



**FAPAC – FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA.
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

**LEANDRO LEMOS PASSOS
TAYLLA KAMILA PARENTE ALVES**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA EM PORTO
NACIONAL E CIDADES CIRCUNVIZINHAS**

**PORTO NACIONAL-TO
2017**

**LEANDRO LEMOS PASSOS
TAYLLA KAMILA PARENTE ALVES**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA EM PORTO
NACIONAL E CIDADES CIRCUNVIZINHAS**

Monografia submetida ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof°. Me. Leonardo Alves Lopes

PORTO NACIONAL-TO

2017

**LEANDRO LEMOS PASSOS
TAYLLA KAMILA PARENTE ALVES**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA EM PORTO
NACIONAL E CIDADES CIRCUNVIZINHAS**

Monografia submetida ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto – Ltda, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Data da aprovação: ____/____/____ APROVADO () REPROVADO ()

Banca Examinadora constituída pelos professores:

Orientador: Profº. Me. Leonardo Alves Lopes

Me. Sivia Gomes

Profº. Me. Angelo Balduino

PORTO NACIONAL-TO

2017

RESUMO

Busca-se por meio de pesquisas bibliográficas pesquisar a respeito da forma de como é avaliada a qualidade da água em poços subterrâneos. A pesquisa desenvolvida teve como objetivo principal avaliar as condições de uso das águas subterrâneas por meio de análise dos poços subterrâneos de Porto Nacional – TO e suas cidades circunvizinhas sendo elas: Monte do Carmo, Silvanópolis e Brejinho de Nazaré. Utilizando como suporte análises laboratoriais de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos que caracterizam a qualidade do recurso. Após as análises levantou-se a qualidade das águas subterrâneas, onde buscou-se identificar poluições e métodos que possam influenciar na qualidade e potabilidade das águas dos poços analisados. A partir de aí procurar saber se estão em desacordo com o que preconiza a portaria de potabilidade vigente no Brasil. Demonstrar por meio de análises como a qualidade da água pode afetar a vida dos usuários dos poços subterrâneos e como profissionais da área da construção civil, apresentar sugestões para a realização no tratamento de desinfecção da água dos poços estudados. Precisa-se estar ciente da importância da potabilidade da água ressaltando que a água subterrânea faz parte do ciclo hidrológico, dinâmico e interativo constituindo de uma parcela da água precipitada, que ocorre abaixo da superfície da Terra que circula do oceano para a atmosfera dando sequência para os continentes, de onde faz todo esse processo e retorna pela superfície para o subterrâneo, ao oceano, sendo submetida à força de adesão e de gravidade e desempenha um papel importante na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos. A pesquisa revelou por meio de análises físico-químicas e microbiológicas que a água subterrânea utilizada para consumo humano e demais atividades como lavagem de carros e irrigação, está dentro dos padrões de potabilidade.

Palavras-chave: Poços Subterrâneos. Análise microbiológica. Poluição. Solução.

ABSTRACT

It is searched through bibliographical research to investigate the way in which the water quality in subterranean wells is evaluated. The main objective of the research was to evaluate the conditions of groundwater use by analyzing the underground wells of Porto Nacional - TO and its surrounding cities: Monte do Carmo, Silvanópolis and Brejinho de Nazaré. Using as laboratory support the physical, chemical and bacteriological parameters that characterize the quality of the resource. After the analysis, the quality of the groundwater was raised, in order to identify pollutions and methods that could influence the quality and potability of the wells analyzed. From that point on, we will try to find out if they are in disagreement with what is recommended in the potable water policy in force in Brazil. Demonstrating through analyzes such as water quality can affect the life of users of underground wells and, as professionals in the construction industry, present suggestions for conducting water disinfection treatment in the wells studied. It is necessary to be aware of the importance of water potability, emphasizing that groundwater is part of the hydrological cycle, dynamic and interactive constituting a portion of precipitated water, which occurs below the surface of the Earth that circulates from the ocean to the atmosphere giving sequence to The continents, from where it does all this process and returns through the surface to the underground, to the ocean, being submitted to the force of adhesion and gravity and plays an important role in the maintenance of soil moisture, the flow of rivers, lakes and swamps. The research revealed through physical-chemical and microbiological analyzes that groundwater used for human consumption and other activities such as car washing and irrigation, is within the standards of potability.

Keywords: Underground wells. Microbiological analysis. Pollution. Solution.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	Erro! Indicador não definido.
2 REFERENCIAL TEÓRICO	Erro! Indicador não definido.
2.1 ÁGUA SUBTERRANEA NO MEIO URBANO	Erro! Indicador não definido.
2.2 CICLO HIDROLÓGICO	Erro! Indicador não definido.
2.3 ORIGEM E OCORRÊNCIA.....	Erro! Indicador não definido.
2.3.1 Infiltração	Erro! Indicador não definido.
2.3.2 Dinâmica da água no subsolo	Erro! Indicador não definido.
2.4 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA EM POÇOS SUBTERRANEOS.....	Erro! Indicador não definido.
2.4.1 Localização.....	Erro! Indicador não definido.
2.4.2 Variabilidade e Disponibilidade	Erro! Indicador não definido.
2.4.3 Qualidade da Água.....	Erro! Indicador não definido.
2.4.4 Instabilidade do Terreno.....	Erro! Indicador não definido.
2.4.5 Aspectos Legais e Institucionais	Erro! Indicador não definido.
2.5 QUALIDADE, POTABILIDADE, DADOS E PARÂMETROS, FONTES DE CONTAMINAÇÃO E LEGISLAÇÃO SOBRE ÁGUAS.....	Erro! Indicador não definido.
3 OBJETIVOS	Erro! Indicador não definido.
3.1 GERAL.....	Erro! Indicador não definido.
3.2 ESPECÍFICOS	Erro! Indicador não definido.
4 MATERIAL E MÉTODOS	Erro! Indicador não definido.
4.1 LOCAIS DA PESQUISA	Erro! Indicador não definido.
4.2 ÁREA DE ESTUDO.....	Erro! Indicador não definido.
4.3 COLETA E ANÁLISE DAS AMOSTRAS.....	Erro! Indicador não definido.
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	Erro! Indicador não definido.
5.1 RESULTADOS DAS ANÁLISES LABORATORIAIS	Erro! Indicador não definido.
5.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	Erro! Indicador não definido.
5.2.1 Coliformes Termotolerantes Totais e Escherichia Coli.....	Erro! Indicador não definido.
5.2.2 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	Erro! Indicador não definido.
5.2.3 Condutividade Elétrica.....	Erro! Indicador não definido.
5.2.4 Turbidez	Erro! Indicador não definido.
5.2.5 Temperatura.....	Erro! Indicador não definido.
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	Erro! Indicador não definido.

ANEXOS

.....

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo da água	15
Figura 2 - Localização do Município de Porto Nacional	23

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Percentual de Poluição dos municípios analisados.....	30
Gráfico 2 - Locais onde possui rede de esgoto sanitário. Erro! Indicador não definido.	
Gráfico 3 - Valores de Potencial Hidrogeniônico (pH).....	34
Gráfico 4 - Valores de Turbidez (NTU).....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fatores que Influenciam na Infiltração de Água no Subsolo. **Erro! Indicador não definido.**

Quadro 2 - Fatores que Influenciam na Movimentação da Água no Subsolo..... **Erro! Indicador não definido.**

Quadro 3 - Qualidade da Água Para Consumo Humano e Seu Padrão de Potabilidade.....**Erro! Indicador não definido.**

Quadro 4 - Classificação dos Poços Analisado.....**Erro! Indicador não definido.**

Quadro 5 - Resultados das Análises Laboratoriais.....**Erro! Indicador não definido.**

Quadro 6 - Resultados das Análises Laboratoriais.....**Erro! Indicador não definido.**

1 INTRODUÇÃO

A água subterrânea faz parte do ciclo hidrológico, dinâmico e interativo constituindo de uma parcela da água precipitada, ocorre abaixo da superfície da Terra que circula do oceano para a atmosfera dando sequência para os continentes, de onde faz todo esse processo e retorna pela superfície e pelo subterrâneo, ao oceano, sendo submetida à força de adesão e de gravidade e desempenha um papel importante na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos.

A água é um recurso finito que deve ser gerenciado para satisfazer as necessidades humanas atuais e futuras e proteger o ambiente natural. Sistemas de água saudáveis necessitam de água que é abundante, limpa e livre de contaminantes nocivos (FEITOSA, 2007).

A água doce que é disponível para o consumo humano, é também proveniente de água subterrânea, o que há torna também responsável pela sobrevivência dos seres humanos.

A água é fundamental para a vida em geral seja ela dos seres humanos, animais e plantas, é um recurso de valor limitado e econômico. Apesar de ser essencial à vida humana e à economia de todas as regiões do planeta, há permanentes ameaças ao ciclo hidrológico e à quantidade e qualidade de água devido má distribuição, uso inadequado, contaminação, desperdício e demanda excessiva a água de boa qualidade está ficando cada vez mais escassa. Sem água os seres humanos, animais e plantas não poderiam sobreviver.

A preservação de rios, nascentes, contribui para que as florestas nativas atuem como reguladoras do fluxo de água, agindo nas áreas mais altas e mais baixas da bacia hidrográfica.

Sabe-se que em vários lugares os lagos, córregos e rios são prejudicados por uma ampla variedade de fontes poluentes, incluindo as descargas de estações de tratamento de águas residuais, esgoto transbordando, sistemas sépticos, alterações físicas, e descargas de águas pluviais. Para fornecer informações no sentido de consolidar o estudo sobre avaliação técnica da qualidade da água, como subsídio ao gerenciamento dos recursos hídricos em cidades circunvizinhas de Porto Nacional como Monte do Carmo, Brejinho de Nazaré, Silvanópolis, Fátima e Santa Rosa do Tocantins, é necessário manter a afiliação intelectual com um campo

secundário e áreas afins incluindo ecologia, ciência florestal, geologia, física do solo, geoquímica, saúde pública, e microbiologia.

Ainda mostrará como ocorre dinâmica da água no subsolo, suas características da água em poços subterrâneos e principalmente a importância da qualidade da água, Instabilidade do terreno, aspectos legais e institucionais, utilização das águas dos poços subterrâneos, o plano de gestão integrada de recursos hídricos, a proposta do engenheiro civil quanto à construção de poços subterrâneos, metodologia e resultados esperados, para compreensão da crescente conexão entre a hidrologia e a engenharia onde a maioria dos problemas de água subterrânea requer este estudo detalhado.

Muitas dessas áreas têm agora sobreposição significativa com hidrologia, e a demanda aumentou para os engenheiros treinados nessas áreas para comandar o conhecimento sobre poços subterrâneos. Os objetivos elencados buscam demonstrar por meio de análises como a qualidade da água pode afetar a vida dos usuários dos poços subterrâneos; investigar a qualidade da água dos poços subterrâneos nas cidades de Brejinhos, Monte do Carmo e Silvanópolis, Santa Rosa e Fátima, por fim apresentar sugestões para a realização no tratamento de desinfecção da água nas residências das cidades estudadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MEIO URBANO

A água é um bem fundamental, sendo que o mundo possui dois terços em toda sua superfície. Sabe-se que somente uma pequena porção desta água é própria para o consumo humano, ou seja, é água doce, potável.

De toda a água doce disponível para consumo, 96% é proveniente de água subterrânea. São elas as responsáveis pela garantia da sobrevivência de parte significativa da população mundial. Países como Arábia Saudita, Dinamarca e Malta utilizam exclusivamente dessas águas para todo o abastecimento humano. Enquanto que na Áustria, Alemanha, Bélgica, França, Hungria, Itália, Holanda, Marrocos, Rússia e Suíça, mais de 70% da demanda por água é atendida por manancial hídrico subterrâneo (CPRM, 1997 et al; MMA, 2011).

Segundo dados do IBGE (2000), no Brasil, cerca de 55 % dos distritos são abastecidos por água subterrânea. Cidades como Ribeirão Preto (SP), Maceió (AL), Mossoró (RN) e Manaus (AM), suprem todas as suas necessidades hídricas utilizando esse tipo de abastecimento. Além de atender diretamente à população, esses recursos são utilizados na indústria, agricultura (irrigação), lazer, etc.

O aumento rápido e em grande escala da população tem afetado os mananciais de água subterrânea, através da procura desse bem que está cada vez mais escasso. Essa procura em grande escala, pode afetar os rios, mananciais, córregos e outros que abastecem os poços subterrâneos, além de trazer vários outros impactos negativos para o meio ambiente (MMA, 2011).

Além do uso de forma inadequada das fontes de águas subterrâneas, existem outros fatores que influenciam negativamente para a diminuição desse bem. Encontramos fatores como atividades humanas através de ações antrópicas, causando poluições através das: fossas sépticas, que hoje foi substituído pela rede de esgotamento sanitário tanto na rede domiciliar quanto na rede industrial (ANA, 2005).

Além disso existem também vazamentos causados por falta de manutenção ou má construção em postos de gasolinas, lixões a céu aberto que derramam o chorume que é um líquido altamente poluente produzido pelo processo químico e físico da decomposição dos resíduos orgânicos, agrotóxicos utilizados na

agricultura, ou até mesmo os poços subterrâneos muito profundos ou mal instalados, entre vários outros fatores (RESENDE, 2002).

O aumento crescente em grande escala da população, a poluição através de ações antrópicas causada pelos seres humanos, o desperdício excessivo, entre outros fatores estão colocando em risco a disponibilidade da água potável no mundo, portanto precisamos de ações que diminuam este desperdício, preserve e utilize este bem de forma sustentável para que as gerações futuras não percam e possam utilizar este recurso natural (GRIPPI, 2006).

As chuvas têm grande importância no abastecimento da água subterrânea, desde a percolação até o processo final de infiltração no subsolo, tal mecanismo tem diversas funções no sistema hidrológico global através da transferência de energias e ligações ao sistema climático, é o meio pelo qual o ecossistema se abastece e fornece subsídio ao ser humano, para que seja utilizado para sua sobrevivência seja no meio urbano, no meio rural ou para funcionamento de suas indústrias (MANZIONE, 2015).

2.2 CICLO HIDROLÓGICO

A água está distribuída de diversas formas e em diversos locais no planeta terra. Grande parte dessa água é de difícil acesso aos seres humanos. Vale lembrar também que a água não é só encontrada em estado líquido (mares, rios, lagos e oceanos), mas também a encontramos em estado sólido (geleiras) e gasoso (água atmosférica) (REBOUÇAS, 2005).

Partindo de um volume total de água relativamente constante no Sistema Terra, podemos acompanhar o ciclo hidrológico, iniciando com o fenômeno da precipitação meteorológica, que representa a condensação de gotículas a partir do vapor d'água presente na atmosfera, dando origem à chuva. Quando o vapor de água se transforma diretamente em cristais de gelo e estes, por aglutinação, atingem tamanho e pesos suficientes, a precipitação ocorre sob forma de neve ou granizos, responsável pela geração e manutenção do importante reservatório representado pelas geleiras nas calotas polares (RESENDE, 2002).

Segundo Feitosa (1997) água subterrânea é toda a água que corre abaixo da superfície da Terra, preenchendo os poros ou vazios inter-granulares das rochas sedimentares, ou as fraturas, falhas e fissuras das rochas compactas, e que sendo submetida a duas forças (de adesão e de gravidade) desempenha um papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos. As águas subterrâneas cumprem uma fase do ciclo hidrológico, uma vez que constituem uma parcela da água precipitada. Após a precipitação, parte das águas que atinge o solo se infiltra e percola no interior do subsolo, durante períodos de tempo extremamente variáveis, decorrentes de muitos fatores:

- Porosidade do subsolo: a presença de argila no solo diminui sua permeabilidade, não permitindo uma grande infiltração;
- Cobertura vegetal: um solo coberto por vegetação é mais permeável do que um solo desmatado;
- Inclinação do terreno: em declividades acentuadas a água corre mais rapidamente, diminuindo a possibilidade de infiltração;
- Tipo de chuva: chuvas intensas saturam rapidamente o solo, ao passo que chuvas finas e demoradas têm mais tempo para se infiltrarem.

Durante a infiltração, uma parcela da água sob a ação da força de adesão ou de capilaridade fica retida nas regiões mais próximas da superfície do solo,

constituindo a zona não saturada. Outra parcela, sob a ação da gravidade, atinge as zonas mais profundas do subsolo, constituindo a zona saturada (FIGURA 1).

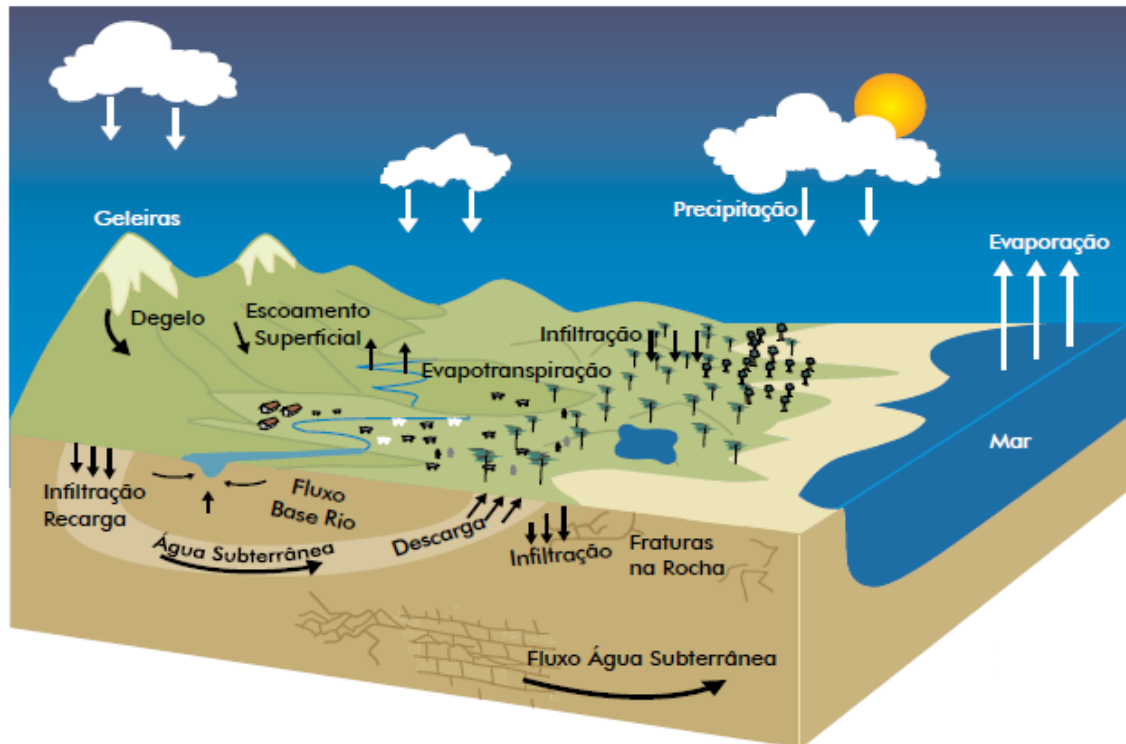


Figura 1 – Ciclo da água.
Fonte: Feitosa, (1997).

2.3 ORIGEM E OCORRÊNCIA

Para Karmann (2003) a água subterrânea é toda água que sofre infiltração, acompanhando seu caminho pelo subsolo, onde sua força gravitacional e a característica dos materiais presentes irão controlar o armazenamento e o movimento das águas. Em resumo água subterrânea seria toda água que ocupa vazios em formações rochosas ou regolito.

2.3.1 Infiltração

A infiltração é o a recarga de água no subsolo. É favorecida pela presença de materiais porosos e permeáveis, como solos e sedimentos arenosos. Espessas coberturas de solo exercem um importante papel no controle da infiltração, retendo

temporariamente parte da água de infiltração que posteriormente será liberada lentamente para a rocha adjacente (KARMANN, 2003).

Ainda segundo Karmann (2003) existem alguns parâmetros que influenciam diretamente na percolação do líquido no solo e subsolo. Sendo alguns deles os mais importantes dispostos no quadro 1.

CARACTERÍSTICA	DESCRIÇÃO
Cobertura Vegetal	Cobertura vegetal espessa exerce controle na infiltração, pois retém parte desta temporariamente. Sua liberação sob o solo ocorre após atingir a capacidade do campo, que é o volume de água absorvido pela cobertura antes de atingir a saturação.
Topografia	Grande gradiente dificulta a infiltração de água no subsolo, pois há maior eficiência no escoamento superficial.
Precipitação	A distribuição da precipitação ao longo de um período é uma questão importante na quantidade de infiltração. Em casos elevados de precipitação, o volume de água excede a capacidade de infiltração, favorecendo, assim o escoamento superficial direto. Em contrapartida, chuvas distribuídas ao longo do ano promovem mais infiltração, pois a velocidade desta acompanha o volume de precipitação.
Ocupação de Solo	Quanto mais urbanizada for determinada região, maior será o escoamento superficial, e dessa forma haverá redução de recarga de água no subsolo, por isso nas áreas rurais há infiltração do que na cidade, pois além do desmatamento, a composição do solo por pisoteamento dos animais também contribuem para entrada das taxas de água na superfície.

Quadro 1 - Fatores que Influenciam na Infiltração de Água no Subsolo.
Fonte: KARMANN (2003).

Após a infiltração da água no solo, as mesmas são direcionadas aos mananciais e aquíferos que permanecem em contínua movimentação.

2.3.2 Dinâmica da água no subsolo

As características do solo influenciam no modo e na magnitude da movimentação da água subterrânea. Os principais fatores são (QUADRO 2):

FATORES	INFLUÊNCIA
Forças que agem nas moléculas de água	A movimentação das águas no subsolo é controlada pela força gravitacional, pela tensão superficial e pela atração molecular. A atração molecular dá-se pela atração de cargas opostas, fazendo que as moléculas de água sejam presas na superfície dos argilo-minerais. Quando a água fica presa na parede dos poros ou mesmo quando tem movimento ascendente em decorrência do mínimo espaço entre os materiais, ocorre a tensão superficial.
Porosidade	A porosidade é definida como a relação entre o volume dos poros e o volume total de um material. Há dois tipos de porosidade: a primária e a secundária. A porosidade primária é caracterizada pelos espaços entre os grãos, gerada juntamente com o sedimento ou com a rocha. Já a porosidade secundária ocorre em fraturas ou em falhas durante a deformação da rocha.
Permeabilidade	Esta é uma propriedade que determina a disponibilidade de água subterrânea pela capacidade de permitir o fluxo de água por meio dos poros.
Potencial hidráulico	Promove o fluxo das águas pelo subsolo por meio da diferença de pressão entre dois pontos, movimentando-se de um ponto de alto potencial para outro, de baixo potencial.
Condutividade Hidráulica	Para as águas superficiais, a velocidade do movimento é diretamente proporcional à inclinação da superfície. Além desta, o fluxo de águas subterrâneas também é determinado pela permeabilidade do subsolo e pela viscosidade da água. A condutividade hidráulica é uma característica intrínseca do material e expressa à capacidade de transmissão do fluxo de água.

Quadro 2 - Fatores que Influenciam na Movimentação da Água no Subsolo.

Fonte: KARMANN (2003).

2.4 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA EM POÇOS SUBTERRANEOS

De acordo com Mota (2005) várias são as possibilidades de uso das águas subterrâneas. Nesse sentido, faz-se necessária a caracterização da fonte subterrânea para sua correta utilização, levando em consideração os fatores elencados a seguir.

2.4.1 Localização

As águas superficiais correm por caminhos irregulares e, para utilizá-las, é necessária a construção de obras de contenção. Já as águas subterrâneas ocorrem em áreas extensas. Isso reduz a necessidade de distribuição até locais mais distantes, visto que cada local de captação pode acessá-la independentemente de um sistema interligado na superfície (PALUDO, 2010).

2.4.2 Variabilidade e Disponibilidade

O armazenamento das águas subterrâneas é feito no próprio aquífero, e, por isso, elas não sofrem evaporação direta. Os estoques de água não apresentam, então, grande variabilidade sazonal e anual, como ocorre com as águas de superfície (CAPUCCI et al, 2001).

A disponibilidade das águas subterrâneas também não é afetada por influências climáticas negativas, como, por exemplo, prolongados períodos de estiagem, e, dessa forma, é um importante recurso para ser utilizado em períodos de seca (KARMANN, 2003).

2.4.3 Qualidade da Água

As águas subterrâneas são menos vulneráveis às contaminações físicas, químicas e biológicas provenientes das atividades humanas, porém, se estas ocorrerem, o tratamento é muito mais difícil e oneroso em relação às águas superficiais (ROSS, 2012).

2.4.4 Instabilidade do Terreno

É muito importante conhecer a estrutura mineralógica dos aquíferos, uma vez que o bombeamento de águas subterrâneas para a superfície pode ocasionar o rebaixamento do nível dos solos (PALUDO, 2010).

2.4.5 Aspectos Legais e Institucionais

São raros os documentos legais que limitam ou que regulam a exploração de águas subterrâneas e, quando estes existem, carecem de atualidade e aplicabilidade. Mesmo assim, as águas subterrâneas devem ser vistas como instrumento de proteção aos recursos naturais tanto pelo presente, quanto pelas futuras gerações (ANA, 2005).

2.5 QUALIDADE, POTABILIDADE, DADOS E PARÂMETROS, FONTES DE CONTAMINAÇÃO E LEGISLAÇÃO SOBRE ÁGUAS

Muitos aspectos têm influenciado na grande procura pelas águas subterrâneas dentre eles estão: a crescente atividade econômica, expansão urbana, industrial, serviços utilizados por ambas e agropecuária. Estes aspectos têm levado ao conflito na busca pela água de qualidade, bem como a má utilização e o desflorestamento das matas ciliares que protegem as nascentes e dentre outros que podem provocar modificações na qualidade da água podendo causar comprometimento temporário ou até mesmo definitivo da exploração do manancial.

Segundo Tundisi (2003) a água nutre as florestas, mantêm a produção agrícola, assim como, a biodiversidade nos sistemas terrestres e aquáticos. Portanto, os recursos hídricos superficiais são recursos estratégicos para a vida do Planeta Terra.

Segundo Sperling (2005), a poluição das águas é a adição de substâncias ou de formas de energia que direta ou indiretamente, alteram a natureza do corpo hídrico, prejudicando os legítimos usos que dele são feitos. Pontieri *et al.* (2008) afirma que as alterações na quantidade, distribuição e qualidade dos recursos hídricos, ameaçam a sobrevivência humana e as demais espécies do planeta.

Desta maneira, os principais parâmetros que indicam poluição nos recursos hídricos são: Temperatura da água, Potencial hidrogeniônico, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido (TUCCI, 2004).

Alguns pontos que influenciam positivamente na potabilidade da água envolvem aspectos físicos, químicos e biológicos. Para o objeto de estudo em questão sendo eles poços rasos, perfurados no aquífero freático, podemos destacar

os parâmetros microbiológicos, especialmente, as bactérias heterotróficas e os coliformes.

Segundo Brasil (2011), na Portaria MS Nº 2.914 de 12/12/2011 art. 5º, esclarece sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano como também seu padrão de potabilidade. Nesta Portaria, são adotadas as seguintes definições expostas na tabela abaixo (QUADRO 3):

Qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade	
I - água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;	XI - cavalete: kit formado por tubos e conexões destinados à instalação do hidrômetro para realização da ligação de água;
II - água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde;	XII - interrupção: situação na qual o serviço de abastecimento de água é interrompido temporariamente, de forma programada ou emergencial, em razão da necessidade de se efetuar reparos, modificações ou melhorias no respectivo sistema;
III - padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido nesta Portaria;	XIII - intermitência: é a interrupção do serviço de abastecimento de água, sistemática ou não, que se repete ao longo de determinado período, com duração igual ou superior a seis horas em cada ocorrência;
IV - padrão organoléptico: conjunto de parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde;	XIV - integridade do sistema de distribuição: condição de operação e manutenção do sistema de distribuição (reservatório e rede) de água potável em que a qualidade da água produzida pelos processos de tratamento seja preservada até as ligações prediais;
V - água tratada: água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade;	XV - controle da qualidade da água para consumo humano: conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição.
VI - sistema de abastecimento de água para consumo humano: instalação composta por	XVI - vigilância da qualidade da água para consumo humano: conjunto de ações

<p>um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição;</p>	<p>adotadas regularmente pela autoridade de saúde pública para verificar o atendimento a esta Portaria, considerados os aspectos socioambientais e a realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana;</p>
<p>VII - solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano: modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição;</p>	<p>XVII - garantia da qualidade: procedimento de controle da qualidade para monitorar a validade dos ensaios realizados;</p>
<p>VIII - solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano: modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares;</p>	<p>XVIII - coleta: ação de coletar nova amostra de água para consumo humano no ponto de coleta que apresentou alteração em algum parâmetro analítico; e</p>
<p>IX - rede de distribuição: parte do sistema de abastecimento formada por tubulações e seus acessórios, destinados a distribuir água potável, até as ligações prediais;</p>	<p>XIX - passagem de fronteira terrestre: local para entrada ou saída internacional de viajantes, bagagens, cargas, contêineres, veículos rodoviários e encomendas postais.</p>
<p>X - ligações prediais: conjunto de tubulações e peças especiais, situado entre a rede de distribuição de água e o cavalete, este incluído;</p>	

Quadro 3 - Qualidade da Água Para Consumo Humano e Seu Padrão de Potabilidade.
Fonte: Brasil (2011).

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

Avaliar as condições da água dos poços subterrâneos no município de Porto Nacional - TO e regiões circunvizinhas, sendo elas: Monte do Carmo, Silvanópolis e Brejinho de Nazaré.

3.2 ESPECÍFICOS

- Analisar a qualidade das águas subterrâneas dos municípios supracitados;
- Demonstrar por meio de análises como a qualidade da água pode afetar a vida dos usuários dos poços subterrâneos;
- Apresentar sugestões para a realização no tratamento de desinfecção da água nas residências das cidades estudadas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Esta pesquisa foi realizada no município de Porto Nacional - TO e algumas regiões circunvizinhas, sendo elas: Monte do Carmo, Silvanópolis e Brejinho de Nazaré. O município de Porto Nacional – TO. A figura 2 apresenta o mapa de Porto que está localizado a exatamente 64 km da capital do estado, Palmas – TO.

Suas coordenadas geográficas são 10°42'28" Sul e 48°25'01" Oeste, tem uma área total de 4 449, 917 km², densidade demográfica de 11,04 hab/km². Sua população estimada no ano de 2016 foi de 52.510 habitantes (IBGE, 2016).

Porto Nacional é conhecida como a "Capital do Agronegócio", sendo notável pelo potencial agropecuário, possui um clima tropical, e seu bioma é destaca-se como vegetação do cerrado. Pertence à bacia hidrográfica do rio Tocantins na sua porção ocidental e possui relevo plano, estando a uma altitude de 212 metros (<http://www.map-gps-coordinates.com>).



Figura 2 - Localização do Município de Porto Nacional.
Fonte: <http://www.map-gps-coordinates.com>

A área de estudo foi definida através do interesse em saber como está a qualidade da água utilizada na cidade de Porto Nacional – TO e regiões circunvizinhas, visto que o cenário mundial no quesito água está precário. Após isso identificamos nas cidades escolhidas, alguns pontos principais que utilizam poços para captar água subterrânea para o devido abastecimento, e onde a população se utiliza deste meio também para abastecimento e é feito por meio de água subterrânea captada de tais poços.

O quadro 4 classifica os respectivos poços:

Poços	Classificação
Monte do Carmo-TO (P1)	poço semi-artesiano
Silvanópolis-TO (P2)	poço semi-artesiano
Brejinho de Nazaré-TO (P3)	poço escavado/raso/cacimba
Porto Nacional-TO (P4)	poço semi-artesiano

Quadro 4 - Classificação dos Poços Analisado.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

4.2 COLETA E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas em dois dias distintos, divididas em três etapas, a primeira etapa foi executada no dia 10/04/2017 no período da tarde na cidade de Porto Nacional, a segunda etapa foi executada no dia 11/04/2017 no período da manhã nas cidades de Monte do Carmo e Silvanópolis e a terceira e última etapa foi realizada também no dia 11/04/2017 no período da tarde na cidade de Brejinho de Nazaré.

Das amostras coletadas foram realizadas as análises físicos, químicos e microbiológicos. Dentre os parâmetros físicos e químicos analisados estão: *pH*, condutividade elétrica, turbidez e temperatura, e dentre as análises microbiológicas estão os parâmetros de: Coliformes Totais e *Escherichia Coli*.

Tais parâmetros foram escolhidos para saber como se encontra a qualidade da água subterrânea que é utilizada para consumo humano e outros fins específicos.

Os poços que foram coletadas as amostras de Porto Nacional, Monte do Carmo e Silvanópolis são do tipo semi-artesiano e na cidade de Brejinho de Nazaré o poço do tipo cacimba/escavado/raso.

Para a coleta da água foram utilizadas luvas de procedimentos. As amostras foram coletadas em recipientes plásticos de 2 Litros, para análise dos parâmetros físicos e químicos e recipientes de vidro de 100 mL estéreis para as análises microbiológicas.

As amostras dos recipientes de vidro de 100 mL estéreis, foram acondicionadas em caixa térmica com gelo e as amostras nos recipientes plásticos de 2L em temperatura ambiente, foram transportadas até o laboratório da IFTO de Porto Nacional – TO, para análises de parâmetros físicos e químicos e microbiológicos.

As amostras foram coletadas e conservadas até o momento das análises, utilizando metodologia do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005).

O primeiro ensaio foi realizado com parte da amostra do recipiente de 2 litros, para identificar a turbidez. Foi feito com aparelho específico chamado turbidímetro, onde é colocada água em um frasco de vidro transparente e o aparelho emite feixes de luz que passa pelo frasco e o aparelho dentro de alguns minutos faz a leitura da turbidez identificada.

Após foi feita a análise dos termotolerantes, através do ensaio bacteriológico. Para quantificar coliformes e/ou *E. coli* foram utilizadas cartelas plásticas (aluminizadas, estéreis e descartáveis) denominadas de placas Quanti-Tray™ 2000 (tray). A mostra é colocada em recipiente de 100ml com adição da enzima e inoculada a 35° antes da leitura por 24 horas. A leitura foi realizada com o auxílio de uma lâmpada ultravioleta. O NMP na amostra é determinado através de uma tabela (relação das cavidades grandes e pequenas com o NMP de coliformes e *E. coli*.) fornecida pela IDEXX (IDEXX, 2011).

Vários métodos podem ser utilizados na identificação microbiológica. Neste trabalho, optou-se por escolher o método Colilert, levando-se em consideração aspectos como viabilidade econômica, estrutura física dos laboratórios e rapidez nos resultados.

O próximo ensaio realizado foi determinação do pH, foi utilizada a amostra do recipiente de 2 litros. Neste ensaio o aparelho de medição conhecido por pHmetro é calibrado com solução tampão 4 e 7, para que após isso seja colocada a amostra e feita a leitura.

Foi realizado o ensaio de condutividade elétrica, utilizando a água do recipiente de 2 litros, como no ensaio de pH, com o aparelho conhecido por condutivímetro que é calibrado da mesma forma do aparelho utilizado para medição do pH, com solução tampão 4 e 7 e após isso é colocada a amostra para que seja feita a leitura.

E por fim foi realizado o ensaio para detecção da temperatura, que nos ensaios variou pouco, devido os pontos de coletas estarem na mesma região que são de mesmo clima. Foi utilizado o termômetro digital e a amostra do recipiente de 2 litros.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Destaca – se que as atividades realizadas em campo, permitiram identificar, basicamente, dois sistemas de captação de água subterrânea nas regiões circunvizinhas do município de Porto Nacional – TO. O primeiro sistema é mais simples e capta água do lençol freático a pouca profundidade. Sendo conhecidos como poços escavados/rasos popularmente conhecidos como cacimbas e precisam de bombeamento para a captação.

O sistema de poços cacimba é pouco utilizado. Das cidades analisadas somente Brejinho de Nazaré utiliza-se do mesmo. As demais cidades Porto Nacional, Silvanópolis e Monte do Carmo utilizam um sistema que é composto por poços tubulares, que podem conter bombas quando existe a incapacidade de jorrar água até a superfície para captação de água, classificados como poços semi – artesianos. Esse sistema é mais complexo e capta água em grandes profundidades. Ou sem bombas quando a água tem pressão suficiente e jorra água até a superfície. Classificados como poços artesianos. Esse sistema é menos complexo e capta água em pequenas profundidades.

Segundo Pesquisadores da Faculdade de Ciências Humanas da Universidade Católica Portuguesa (2005), a obtenção de água pelo processo de escavação de poços, sejam eles rasos do tipo cacimba como o do encontrado na cidade de Brejinho de Nazaré ou profundos como os semi-artesiano encontrados nas demais cidades, que são construídos por este processo, é mais frequente em zonas rurais e suburbanas, principalmente quando não servidas pelo sistema público. E os poços podem classificar-se em poços vulgares, escavados manualmente; poços escavados mecanicamente, com escavadora ou através de injeção de água, e; poços perfurados, que podem subdividir-se em poços tubulares e furos. Enquanto que os poços vulgares e escavados mecanicamente são geralmente "rasos". Os poços perfurados podem ser "rasos" (tubulares) ou "profundos" (furos).

5.1 RESULTADOS DAS ANÁLISES LABORATORIAIS

De acordo com os parâmetros estabelecidos pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde foi realizado análises de amostras de água subterrânea

coletadas nos municípios: Monte do Carmo (P1), Silvanópolis (P2), Brejinho de Nazaré (P3) e Porto Nacional (P4).

Foi identificado valores de parâmetros insatisfatórios para o ponto: P3 coletado no município de Brejinho de Nazaré. Determinando assim que a qualidade e potabilidade da água subterrânea deste ponto está inadequada, pois apresenta poluição por coliformes e pela bactéria *Escherichia Coli* (QUADRO 5).

Parâmetros	11/04/2017			10/04/2017
	Manhã		Tarde	Manhã
	P1	P2	P3	P4
pH	7,73	7,22	6,7	7,47
Temperatura (in locu)	29,2°	31,4°	29,9°	30,0°
Condutividade Elétrica (µS/cm)	117,2 µS/cm	101,3 µS/cm	94,1 µS/cm	4,14 µS/cm
Turbidez (NTU)	0,96 NTU	0,51 NTU	0,29 NTU	2,17 NTU
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Presente	Ausente	Presente	Ausente
Escherichia Coli (NMP/100mL)	66,8	5,1	80,3	8,5

Quadro 5 - Resultados das Análises Laboratoriais.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Analisamos os parâmetros nos pontos dos municípios Brejinho de Nazaré e Porto Nacional, onde observamos que no poço do município de Brejinho de Nazaré os resultados foram insatisfatórios mostrando a presença de poluição por coliformes e pela bactéria *Escherichia Coli*, já na análise dos parâmetros do poço do município de Porto Nacional, os resultados foram satisfatórios mostrando a ausência de poluição por coliformes e pela bactéria *Escherichia Coli*. No ensaio leva se em consideração a contagem a olho nu, se ocorrer a presença de coloração amarela na solução, o teste é positivo para coliformes totais e, para coliformes fecais se

apresentar coloração azul. O teste é negativo com ausência de coloração. Os resultados foram expressos de acordo com a tabela NMP (Número Mais Provável em 100 mL de água), onde uma cúpula positiva equivale a uma bactéria em 100 mL de água (ALVES; ODORIZZI; GOULART, 2002).

Após isso comparamos com os parâmetros estabelecidos pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, e observamos que os valores dos parâmetros satisfazem os limites permitidos que estão na contagem de 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros, estabelecidos pela portaria. Como indicado na (QUADRO 6).

Parâmetros	11/04/2017	10/04/2017
	Tarde	Manhã
	P3	P4
pH	6,7	7,47
Temperatura (in locu)	29,9°	30,0°
Condutividade Elétrica ($\mu\text{S/cm}$)	94,1 $\mu\text{S/cm}$	4,14 $\mu\text{S/cm}$
Turbidez (NTU)	0,29 NTU	2,17
Coliformes Totais (NMP/100mL)	Presente	Ausente
Escherichia Coli (NMP/100mL)	80,3	8,5

Quadro 6 - Resultados das Análises Laboratoriais.
Fonte: Elaboração Própria (2016).

5.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após o levantamento dos resultados foi possível observar que o que se destaca com melhor qualidade de água para consumo humano é o município de Porto Nacional – TO, dos municípios analisados.

Estando dos 100% das amostras somente 25% com presença de poluição da água subterrânea, localizada no município de Brejinho de Nazaré, município com poço escavado/raso do tipo cacimba, apontando índice de poluição da água subterrânea por coliformes totais e *Escherichia Coli*, que indica que a esta não está apropriada para consumo e que deve passar por um processo de tratamento para finalmente ser consumida.

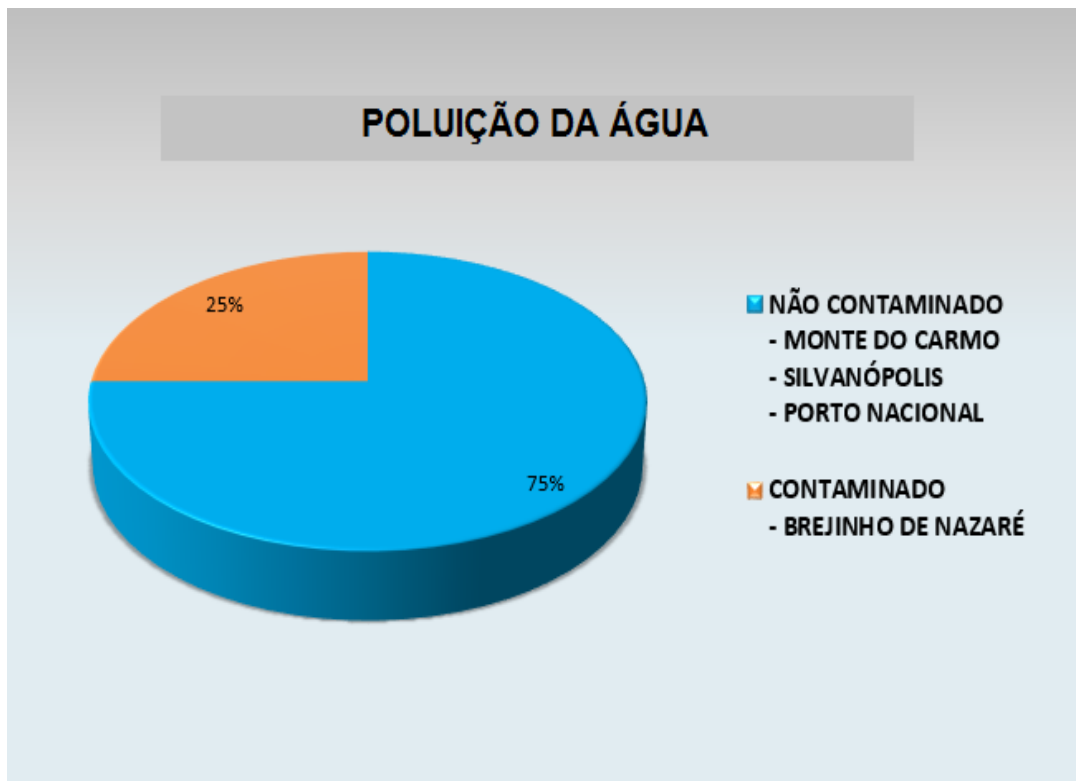


Gráfico 1 - Percentual de Poluição dos municípios analisados.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Analisando tal gráfico pode-se notar que o mesmo 25% da parcela analisada estando poluída os 75% restante dos municípios analisados dentre eles estão Monte do Carmo, Silvanópolis e destacaram-se como os de melhor qualidade o do município de Porto Nacional – TO, apresentaram ausência de poluição da água subterrânea, possuindo assim um padrão de qualidade satisfatório para consumo, todos eles com poço semi – artesiano.

5.2.1 Coliformes Termotolerantes Totais e *Escherichia Coli*

O parâmetro indicador microbiológico de potabilidade são os coliformes fecais, regido pela resolução CONAMA 274/00.

A *Escherichia coli* é uma espécie de bactéria abundante nas fezes humanas e de animais, tendo, somente, sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente. Destaca-se ainda que dentre os coliformes, esta é a única bactéria que seguramente provém de fezes humanas ou de animais, pois apresenta como hábitat natural o trato intestinal do homem e dos outros animais de sangue quente (SILVA et al., 2000).

As águas subterrâneas possuem um pequeno risco de poluição por bactérias, ou seja, são menos susceptíveis a poluição, comparando-se com o maior risco e contato na atmosfera com os agentes poluentes.

Para verificar a qualidade da água para consumo humano, a portaria nº 2914/2011, estabelece uma determinação de presença de coliformes totais e termotolerantes (*E. coli*) e contagem de bactérias heterotróficas, levando em consideração que a contagem padrão de bactérias heterotróficas não deve exceder a 500 Unidades Formadoras de Colônia (UFC/ML).

Pudemos observar que neste estudo, houve a presença de coliformes totais e *Escherichia Coli* em algumas amostras avaliadas, com contagem variando entre 5,1 e 0,3, excedente ao que preconiza a portaria, o que compromete a potabilidade da água, que exige que seja ausente a cada 100 ml, com contagem dentro do padrão somente para os municípios de Silvanópolis e Porto Nacional.

Em 90% dos municípios onde foram coletadas as amostras de água subterrânea observou a falta de esgotamento sanitário.

A presença de coliformes e *Escherichia Coli* nas águas analisadas pode ser explicada pelas más condições de construção dos poços e pela proximidade de fossas sépticas.

Existem, basicamente, dois tipos de poluição da água subterrânea, a pontual e a difusa. A primeira refere-se à contaminação com aterros sanitários, lixões, acidentes ambientais e deposição de efluentes industriais, mais fáceis de serem localizados. Na contaminação de maneira difusa, pode ser citado o saneamento urbano sem rede de esgoto e atividades relacionadas com o cultivo dos solos (BRAILE, 1971).

No município de Brejinho de Nazaré, existe um lava-jato que é abastecido pelo poço e uma criação de galinhas nas proximidades e através das fezes desses

animais, observou-se a poluição do solo e provavelmente através da infiltração da água da chuva a poluição do lençol freático. Os municípios analisados são de pequeno porte e, portanto, não tem tratamento sanitário básico, são municípios cercados pelo meio rural, fazendas. O que seria uma hipótese levantada em busca de motivos de tal poluição.

Um fator preocupante no meio rural é a falta de saneamento básico que gera constante lançamento de poluentes no meio ambiente (RHEINHEIMER et al, 2003). Essa preocupação tem mobilizado muitos estudiosos para monitorar e diagnosticar os problemas e buscar alternativas que possam minimizar a contaminação das águas doces.

De acordo com MMA, (2011) todo descarte de resíduos provenientes das atividades industriais, comerciais ou domésticas em depósitos a céu aberto, conhecidos como lixões. Nessas áreas, a água de chuva e o líquido resultante do processo de degradação dos resíduos orgânicos conhecido como chorume, tendem a se infiltrar no solo, carreando substâncias potencialmente poluidoras, metais pesados e organismos patogênicos que além de contaminar o solo e as águas subterrâneas, também provocam doenças.

Pôde-se observar que uma residência é abastecida pela água subterrânea do poço poluído, utiliza – se a água subterrânea para consumo humano e para usos diversos, como, por exemplo, lavagem de veículos, limpeza e para irrigação de hortaliças.

A utilização de água de má qualidade na irrigação pode influenciar a salubridade das hortaliças, principalmente em relação à presença de coliformes.

As águas destinadas à irrigação são fontes potenciais de contaminação para o vegetal que será irrigado, quando comportam grande quantidade de microrganismos como coliformes de origem fecal, aeromonas, salmonelas, parasitas intestinais e outros (SOUTO, 2005).

Águas subterrâneas, superficiais ou residuais podem ser fontes de contaminação dos produtos irrigados. Resultados de vários estudos realizados confirmam que nem toda a água é boa para a irrigação, e que existe uma necessidade crescente de análises microbiológicas das águas utilizadas para este fim (KOLGUJEV; RAICEVIC, 2010).

Explica-se a presença de pontos com baixos valores ou ausência de *Escherichia Coli*, devido a uma maior preservação dos poços, ou porque são poços

do tipo semi artesianos, os quais são mais protegidos em relação aos poços cacimbas que ficam com sua água exposta por serem mais rasos.

A espécie *Escherichia Coli* está relacionada à presença de fezes, o que sugere a presença de esgoto ou fossas sépticas próximas aos poços. Embora as cepas não serem totalmente patogênicas, a sorotipo O157:H7 produz toxina que pode levar a severos danos a mucosa intestinal, provocando hemorragia e em alguns casos, a morte (BRASIL, 2006; RAMOS *et al.*, 2008).

O grau de contaminação fecal da água e de alimentos é avaliado preferencialmente pela contagem de coliformes fecais, atualmente conhecidos como coliformes termotolerantes (MARQUELLI; SILVA, 1998).

Como se trata de um indicador fecal existe a possibilidade da presença de vírus, protozoários, e ovos de helmintos, que não foram analisados no presente trabalho, mas que é um ponto crucial quando se trata de análise de água para o consumo humano e é projeto a ser desenvolvido futuramente.

A presença de coliformes totais e *Escherichia Coli* na amostra analisada da cidade de Brejinho de Nazaré indica que a qualidade microbiológica da água subterrânea do município que estava em estudo, é imprópria para consumo humano e até mesmo para a dessedentação de animais e irrigação.

5.2.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)

A análise do Potencial de Hidrogênio conhecido como pH da água é importante para que haja controle de sua acidez. A acidez da água influi no processo de seu tratamento e contribui para a corrosão das estruturas das instalações hidráulicas e do sistema de distribuição. O valor do pH é o logaritmo decimal negativo do valor da atividade de íons de hidrogênio, indicado em mol/L e pH é a abreviação de “Potentia hydrogenil”, a força do hidrogênio (ZUMACH, 2003).

O pH das águas subterrâneas varia geralmente entre 5,5 e 8,5. Os principais fatores que determinam o pH da água são o gás carbônico dissolvido e a alcalinidade (ANA 2010).

De acordo com a legislação vigente que rege a qualidade da água para consumo, a portaria 2914 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde determina que os valores máximos de pH devam estar entre 6,0 a 9,5.

A água subterrânea amostrada apresentou variação de pH de 6,70 a 7,73 (GRÁFICO 3).

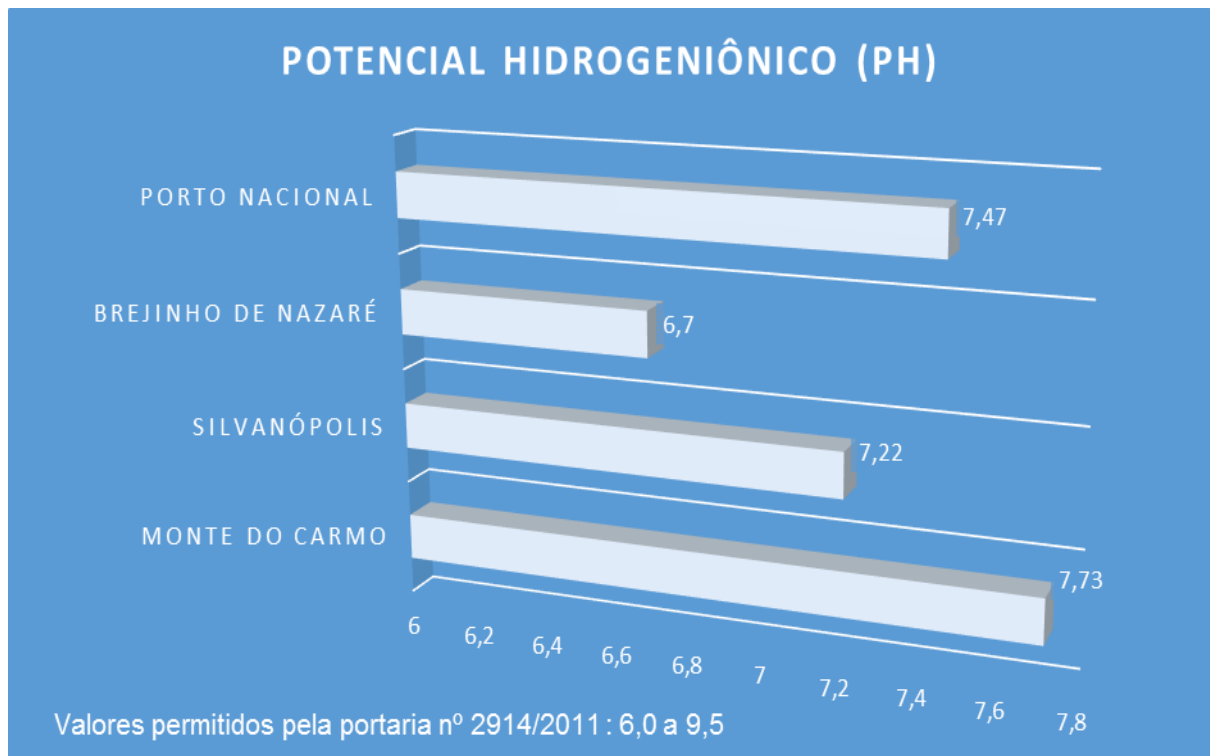


Gráfico 2 - Valores de Potencial Hidrogeniônico (pH).
Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Todos os municípios mostraram pH dentro do padrão recomendado entre 6,0 e 9,5, de acordo com o que preconiza a portaria nº 2914/2011, os valores de pH podem ser influenciados pela presença de vários fatores, tais como concentrações de CO₂, oxidação da matéria orgânica, temperatura da água, entre outros.

Segundo Sperling (2005) outros fatores que podem influenciar os valores de pH da água são os despejos domésticos e industriais, através da oxidação da matéria orgânica e despejo de químicos.

Como todas as amostras mostraram que seu pH está dentro da faixa recomendada, os indivíduos que consomem esta água, exceto os da amostra do município de Brejinho de Nazaré, está consumindo água potável em relação a este parâmetro, portanto não colocando em risco à saúde humana.

5.2.3 Condutividade Elétrica

É um parâmetro diretamente relacionado com a quantidade de íons dissolvidos na água. Os íons são levados para um corpo d'água através das águas pluviais ou do despejo de esgotos contaminados, por exemplo, com íons de cloro oriundos de substâncias como água sanitária (ZUMACH, 2003). A Portaria 2914/2011 e a Resolução do CONAMA 357/2005 não apresentam VMP para avaliar condutividade.

Os valores para o parâmetro condutividade elétrica variou entre 4,14 a 117,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$. O parâmetro de condutividade elétrica, especificamente, não indica padrão de potabilidade, mas sugere alterações ambientais em águas superficiais e subterrâneas.

A Portaria MS 2914/11 não faz referências diretas para este parâmetro. Porém, segundo Chapman e Kimstach (1998, apud Kemerich, 2008) a condutividade elétrica em águas doces varia de 10 a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, portanto o valor obtido das análises está dentro do padrão.

Oliveira, Morais e Serzedelo (2000, apud Kemerich, 2008) reforçam que a condutividade elétrica é um indicador da presença de material orgânico recente introduzido no corpo de água. Quando a condutividade for igual ou maior do que 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, as águas estão salobras ou podem estar poluídas.

5.2.4 Turbidez

A turbidez é a característica da água, motivada pela presença de partículas em estado coloidal, em suspensão, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, plâncton e outros organismos microscópicos. Expressa a interferência à passagem de luz, através do líquido (BRASIL, MS, 2006).

Considerando a Resolução nº 357 do CONAMA (2005), o valor de padrão para qualidade da água é de 40 UNT - Unidade Nefelométrica de Turbidez.

A Turbidez em excesso afeta a qualidade estética da água e também a qualidade sanitária, pois alguns vírus e bactérias podem se alojar nas partículas em suspensão se protegendo da ação desinfetante do cloro utilizada na desinfecção da água (GUARIROBA, 1995).

A turbidez é medida através do turbidímetro, comparando-se o espalhamento de um feixe de luz ao passar pela amostra com o espalhamento de

um feixe de igual intensidade ao passar por uma suspensão padrão (SANTOS, 1997).

Os valores para o parâmetro turbidez variou entre 0,29 a 2,17, estando então dentro do padrão todas as amostras analisadas (GRÁFICO 4).

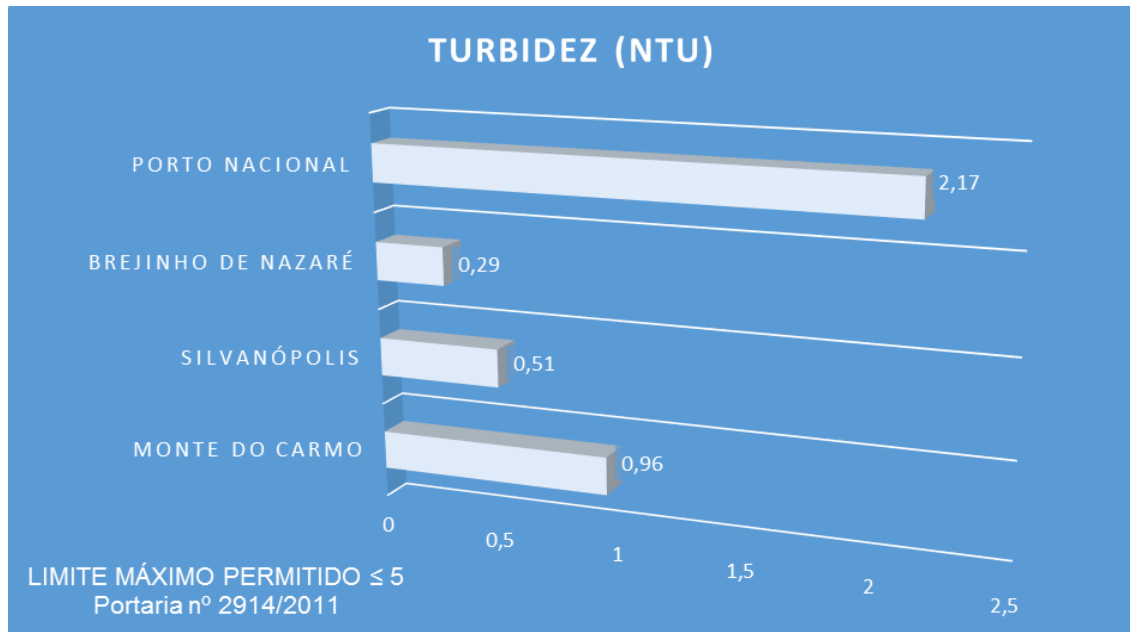


Gráfico 3 - Valores de Turbidez (NTU).

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Considerando todas as referências que falam a respeito do parâmetro de turbidez da água, pôde-se observar através das análises realizadas e do exposto acima no gráfico 4 que todas as águas analisadas estão dentro do padrão estabelecido pela norma que rege.

A turbidez é um parâmetro que mede a transparência da água de aspecto estético de aceitação ou rejeição do produto, e o valor máximo permitido de turbidez na água distribuída é de 5,0 NTU (unidades nefelométricas de turbidez). Vale salientar que, geralmente, as águas subterrâneas têm baixos valores de turbidez, devido ao efeito filtro do solo (FEITOSA e MANOEL FILHO, 2011; OBIEFUNA e SHERIFF, 2011; BRASIL, 2011).

5.2.5 Temperatura

As águas subterrâneas possuem uma pequena grandeza térmica, ou seja, sua temperatura não é motivada pelas mudanças da temperatura atmosférica.

Nas análises coletadas e executadas, observou-se que a temperatura das amostras não variou muito de uma para a outra e apresentaram uma temperatura normal e compatível com a temperatura ambiente do local de coleta.

A portaria 2914 de dezembro de 2011 Ministério da Saúde não estabelece valor para esse parâmetro indicando padrão de potabilidade.

Variações de temperatura são parte do regime climático normal e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, vazão e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e usinas termoelétricas (CETESB, 2009).

A variação encontrada pode ser justificada pelas diferentes profundidades dos poços, pois, em aquíferos freáticos, poços mais profundos tendem a apresentar temperatura menor em relação a poços menos profundos (FEITOSA e MANOEL FILHO, 2000)

Em relação aos locais onde foram realizadas as coletas, pode-se buscar justificativa de pequenas variações na temperatura da água coletada, levando em consideração as diferentes profundidades dos poços, em razão de que, em aquíferos freáticos, os poços que possuem maior profundidade tendem a apresentar uma menor temperatura em relação aos poços mais rasos do tipo cacimba.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo geral avaliar as condições de uso da água dos poços subterrâneos no município de Porto Nacional - TO e regiões circunvizinhas a mesma, sendo eles: Monte do Carmo, Silvanópolis e Brejinho de Nazaré.

Desta maneira, ao finalizar a pesquisa, conclui-se que o município de Brejinho de Nazaré, que totaliza 25% da área estudada, foi o único que apresentou poluição tornando a água imprópria para o consumo humano, sendo que, dos outros 75% restantes apenas o município de Porto Nacional apresenta padrão de potabilidade considerada ótimo para o consumo humano, estando o padrão de potabilidade dessa região e das demais regiões pesquisadas dentro do que é preconizado pela Portaria 2914 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, ou seja, a pesquisa indica que a água subterrânea pode ser usada para consumo humano, dessedentação de animais, irrigação de hortaliças e plantas, piscicultura, lazer e uso em geral.

Quanto a este objetivo, o mesmo foi atingido ao verificar que o município de Brejinho de Nazaré, apresentou índice de poluição por Coliformes Totais e *Escherichia Coli*. Nenhum dos outros municípios apresentaram valores de pH e turbidez fora do valor estabelecido pela portaria 2914 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde.

A água subterrânea passa por uma filtração no próprio solo, que remove a maioria dos microrganismos. Por essa razão, as águas de fontes e poços profundos normalmente são de boa qualidade quando comparadas às águas superficiais. Os processos mais importantes para a depuração das águas subterrâneas são a filtração mecânica, a aeração e a adsorção. A sobrevivência e retenção dos microrganismos são dependentes do tipo de solo em que se encontra a fonte de contaminação.

Observou-se após a pesquisa das áreas estudadas dos municípios, somente Porto Nacional – TO, possui 83% de rede de esgotamento sanitário.

Apresentar sugestões para a realização no tratamento de desinfecção da água nas residências das cidades estudadas, foi outro objetivo desta pesquisa, onde verificou-se que a melhor conduta a ser tomada seria a construção de uma rede de esgotamento sanitário nas demais regiões, e também a implantação de sistemas de

tratamento individual de efluentes como o sistema de zona de raízes ou conjunto de fossa, filtro biológico e sumidouro são alternativas que buscam a autonomia da comunidade na gestão de seus efluentes. Contudo, para que seja eficiente, o sistema precisa de alguns cuidados e manutenção.

Foi observado também que na cidade de Brejinho de Nazaré, onde se encontra a poluição evidente, o ponto de coleta é localizado próximo a um: lava jato, uma horta e um criatório de galinhas, onde o poço é do tipo cacimba/escavado/raso. Vale enfatizar que os poços deste tipo são susceptíveis a poluição maior do que os poços de grande profundidade.

Diante do exposto, a qualidade da água pode afetar a vida dos usuários dos poços subterrâneos oferecendo risco a saúde da população que utiliza, uma vez que estando em um elevado percentual de poluição e em desacordo com a legislação vigente, não apresenta condições de potabilidade, portanto, capaz de transmitir enfermidades de veiculação hídrica.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. Disponibilidades e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil. **Estudo Técnico Preliminar, 2005.**

ANA. Atlas Brasil. **Abastecimento Urbano de Água.** Brasília: ANA, 2010. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **APHA.** American Water Works Association, Water Pollution Control Federation – **Standard methods for the examination of water and wastewater.** New York, 20a Ed. 2005, 1268 p.

BRAILE, P. M. **Despejos industriais.** São Paulo: Livraria Freitas Bastos, 1971. 231p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Inspeção sanitária em abastecimento de água.** Série A: normas e manuais técnicos. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria MS nº 2914,** de 12/12/2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** 2011.

CAMPO GRANDE. **Decreto nº 7.183, de 21 de setembro de 1995.** Institui a Área de Preservação Permanente do Córrego Guarairoba. Campo Grande, 1995.

CAPUCCI, E; MARTINS, E.A.M; MANSUR, K.L; MONSORES, A. L.M. **Poços tubulares e outras captações de água subterrânea.** DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS DRM – RJ. Projeto PLANÁGUA SEMADS/GTZ de Cooperação Técnica Brasil – Alemanha. 2001.
http://www.agrolink.com.br/downloads/Livro_Po%C3%A7os-Tubulares-e-Outras-C3%B5es-de-%C3%81guas-Subterr%C3%A2neas-%C3%A1rios_SEMADS-RJ.pdf.

CETESB (São Paulo). **Proposta para monitoramento da qualidade das águas subterrâneas: bacia sedimentar de Taubaté.** São Paulo, 2009. s.d. 30 p.

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. **Selection of water quality variables.** In: CHAPMAN, D. **Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring.** 2. ed., Cambridge: UNESCO/WHO/UNEP, 1998, p. 59-126

FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS DA UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA, BRAGA. **Enfermagem em Saúde Comunitária III.** Portal de Saúde Pública, 2005. Disponível em:
http://www.saudepublica.web.pt/06-saudeambiental/061-Aguas/AbastecimAgua_texto.htm#Ciclo_da_%C3%81gua_.

FEITOSA, F. A. C.; FILHO, J. M. (Orgs.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Fortaleza: CPRM/LABHID-UFPE, 1997.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. Fortaleza: CPRM, LABHID - UFPE, ed. 2, 391 p., 2000.

GRIPPI, S. **Lixo: reciclagem e sua história**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 2006. 164 p.

<http://www.map-gps-coordinates.com/mapa-com-coordenadas-gps.html?q=porto-nacional-tocantins#!gps-coordenadas-porto-nacional-brasil>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE** - Diretoria de Pesquisas - DPE - Coordenação de População e Indicadores Sociais – COPIS 2015. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/232XL>>.

KARMANN, I. 2003. **Ciclo da Água**. In: TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLI, F. (Organizadores). **Decifrando a Terra**. 1ª edição. São Paulo. Oficina de textos, 2003. Cap. 7, p. 114 – 138.

KEMERICH, P. D. C. **Água subterrânea e a saúde da comunidade em Bairro de Santa Maria- RS. 2008**. 108f. Dissertação (Mestrado Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

MANZIONE, R. L. **Águas subterrâneas: princípios e práticas sob uma visão multidisciplinar**. São Paulo: Paco Editorial, 388 p., 1 ed., 2015.

MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE. (2011). **Programa de Águas Subterrâneas**. Brasília: MMA.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos** . 2. ed. rev. atualizada. Rio de Janeiro: ABES, 2005. cap. 1: Usos múltiplos dos recursos hídricos, p. 14.

OLIVEIRA, K. W. de; MORAIS, P. B. de; SERZEDELO, J. L. **Qualidade e conservação da água, o paradigma de um futuro imediato**. In: Anais Congresso interamericano de engenharia 102 sanitária e ambiental. Porto Alegre: ABES, 2000. 9p. (CD-Rom).

PALUDO, Diego. **Qualidade da água nos poços artesianos do município de Santa Clarado sul. Lageado**. 2010. Centro universitário UNIVATES Curso de química industrial <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/458/3/DiegoPaludo.pdf>.

PONTIERI, M. H.; RODRIGUES JUNIOR, P. C.; COVAS, V. D. S.; PELIZER, L. H. **Avaliação Preliminar da Qualidade da água do Córrego Capão do Embirá – Franca (SP)**. Revista Saúde e Ambiente / Health and Environment Journal, v. 9, n. 2, dez. 2008.

RAMOS; D.M.G.; MACHADO, H.F.; VALMIR, L.S.; GUERRA, A.F.; FERNANDES, M.M.; GASPAR, A. **Qualidade microbiológica da água consumida pela**

população do Distrito do Sana – Macaé – Rio de Janeiro. Rev. Inst. Adolfo Lutz, v. 67, n. 2, p. 100- 105, 2008.

REBOUÇAS, A., GALÍZIA TUNDISI J. e BRAGA, B. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, USP, 2005.

RESENDE, Álvaro Vilela de. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato.** Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2002. 29p.

RHEINHEIMER, D.S.; GONÇALVES, C.S.; PELLEGRINI, J.B.R. **Impacto das atividades agropecuárias na qualidade da água.** *Ciência & Ambiente.* 27:85-96. 2003.

ROSS, D. A. **Introdução a Oceanografia.** New Jersey: Prentice-Hall, 2012.

SANTOS, A.C. **Noções de Hidroquímica.** In: Hidrologia: Conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM/LABHID-UFPE, 1997.

SOUTO, R. A. de. **Avaliação sanitária da água de irrigação e de alfaces (Lactuca sativa L.) produzidas no município de Lagoa Seca, Paraíba.** Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Areia. 70 p., 2005

SPERLING, M. V. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA; Universidade Federal de Minas Gerais, 2 ed., Belo Horizonte, 1996.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA; Universidade Federal de Minas Gerais, v.1. 3.ed. 2005.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** 3ª edição, Porto Alegre, Editora da UFRGS/ABRH, 2004.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos, Revista Interdisciplinar dos Centros e Núcleos da Unicamp.** São Paulo, out. 2003. Disponível em: <<http://multiciencia.unicamp.br/art03.htm>>

ZUMACH, R. **Enquadramento de curso de água: Rio Itajaí-Açu e seus principais afluentes em Blumenau,** Blumenau, SC, 2003. 133p. Dissertação (Mestrado em Eng. Ambiental). UFSC, Blumenau, SC. 2003.