólico com presença de areias quartzosas e areias quartzosas marinhas. Subperenifólia de restinga é a vegetação predominante.

O clima é classificado como Tropical Úmido e o período úmido abrange os meses de fevereiro a agosto, de acordo com a descrição constante no Zoneamento Agroecológico do Nordeste do Brasil produzido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, através do Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS e do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido – CPATSA (RODRIGUES, FERNANDO BARRETO E SILVA et al. 2000).

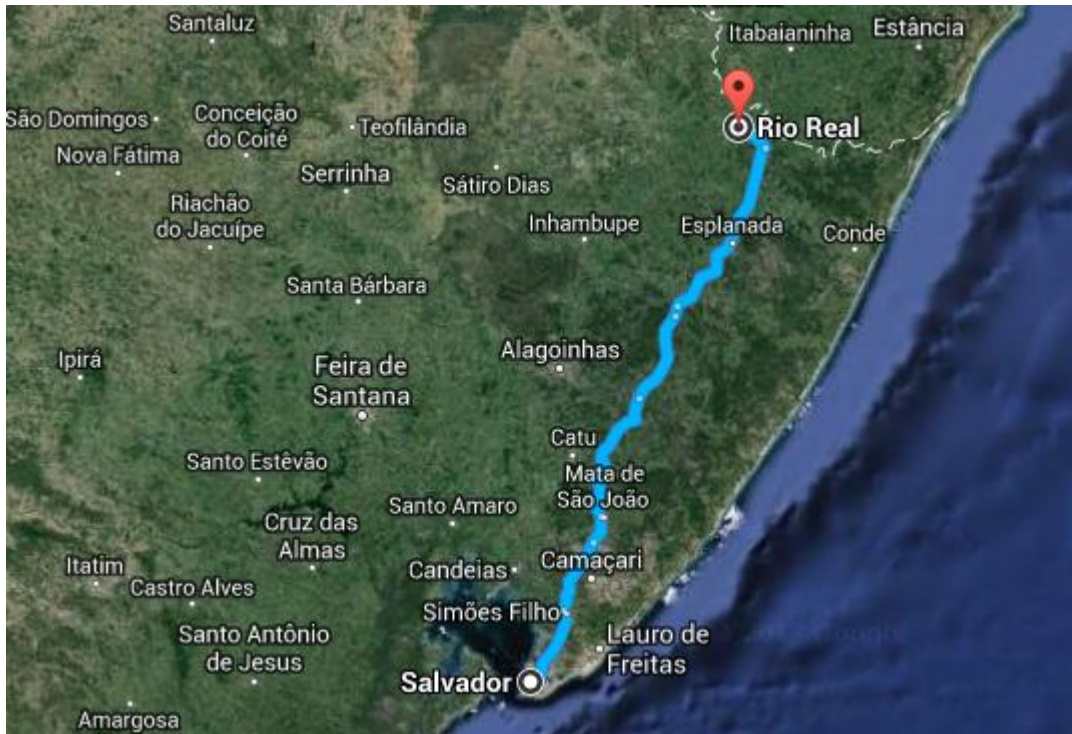


Figura 01. Localização Geográfica do Município de Rio Real na Bahia

Fonte: (IBGE, 2014).



Figura 02. Localização Geográfica da Bacia do Rio Itapicuru no Estado da Bahia
(Fonte: SRH, 2002).

3.2 TIPO DE PESQUISA

De acordo com Gil (2010) esta pesquisa é considerada de natureza experimental, onde a pesquisadora foi a agente ativa, sendo determinada a balneabilidade, com a finalidade de examiná-la e classificá-la, de acordo com as normas legais, de forma que métodos de controle foram definidos, e os efeitos produzidos pela variável no objeto de pesquisa foram observados, sendo realizado um estudo aprofundado, com levantamento de dados.

3.3 AMOSTRAGEM E COLETA DE DADOS

Foram coletadas cinco amostras de água ao longo de 5 semanas no Rio Itapicurú, em pontos localizados no perímetro rural da cidade de Rio Real Bahia (Figura 03: A-B), pela discente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/ *campus* Medianeira, participante do curso de especialização em Gestão Ambiental em Municípios, a senhora Ericlicia Doralice Amancio B. dos Santos, durante o período compreendido entre abril de 2014 a junho de 2014.

Conforme determina a resolução do CONAMA nº274/2000 a amostragem foi efetuada em local que apresenta a isóbata³ de um metro e onde havia maior concentração de banhistas. As amostras de água foram coletadas em recipiente de vidro de 250ml, a aproximadamente 1 metro de profundidade, no período da manhã, semanalmente. Em seguida as amostras eram acondicionadas e refrigeradas em caixa de isopor com gelo, até a chegada ao laboratório onde foram analisadas 24 horas após a coleta (Figura 04: A-B). As datas das amostragens estão sintetizadas na tabela 2.

Tabela 02 – Informações Sobre a Coleta das Amostras

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5
Data	11/05/14	18/05/14	25/05/14	01/06/14	08/06/14
Hora	11:10	11:30	11:00	11:00	11:20
Chuva 24 (h)	Moderada	Ausente	Intensa	Ausente	Ausente



Figura 03: A-B Localização do Município de Rio Real – Rio Itapicurú.

Fonte: IBGE, (2014) e Autora, (2011).



Figura 04: A-B Coleta e Armazenamento da Amostras.

Fonte: Autora, (2014).

3.4 ANÁLISE DE DADOS

As amostras foram analisadas no Laboratório Experimental e no Laboratório de Química da Universidade Estadual da Bahia – UNEB/ campus II Alagoinhas, sob a supervisão do chefe do laboratório professor Dr. Edson de Jesus Marques. A metodologia dos ensaios microbiológicos procedeu conforme o Manual Prático de Análise da Água da FUNASA, ano 2006. O exame bacteriológico para coliformes seguiu a leitura do Número Mais Provável (NMP) pela técnica dos tubos múltiplos

em meio de cultura, por se tratar de um método de fácil aplicação junto à logística do laboratório. Durante o período das coletas foram averiguados outros fatores que contra indiquem, permanentemente ou temporariamente, o exercício da recreação de contato primário. Isto se deu através de sinais de poluição por esgotos, presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, presença, na água, de parasitas que afetem o homem ou a constatação da existência de seus hospedeiros intermediários infectados perceptíveis pelo olfato ou visão.

3.4.1 Preparo do material para a análise

Para a realização das análises foram necessários: tubos de Durhan, tubos de ensaio, pipetas graduadas e placas de Petri, todos devidamente estéreis em autoclave durante 30 minutos a uma temperatura de a 121 °C, em seguida secos em estufa de secagem. Os tubos de Durhan foram colocados na posição invertida dentro de cada tubo de ensaio, com exceção dos tubos de ensaio que receberiam o Ágar para contagem de bactérias. As ponteiras utilizadas para a inoculação das amostras foram esterilizadas em capela microbiológica com lâmpada ultravioleta (UV). Os meios de cultura utilizados foram: Caldo lactosado de concentração dupla, Caldo lactosado de concentração simples, caldo lactosado verde brilhante Bile a 2%, Meio EC, Ágar para contagem de bactérias em placas. Além disso, foi preparada uma solução de água de diluição que constituída por duas outras soluções foi utilizada para realizar a diluição seriada das amostras.

3.4.2 Preparação dos meios de cultura

Na preparação do Caldo lactosado de concentração dupla foram pesadas 5,2 gramas do meio para 200 ml de água destilada, para o caldo lactosado de concentração simples foram pesados 2,6 gramas do meio e dissolvidos em 200 ml de água destilada. O caldo lactosado verde brilhante Bile a 2% utilizou-se de 8 gramas do meio sendo dissolvidos em 200 ml de água destilada; para o Meio EC foram pesados 7,4 gramas de meio dissolvidos em 200 ml de água destilada, o Ágar para contagem utilizou-se de 4,1 gramas do meio e foi dissolvido em 200 ml de água destilada. Após o preparo dos meios, estes foram distribuídos em tubos de ensaio

(10 ml em cada) e logo em seguida homogeneizados com o auxílio de um agitador magnético, e esterilizados a 121 °C em autoclave durante 15 minutos. Após o resfriamento os tubos foram acondicionados em um refrigerador até o momento da realização dos ensaios biológicos.

3.4.3 Preparação da água de diluição

A água de diluição foi obtida a partir de duas outras soluções: A Solução 1 e a Solução 2: A Solução 1 foi preparada a partir de 8,5 gramas de fosfato de potássio monobásico (KH_2PO_4) e dissolvidas em 150 mL de água destilada. Nesta solução se faz necessário ajustar o pH para 7,2, isto é possível através de uma solução normal de hidróxidos de sódio (NaOH 1N), preparada dissolvendo-se 40 gramas de Hidróxido de Sódio em 1000 ml de água destilada. A solução 2 continha 16,22 gramas de Cloreto de Magnésio hexahidratado ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) diluídos em 200 ml de água destilada.

Por fim a água de diluição foi alcançada adicionando-se 1,25 ml da solução 1 e 5 ml da solução 2 a 1 litro de água destilada. Após a preparação esta solução foi esterilizada em autoclave a uma temperatura de 121 °C, armazenada em um balão de ensaio sendo acondicionada em um refrigerador.

3.4.4 Diluição seriada

No primeiro dia de ensaio biológico, com a chegada da amostra ao laboratório foram realizadas as diluições seriadas, nesta etapa foi necessária a utilização da solução de água de diluição. Para a diluição 1:1 foram utilizados 50 ml da amostra para 50 ml da água de diluição. Na diluição 1:10, retirou-se 1 ml da amostra e acrescentou-se a 9 ml da água de diluição. Após completa homogeneização retirou-se da diluição 1:10 1ml e acrescentou-se a 9ml de água de diluição para que fosse realizada a diluição 1:100 (Figura: 05 A-B).



Figura 05: A-B Diluição Seriada das Amostras.
Fonte: Autora, (2014).

3.4.5 Exame bacteriológico para Coliformes

O exame bacteriológico para Coliformes seguiu o método dos tubos múltiplos. Nesta etapa todos os tubos foram previamente etiquetados, para que fossem identificadas as diluições. A execução do teste presuntivo foi realizada tomando-se uma estante para tubos de ensaio contendo 15 tubos, distribuídos de 5 em 5. Os primeiros cinco tubos continham caldo lactosado de concentração dupla, os restantes continham caldo lactosado de concentração simples. Os tubos que continham caldo lactosado de concentração dupla foram inoculados, em cada tubo, com pipeta esterilizada, 10 ml da amostra de água a ser analisada (Diluição 1:1). Nos 10 tubos que restaram e continham caldo lactosado de concentração simples foi inoculado, nos 5 primeiros 1 ml da amostra (Diluição 1:10) e nos cinco últimos 0,1 ml da amostra, em cada tubo (Diluição 1:100). Após este processo os tubos foram homogeneizados e incubados a 35°C por 24 horas.

Após 24 horas, os tubos que haviam formado gás dentro do tubo de Durham ou apresentado crescimento forte foram repicados para a realização do teste confirmativo da seguinte forma: em condições estéreis e com auxílio da alça de platina previamente flambada e fria foi transferida uma alíquota do tubo positivo para um tubo com Meio EC e outra para um tubo com caldo verde Brilhante Bile a 2% (Figura: 06 A-B-C). Nesse processo foi tomado o número de tubos do teste presuntivo que deram resultado positivos (formação de gás) nas 3 diluições 1:1; 1:10

e 1:100. As amostras em Meio EC foram incubadas em banho-maria a 45°C por 24 horas e as amostras em caldo verde brilhante Bile a 2% foram incubadas em estufa bacteriológica a 35°C por 48 horas. Os tubos que não apresentaram gás ou crescimento forte no caldo lactosado foram incubados por mais 24 horas.

Ao passo em que eram realizados os ensaios bacteriológicos foram registrados: o número de tubos em que houve formação de gás e as respectivas diluições em que estes tubos se encontravam. Os tubos que formaram gás no meio EC confirmaram a presença de coliformes termotolerantes e os tubos que formaram gás no Caldo Verde Brilhante Bile a 2% confirmaram a presença dos coliformes totais (Figura: 07 A-B). Os resultados foram expressos através do Número Mais Provável (NMP) 100 ml de amostra. Para a determinação do NMP, foi verificada a combinação formada pelo número de tubos positivos que apresentaram as diluições 1:1; 1:10 e 1:100 no Teste Confirmativo (Tabela: 03) Exemplo: Se nos cinco tubos da diluição 1:1, obtiveram-se três tubos positivos, nos cinco tubos da diluição 1:10, obtiveram-se dois tubos positivos, nos cinco tubos da diluição 1:100, obteve-se 1 tubo positivo, formou-se, portanto, a combinação 3-2-1, para determinar o NMP que nesse caso equivale à 17 coliformes por 100 ml da amostra é necessário consultar a tabela.

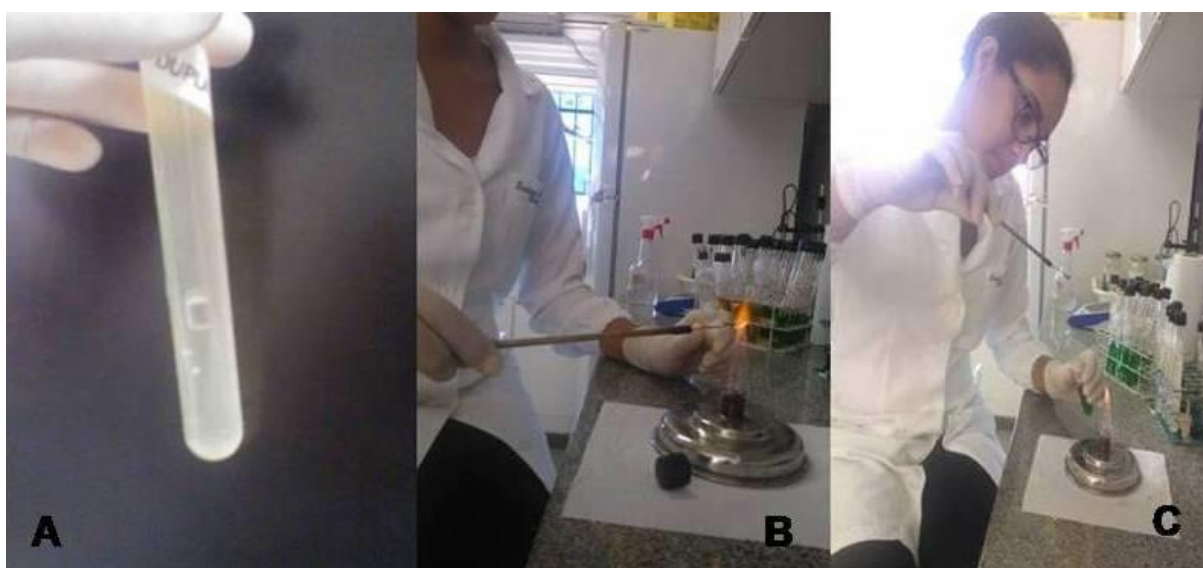


Figura 06: A-B-C Resultado Positivo no Teste Presuntivo (A) e Distribuição de Alíquota dos Tubos em que Houveram Formação de Gás, para Realização do Teste Confirmativo (B e C). Fonte: Autora, (2014).

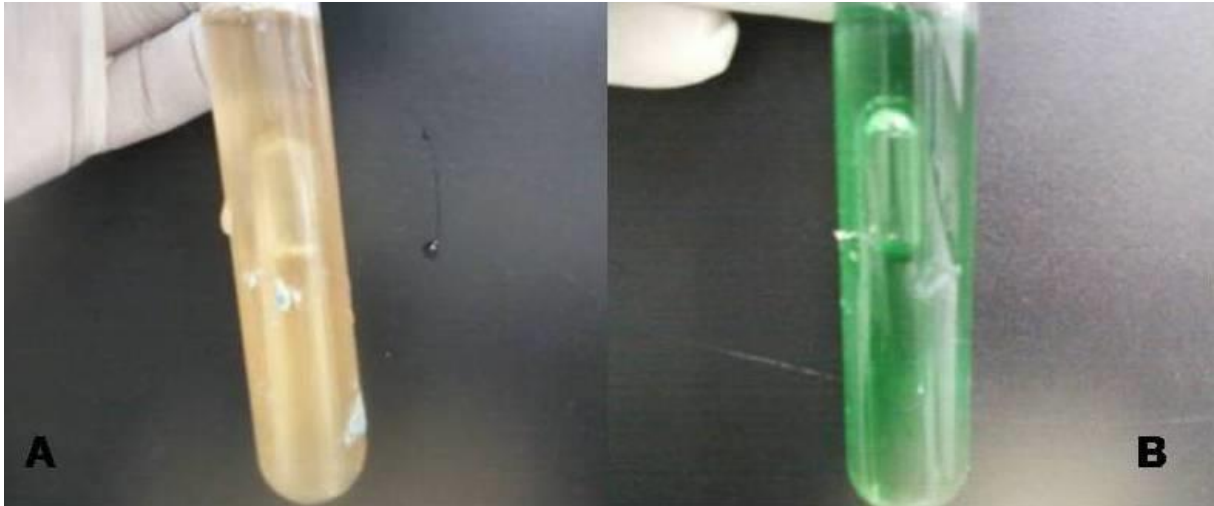


Figura 07: A-B Confirmação de Resultado Positivo para Coliformes termotolerantes (A) e do Resultado Positivo para Coliformes totais (B).
Fonte: Autora, (2014).

Tabela 3- Índice de NMP e Limites de Confiança de 95%, Quando são Inoculadas Porções de 10 ml, 1ml e 0,1ml da Amostra

Combinação de NMP/100ml positivos	Limites de Confiança 95%		Combinação de NMP/100mL positivos	Limites de Confiança 95%			
	Inferior	Superior		Inferior	Superior		
0-0-0	< 1,8	-	6,8	4-0-3	25	9,8	70
0-0-1	1,8	0,090	6,8	4-1-0	17	6,0	40
0-1-0	1,8	0,090	6,9	4-1-1	21	6,8	42
0-1-1	3,6	0,70	10	4-1-2	26	9,8	70
0-2-0	3,7	0,70	10	4-1-3	31	10	70
0-2-1	5,5	1,8	15	4-2-0	22	6,8	50
0-3-0	5,6	1,8	15	4-2-1	26	9,8	70
1-0-0	2,0	0,10	10	4-2-2	32	10	70
1-0-1	4,0	0,70	10	4-2-3	38	14	100
1-0-2	6,0	1,8	15	4-3-0	27	9,9	70
1-1-0	4,0	0,71	12	4-3-1	33	10	70
1-1-1	6,1	1,8	15	4-3-2	39	14	100
1-1-2	8,1	3,4	22	4-4-0	34	14	100
1-2-0	6,1	1,8	15	4-4-1	40	14	100
1-2-1	8,2	3,4	22	4-4-2	47	15	120
1-3-0	8,3	3,4	22	4-5-0	41	14	100
1-3-1	10	3,5	22	4-5-1	48	15	120
1-4-0	10	3,5	22	5-0-0	23	6,8	70
2-0-0	4,5	0,79	15	5-0-1	31	10	70
2-0-1	6,8	1,8	15	5-0-2	43	14	100
2-0-2	9,1	3,4	22	5-0-3	58	22	150
2-1-0	6,8	1,8	17	5-1-0	33	10	100
2-1-1	9,2	3,4	22	5-1-1	46	14	120
2-1-2	12	4,1	26	5-1-2	63	22	150
2-2-0	9,3	3,4	22	5-1-3	84	34	220
2-2-1	12	4,1	26	5-2-0	49	15	150
2-2-2	14	5,9	36	5-2-1	70	22	170
2-3-0	12	4,1	26	5-2-2	94	34	230
2-3-1	14	5,9	36	5-2-3	120	36	250
2-4-0	15	5,9	36	5-2-4	150	58	400
3-0-0	7,8	2,1	22	5-3-0	79	22	220
3-0-1	11	3,5	23	5-3-1	110	34	250
3-0-2	13	5,6	35	5-3-2	140	52	400
3-1-0	11	3,5	26	5-3-3	170	70	400
3-1-1	14	5,6	36	5-3-4	210	70	400
3-1-2	17	6,0	36	5-4-0	130	36	400
3-2-0	14	5,7	36	5-4-1	170	58	400
3-2-1	17	6,8	40	5-4-2	220	70	440
3-2-2	20	6,8	40	5-4-3	280	100	710
3-3-0	17	6,8	40	5-4-4	350	100	710
3-3-1	21	6,8	40	5-4-5	430	150	1100
3-3-2	24	9,8	70	5-5-0	240	70	710
3-4-0	21	6,8	40	5-5-1	350	100	1100
3-4-1	24	9,8	70	5-5-2	540	150	1700
3-5-0	25	9,8	70	5-5-3	920	220	2600
4-0-0	13	4,1	35	5-5-4	1600	400	4600
4-0-1	17	5,9	36	5-5-5	> 1600	700	-
4-0-2	21	6,8	40	-	-	-	-

Fonte: (CETESB, 2007)

3.4.6 Contagem de bactérias Heterotróficas

A contagem de bactérias heterotróficas foi realizada em cada amostra coletada sempre em duplicata. Antes de iniciar os exames, a bancada do laboratório era desinfetada usando uma solução de álcool etílico a 70%, a boca dos tubos de ensaio que continham o Ágar nutriente era flambada antes de serem usadas, as placas de Petri eram colocadas na posição invertida para evitar a condensação de água na superfície do Ágar.

Para a realização do teste inoculou-se 1 ml da amostra em uma placa Petri e posteriormente com a placa entreaberta inoculou-se 10 ml do Ágar para contagem fundido previamente em banho-maria, em seguida este conteúdo era homogeneizado em movimentos circulares moderados em forma de oito, em torno de 10 vezes consecutivas. Após a solidificação do meio de cultura as placas eram incubadas em posição invertida a 35°C por 48 horas em estufa bacteriológica. Ao final do período de incubação, foi feita a contagem das colônias a olho nu (Figura: 08 A-B) Os resultados foram expressos como número de colônias de bactérias/mL ou Unidades Formadoras de Colônias (UFC)/mL.



Figura 08: A-B Incubação das Duplicatas em Estufa Bacteriológica (A) e Crescimento de Bactérias Heterotróficas em Placa (B).

Fonte: Autora, (2014).

3.4.7: Verificação do pH

Para a verificação do pH, foram realizadas coletas semanais da água do rio, ao longo de sua margem, em pontos diferentes, separados cerca de 10 metros uma da outra. Tais amostras eram refrigeradas e transportadas até o laboratório para que fosse feita a medição utilizando-se de um pH-metro digital.

4 RESULTADO E DISCUSSÕES

4.1 COLIFORMES TOTAIS

A Resolução CONAMA 274, de 29 de novembro de 2000, classifica a água em própria e imprópria para recreação de contato primário. Um dos critérios estabelecidos é que será considerada própria 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 1.000 coliformes termotolerantes.

Os resultados das análises microbiológicas das amostras coletadas durante as cinco semanas consecutivas, no Rio Itapicurú no Perímetro rural do município de Rio Real, Bahia, estão expressos nas figuras 9 e 10.

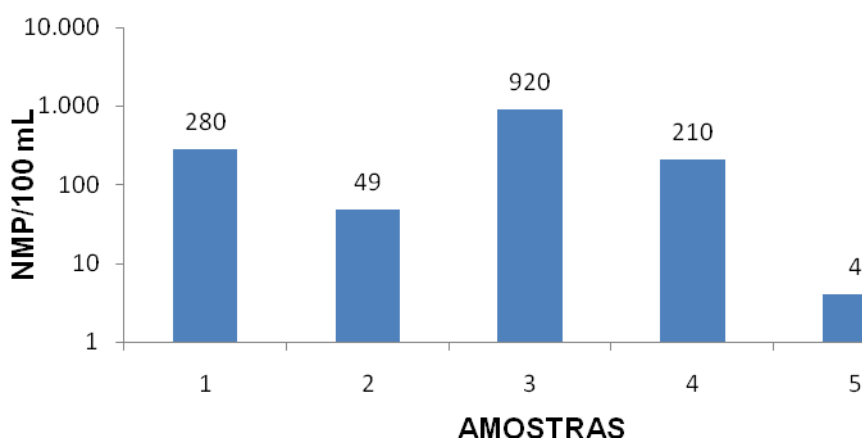


Figura 9: Número Mais Provável (NMP) de Coliformes totais Coletados Durante as Cinco Semanas.

A figura 9 apresenta os valores de NMP encontrados para coliformes totais, e observa-se que a amostra 1 e 3 apresentaram os maiores índices de micro-organismos, sendo que amostra 3 chama atenção por apresentar um valor de 920 NPM, provavelmente devido às chuvas intensas no dia da coleta.

Com relação aos valores encontrados para coliformes totais as Resoluções CONAMA 274/2000 (BRASIL, 2000) e 357/2005 (BRASIL, 2005) não estabelecem valores máximos e mínimos para o parâmetro microbiológico, embora suas

quantidades sejam relevantes por estarem presentes na natureza em grandes números e variedades. Para Di Bernardo & Paz (2008) a sua utilização como referência de poluição nas águas é limitada, pois sua presença não necessariamente determina contaminação fecal.

4.2 COLIFORMES TERMOTOLERANTES

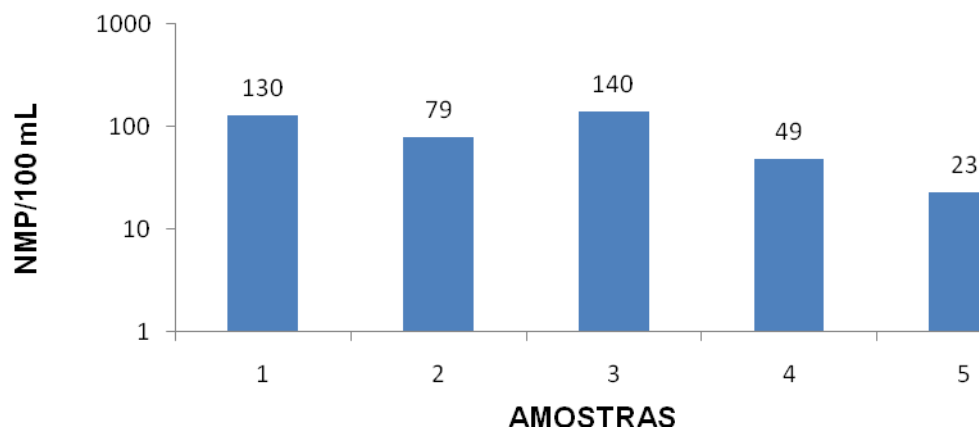


Figura 10: Número Mais Provável (NMP) de Coliformes termotolerantes Coletados Durante as Cinco Semanas.

Como pode ser observado na figura 10 as cinco amostras apresentaram quantidade de coliformes termotolerantes inferiores a 1000, desta forma as águas analisadas possuem classificação própria para recreação de contato primário. É notório que as amostras 1 e 3 apresentaram os maiores valores de coliformes termotolerantes, sendo respectivamente (130/100mL) e (140/100mL) coliformes a cada 100 mL de água.

Mesmo os valores não comprometendo a balneabilidade, é importante salientar que este aumento provavelmente ocorreu, devido à ocorrência das chuvas nestes dias da coleta. De acordo com estudos de Morais et al. (2009) a sazonalidade pode ter influência nas concentrações de *E. coli*. Em suas análises no Rio Cabeça, da bacia do rio Corumbataí/SP, tais autores encontraram diferenças nos índices desta bactéria na estação seca para a chuvosa e atribuíram essa mudança ao carreamento de sedimentos ocasionado pela ausência das barreiras naturais

propiciadas pela mata ciliar, de maneira que as torrentes podem ser um fator que influencia diretamente nas densidades de micro-organismos em corpos d'água, uma vez que os sedimentos arrastados podem conter material fecal de animais de sangue quente.

As águas analisadas, segundo a Resolução CONAMA 274/00 estão classificadas como excelentes já que em mais de 80% do conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, coletadas no mesmo local, o número de coliformes termotolerantes encontrados foi inferior a 250 por 100 ml de água.

4.3 CONTAGEM PADRÃO DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS

Bactérias heterotróficas podem ser definidas como aqueles micro-organismos que necessitam de carbono orgânico como fonte de nutrientes. Fornecem informações sobre a qualidade bacteriológica da água de uma forma ampla. O teste padrão de contagem não específica, bactérias ou esporos de bactérias de origem fecal, ou componentes presentes na flora natural da água, enquadrando-se, portanto como um indicador auxiliar da qualidade da água (BRASIL, 2014).

A resolução não exige a realização da contagem padrão de bactérias heterotróficas com fins de verificação de balneabilidade, no entanto, é comum que este teste de laboratório seja realizado em conjunto ao teste dos tubos múltiplos. O maior número encontrado de colônias foi de 108 unidades formadoras de colônias (UFC) por mL. Segundo a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde esse número não deve exceder 500 UFC/ml para que a água seja considerada adequada para consumo humano.

4.4 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO – pH

A Resolução do CONAMA nº274/2000 estabelece que o pH de águas doces deva estar entre 6,0 e 9,0. Durante as coletas foram registrados valores de que variaram entre 7,3 e 8,0 como apresentado na Tabela 4. Nesse caso as águas estão dentro dos limites de balneabilidade.

Tabela 4 – Valores do pH no Decorrer das 5 Semanas.

	Amostra 1 11/05/14	Amostra 2 18/05/14	Amostra 3 25/05/14	Amostra 4 01/06/14	Amostra 5 08/06/14
pH	7,3	8,0	7,33	7,52	7,99

Este estudo está em consonância com os relatos de Carvalho et al. (2000) quando afirmam que com o aumento das chuvas, a tendência do pH é ser elevado e aproximar-se da neutralidade, em decorrência de uma maior diluição dos compostos dissolvidos além de um escoamento mais acelerado. Isso em virtude do acréscimo no volume de água que faz com que haja uma redução na acidez da água.

As coletas das amostras 1 e 3 foram realizadas em dias chuvosos e os valores de pH são ligeiramente alcalinos.

Esteves (1988), afirma que o pH é enquadrado como uma das variáveis ambientais mais significativas e complexas de se interpretar, pelo fato de inúmeros fatores poderem influenciá-lo. De modo geral nas águas naturais, o pH é modificado pelas concentrações de íons H⁺ oriundos da dissociação do ácido carbônico, que gera baixos índices de pH, bem como das reações de íons de carbonato e bicarbonato com a molécula de água, que aumentam os valores de pH para a faixa alcalina.

4.5 FATORES QUE CONTRA INDICAM, A BALNEABILIDADE

Levando em consideração os critérios apontados na Resolução CONAMA nº 274, e como mostra a figura 11 é possível afirmar que não foram encontrados durante as coletas fatores que contra indiquem, permanentemente ou temporariamente, o exercício da recreação de contato primário a exemplo de:

- Floração proliferação excessiva de microorganismos aquáticos, principalmente algas, com predominância de uma espécie, decorrente do aparecimento de condições ambientais favoráveis, podendo causar mudança na coloração da água e/ou formação de uma camada espessa na superfície;

- 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;
- Presença de moluscos transmissores potenciais de esquistossomose e outras doenças de veiculação hídrica.



Figura 11: A-B Pontos do Rio Livres de Fatores de Contaminação Visíveis.
Fonte: Autora, (2014).

Provavelmente a não ocorrência desses fatores de contaminação citados anteriormente, deve-se ao fato do rio estar afastado da zona urbana, e em seu entorno não existir industriais e residências que descarreguem seus esgotos diretamente nestas águas. Seguindo esse raciocínio, Di Bernardo (1995) afirma que a ocorrência das florações vem sendo muitas vezes atribuída ao rápido processo de eutrofização dos ambientes aquáticos, desencadeados em suma pela atividade antrópica (esgoto doméstico e agro-industrial), intensificando o crescimento de micro-organismos na água. O mesmo autor afirma ainda que a ocorrência de florações de cianobactérias, e seus subprodutos em rios exercem grande influência na qualidade da água, introduzindo efeitos negativos tanto de ordens estética e organoléptica, através do odor, e da produção da cor e sabor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presença de bactérias do grupo Coliformes, em especial os Coliformes termotolerantes são de extrema importância no que diz respeito à qualidade das águas. Isso se deve ao fato destes micro-organismos influenciarem negativamente na saúde humana, sendo considerados potenciais agentes causadores de doença. Por este motivo neste estudo priorizou-se a contagem de bactérias deste grupo.

O presente trabalho permitiu concluir que as águas do Rio Itapicurú, no perímetro rural da cidade de Rio Real Bahia são consideradas próprias e excelentes para prática de atividades recreacionais de contato primário, conforme a Resolução CONAMA 274/2000.

Ainda que este estudo não tenha apontado a contaminação microbiológica deste rio, é preocupante o não monitoramento da qualidade das águas balneares do município, uma vez que este é o primeiro estudo de balneabilidade já realizado. Desta forma observa-se a necessidade de políticas públicas efetivas no que diz respeito à gestão destas áreas, para evitarem-se as perdas da biodiversidade bem como do potencial turístico e de recreação.

Sugere-se então que outros estudos sejam realizados em outras estações, para que sejam comparados com este, incluindo outros parâmetros de qualidade de água enfatizados na Resolução CONAMA 357 que não foram contemplados nesse estudo.

REFERÊNCIAS

APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association, American Water Works Association e Water Environment Federation. 20 ed. Washington. 1998. Disponível em:<http://www.mwa.co.th/download/file_upload/SMWW_1000-3000.pdf> Acesso em: 28 ago. 2014.

BAHIA. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Habitação. Superintendência de Recursos Hídricos. Recursos Hídricos. **Legislação básica do estado da Bahia**. Salvador, 2002. 32p. Disponível em:<<http://www.seia.ba.gov.br/legislacao-ambiental/leis>> Acesso em: 13 set de 2014.

BARRELL, Rae.; et al. *The Microbiology of Drinking Water - Part 1 - Water Quality and Public Health. Methods for the Examination of Waters and Associated Materials*. **Environment Agency**, 2002. p. 50.

BASTOS, Rafael. K. X.; et al. Coliformes como indicadores da qualidade da água: alcances e limitações. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000. Disponível em:<<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/tratagua/ii-057.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2014.

BERNARDO Luis. D. *Algas e suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; 1995. 127 p.

BRASIL, Ministério da Saúde. *Comentários sobre a portaria MS Nº 518/2004: subsídios para implementação*. 2005. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/publicacoes-svs>. Acesso em: 17 Nov de 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res43011.pdf>> Acesso em: 06 nov de 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 357, de 17 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 da outras providências. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1. Disponível em:

<http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/federal/resolucoes/2005_Res_CONAMA_357.pdf>. Acesso em: 03 mar de 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº274 de 29 de novembro de 2000. **Estabelece condições de balneabilidade das águas brasileiras**. Brasília, 2000. Disponível em:<http://www.acquaair.com.br/usr/file/Legisla_AGUA/Balneabilidade_Res_274.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2014.

BRASIL. Portaria nº 1469 de 29 de dezembro de 2000. **Ministério da Saúde**. Anexo Norma de qualidade da água para o consumo humano. Disponível em:<http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Portaria_MS_1469-00.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2014.

BRASIL. Recursos hídricos: resumo executivo. / Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional de Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília : MMA; ANA, 2007. Disponível em:< <http://www.ceivap.org.br/estudos/Geo-Brasil-Recursos-Hidricos-Resumo-Executivo.pdf>> Acesso em: 04 nov de 2014.

BYAMUKAMA, Denis; et al. Discrimination Efficacy of Fecal Pollution Detection in different aquatic habitats of a high-altitude tropical country, using Presumptive Coliforms, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* spores. **Applied and Environmental Microbiology**, p.65-71, vol.71, No.1 jan de 2005.

CALLISTO, Marcos.; GONÇALVES, Junior. J. F. A vida nas águas das montanhas. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.31, n.182, p. 68-71, maio 2002.

Carvalho, Adriana.R.; Schlittler, Flávio. H. M.; Tornisielo, Valdemar. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. (2000). **Química Nova**, 23(5): 618-622. Disponível em: <<http://www.scientificcircle.com/pt/53221/relacoes-atividade-agropecuaria-parametros-fisicos-quimicos>> Acesso em: 20 Nov de 2014.

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

CERQUEIRA, Daniel. A; GALLINARI, Patricia. C.; BRITO, L.L.A.; AMARAL, Grace. C.M. Detecção de Coliformes Fecais pela Técnica da Membrana Filtrante (m- FC - 44,5° +/- 0,2°C) e pelo Sistema Cromogênico (Colilert - Quanti-Tray 2000). In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 26, 1998. Lima-Peru. **Anais...** Lima-Peru: AIDIS, 1998. Disponível em:<

<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/peru/braapa151.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2014.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Glossário** (conceito balneabilidade). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/institucional/institucional/70-glossario>> Acesso em: 07 mar. 2014.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Glossário** (conceito balneabilidade). Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/institucional/institucional/70-glossario>> Acesso em: 27 ago. 2014.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Método de ensaio, Norma Técnica L5.406: **Coliformes fecais – Determinação em amostras de água pela técnica de tubos múltiplos com meio A1**. São Paulo, 16 p., 2007.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Método de ensaio, Norma Técnica L5.202: **Coliformes totais e fecais - determinação pela técnica de tubos múltiplos**. São Paulo, 39 p., 1993.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo** 1999. São Paulo: CETESB, 1999

CONTE, Maria. L. et al. Qualidade da água em cachoeiras turísticas da região de Botucatu-SP: avaliação preliminar. **Ciência Geográfica**, Bauru, VII, vol.II (19), p 59-62, 2001.

CUNHA, Sandra B. A questão ambiental: diferentes abordagens. Rio de Janeiro: **Bertrand Brasil**, 2003.

DI BERNARDO, Luís .; PAZ, Lyda. Patricia. S.(2008). **Seleção de tecnologias de tratamento de água**. Editora LDIBE LTDA, São Carlos - SP.

DUFOUR, A. P. *Escherichia coli*: The fecal coliform. In: Bacterial indicators/ Health Hazards. Associated with Water. (Special Technical Publication 635). Philadelphia, American Society for Testing and Materials, p.48-58.(1977).

ESTEVEES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2ª Ed. Rio de Janeiro: **Interciência**. (1988).

FRANCO, Bernadette. D.G.M.; LANDGRAF, Mariza. **Microbiologia dos alimentos**. Atheneu: São Paulo, 2003.

FREITAS, Valéria. P. S; BRÍGIDO, Berenice M. BADOLATO; Maria Irene C; ALABURDA, Janete. Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 61, n. 1, p. 51-58, 2002. Disponível em: <HTTP: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online>> Acesso em: 10 mar. 2014.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise da água**. 2. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOLDMAN, Emanuel.; GREEN, Lorrence. H. **Practical Handbook of Microbiology**. 2.ed. New York: CRC, 2008.

GOMES, Aparecida H. de S; *et. al.* (2002). “*Pesquisa de Cryptosporidium sp me águas e fontes naturais e comparação com análises bacteriológicas*”. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 61(2), pp. 59-63.

GONÇALVES, Ricardo F. Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água. Rio de Janeiro: ABES, 2009. Disponível em:< http://www.finep.gov.br/prosab/livros/prosab5_tema%205.pdf> Acesso em: 05 nove de 2014.

GRASSI, Tadeu, M. As águas do planeta Terra. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. Edição especial – Maio 2001. Disponível em:< <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf>> Acesso em: 04 nov de 2014.

HAGEMANN, Sabrina. E.; et al. Monitoramento dos resíduos sólidos veiculados através da drenagem urbana. In: XIX Jornada Acadêmica Integrada, 2004, Santa Maria. **XIX Jornada Acadêmica Integrada**. Santa Maria: UFSM, v.1. p.1, 2004.

HAJDENWURCEL, Judith R. **Atlas de microbiologia de alimentos**. São Paulo-SP: Fonte Comunicações e Editora, 1998.

INEMA. Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 2014. Disponível em:<<http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/comites-de-bacias/comites/cbh-itapicuru/>> Acesso em: 04 nov de 2014.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Praias (análise de balneabilidade)**. Disponível em:<<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/praias.asp>>. Acesso em: 30 ago. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS-IBGE Disponível em:<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=292700&search=bahia|rio-real>> Acesso em 16 de mar. de 2014

LEITÃO, Mauro Faber de F; et al. **Tratado de microbiologia**. São Paulo: Manole, 1988. 186 p.

MAGALHÃES JUNIOR, A.P. A situação do monitoramento das águas no Brasil: instituições e iniciativas. Porto Alegre/RS: ABRH **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol B.5, nº3, jul/set. 2000, p.113-115.,2000.

MARTINS, Luana K. L. A. Contribuições para monitoramento de balneabilidade em águas doces no Brasil. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. (2012). Disponível em:<http://www.cprm.gov.br/publique/media/diss_luana_kessia.pdf> Acesso em: 06 nov de 2014.

MERTEN, Gustavo H; MINELLA, Jean P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent. Porto Alegre, v.3, n.4, 2002. Disponível em: <<http://www.institutounipac.com.br/aulas/2010/1/UBSTA05N1/001634/000/Qualidade%20da%20%C3%A1gua%20em%20bacias.pdf>> Acesso em 05 nov de 2014. metodológicas e operacionais. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. Hygeia 9 (16):28 - 47, 2013. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/22268/12449>> Acesso em: 30 de ago de 2014.

MONTEIRO, Mary, A.de.S.; NASCIMENTO, Francisco, Jonathan, C. de S.; RIBEIRO, Maria Rita de C. G.; BEZERRA, Izamara, A. Estudo da qualidade das águas dos balneários de Caicó-RN. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica, 6, 2011. Natal. **Anais...Natal: CONNEPI**, 2011. Disponível em:<http://portal.ifrn.edu.br/campus/caico/producao/boletim-informativo/balneabilidade.pdf/at_download/file> Acesso em: 20 ago. 2014.

MORAIS, Eduardo. B.; TAUKE-TORNISIELO, Sâmia. M. ; VENTORINI, Sílvia. E. "Qualidademicrobiológica das águas do rio Cabeça - um afluente na bacia do rio Corumbataí – SP". (2009). Disponível em: < <http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A2-072.pdf>> Acesso em: 17 Nov de 2014.

OMS – Organización Mundial de la Salud. **Guías para la calidad del agua potable** - vol. I. 3. ed. Ginebra: OMS, 2005.

PELCZAR, Michael; REID, Roger; CHAN, E. C. S. Microbiologia. Vol. II; São Paulo; **McGraw- Hill LTDA**. 1981

PIELOU, Evelyn C. **Freshwater**. Chicago: The University of Chicago Press, 275 p., 1998.

PLILIPPI JR, Arlindo; ROMERO, Marcelo de A; BRUNA, Gilda C. Curso de Gestão Ambiental - **Coleção Ambiental**. Ed. 1, ed. Barueris SP: Manole, 2004.

POMPEU, Cid. T. "Águas doces no direito brasileiro." In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (orgs) **Águas doces no Brasil - capital ecológico uso e conservação**. São Paulo, **Escrituras Editora**, 1999.

QUEIROZ, Livia F. et al. Avaliação qualitativa dos poços artesianos do setor oeste, Goiânia-GO. 2004. Disponível em:< <http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/AVALIA%C3%87%C3%83O%20QUALITATIVA%20DOS%20PO%C3%87OS%20ARTESIANOS%20DO%20SETOR%20OESTE,%20GOI%C3%82NIA-GO.pdf>> Acesso em: 04 de mar.2014.

REBOUÇAS, AC, BENEDITO B, TUNDISI JG, organizadores e coordenadores. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras/USP; 2006.

RODRIGUES, Fernando B. e Silva; et al. Diagnóstico do município de Iguaraci, PE. Embrapa Solos. 2000. Disponível em: < http://www.uep.cnps.embrapa.br/publicacoes/circular_tecnica_07iguaraci_2000.pdf> Acesso em: 13 de nov de 2014.

ROGERS, Peter. P. Water governance, water security and water sustainability. In: ROGERS, Peter. P. et al. (Ed.) *Water crisis: myth or reality?* London: **Fundación Marcelino Botín**, Taylor & Francis, 2006. p.3-36.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Saúde. Coordenadoria de Controle de Doenças. Centro de Vigilância Epidemiológica Prof. Alexandre Vranjac. Divisão de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar. Doenças relacionadas à água ou de transmissão hídrica – Perguntas e Respostas e Dados Estatísticos: **informe técnico**. São Paulo, 2009. 25 p. Disponível em: 35 <ftp://ftp.cve.saude.sp.gov.br/doc_tec/hidrica/doc/dta09_pergresp.pdf> . Acesso em: 10 mar.2014.

SHIBATA, Tomoyuki. et al. Monitoring marine recreational water quality using multiple microbial indicators in an urban tropical environment. **Water Research**, v. 38, n. 1, p. 3119-3131, 2004. Disponível em:<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2548301>> Acesso em 10 de mar. 2014.

SOUZA, Nathália. C. C. **Desenvolvimento de um imunossensor para detecção de Escherichia coli em água**. 2010.77f. Dissertação (mestre em ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

TOCCHETTO, M. R. L.; PEREIRA, L. C. (2005). Balneabilidade e riscos à saúde humana e ambiental. **Revista Agronline**, São Paulo.

TOCCHETTO, Marta. R. L.; et al;. “*Balneabilidade e riscos à saúde humana e ambiental*”. Rev. Agronline, São Paulo. (2005). Disponível em:<<http://www.agronline.com.br/artigos/balneabilidade-riscos-saude-humana-ambiental>> Acesso em: 30 ago. 2014.

TORTORA, Gerard. J.; FUNKE, Berdell. R.; CASE, Christine. L. **Microbiologia**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 894 p.

TRAFICANTE, Daniela P. **Estudos limnológicos de balneabilidade no Parque Natural Municipal Cachoeira da Marta (Botucatu, SP, Brasil): relação com possíveis fontes poluidoras**. 2011. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, do Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista, 2011. Disponível em:<http://www.caunesp.unesp.br/publicacoes/dissertacoes_teses/dissertacoes/Dissertacao%20Daniela%20Polizeli%20Traficante.pdf> Acesso em: 24 de mar. 2014.

TUNDISI, José G. Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez. São Carlos, **Ed. Rima, IIE**, 248p, 2003.

TUNDISI, José. G. et al. Conservação e uso sustentável de recursos hídricos. In: BARBOSA, F. A. (Org.) Ângulos da água: desafios da integração. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. p.157-83

VALIAS, Ana Paola Gonçalves dos Santos; ROQUETO, Marco Antonio; HORNENK, Daniel Gerber; KOROIVA, Elton; VIEIRA, Flaviano Cirilo; ROSA, Giovani Mileto. **Laboratório de Microbiologia da Faculdade de Medicina Veterinária “Octávio Bastos”**. Qualidade Microbiológica de água de poços rasos e de nascentes de propriedades rurais do Município de São João da Boa Vista-São Paulo. São João da Boa Vista-SP, 2012

VON SPERLING, Eduardo. **Água para saciar corpo espírito: Balneabilidade e outros usos nobres**. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 22. 2003, Joinville, Anais...: Joinville: ABES, 2003. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes22/ccii.pdf>> Acesso em: 27 ago. 2014.

VON SPERLING, Eduardo; MAGALHÃES JR., Antônio, P; LOPES, Frederico, w. de A. Balneabilidade em águas doces no brasil: riscos a saúde, limitações

VON SPERLING, Marcos. Princípios do tratamento biológico de águas residuais: estudo e modelagem da água de rios. Belo Horizonte: **Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental**; Universidade Federal de Minas Gerais; 2007.

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