



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL**  
**CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**  
**ÍTALA ZIMARIA DO NASCIMENTO MEDEIROS**

**POTABILIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO: ESTUDO DE  
CASO NA CIDADE DE POMBAL - PB.**

**POMBAL - PB**

**2013**

**ÍTALA ZIMARIA DO NASCIMENTO MEDEIROS**

**POTABILIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO: ESTUDO DE  
CASO NA CIDADE DE POMBAL - PB.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, como requisito para a integralização dos créditos do curso de graduação em Engenharia Ambiental.

Orientadora: ANDRÉA MARIA BRANDÃO MENDES DE OLIVEIRA

**POMBAL - PB**

**2013**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL  
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

MON M488p	<p>Medeiros, Ítala Zimaria do Nascimento. Potabilidade de água de abastecimento: estudo de caso da cidade de Pombal - PB / Ítala Zimaria do Nascimento Medeiros. – Pombal, 2013. 38 p.</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2013.</p> <p>"Orientação: Profa. Dra. Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira". Referências.</p> <p>1. Qualidade da água. 2. Potabilidade. I. Oliveira, Andréa Maria Brandão Mendes de. II. Título.</p>
UFCG/CCTA	CDU 628.1

ÍTALA ZIMARIA DO NASCIMENTO MEDEIROS

**POTABILIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO: ESTUDO DE  
CASO NA CIDADE DE POMBAL - PB.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao Curso de Engenharia Ambiental da  
Universidade Federal de Campina Grande –  
UFCG, como requisito para a integralização  
dos créditos do curso de graduação em  
Engenharia Ambiental.

Orientadora: ANDRÉA MARIA BRANDÃO  
MENDES DE OLIVEIRA

Aprovado em: 12 de setembro de 2013.

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. (ANDRÉA MARIA BRANDÃO MENDES DE OLIVEIRA) - UFCG  
(Orientadora)



---

Prof. Dr. VALMIR CRISTIANO MARQUES DE ARRUDA - UFRPE  
(Examinador Externo)



---

Prof. Dr. CAMILO ALLYSON SIMÕES DE FARIAS - UFCG  
(Examinador Interno)

***Dedico esta conquista aos meus pais, Esmo Bezerra e Francisca Zulmira que, aceitaram sem questionar, como seus, os meus sonhos. Sempre me incentivando, apoiando e sustentando-me em suas bases fortes de amor, carinho, proteção e luta. Nunca me deixando desistir. Esta vitória também é de vocês. Com amor.***

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar sempre minha vida com o seu amor, me dando muita força pra continuar nessa jornada, vencendo cada obstáculo e pelo dom da vida.

Aos meu pais, pela compreensão e apoio, ao seu amor incondicional em todos os momentos de alegrias e de fraqueza.

A minha orientadora e professora, Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira, que prontamente se dispôs a me ajudar na elaboração e desenvolvimento desse trabalho, agindo não só como orientadora, mas como grande amiga.

Ao professor Valmir Cristiano Marques de Arruda, pela sugestão do tema para pesquisar.

Aos meus colegas de turma 2007.2 e 2008.1 de Engenharia Ambiental, pela amizade e companheirismo. E aqueles que me auxiliarão na execução das análises, Adalberto, Aristodemo, Rosangela, Paloma e Wanessa.

Ao técnico do Laboratório de Análises de Água, Luiz Fernando de Oliveira Coelho pela ajudar na construção dos experimentos e por todo o ensinamento nesse tempo de convivência.

Aos professores da UACTA, pelo conhecimento passado durante todos os anos de curso.

E a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente e que porventura não mencionados saibam que palavras não podem refletir a totalidade de minha gratidão.

## RESUMO

A qualidade da água para consumo humano é uma questão extremamente importante e conforme a Organização Mundial da Saúde (OMS) constitui um dos principais assuntos de saúde pública. As características físicas, químicas, biológicas e radiológicas traduzem o grau de potabilidade da água. A Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde estabelece que a água produzida e distribuída para o consumo humano deve ser controlada. A Portaria define também a quantidade mínima, a frequência em que as amostras de água devem ser coletadas e os limites permitidos. Neste intuito, movido pelo desejo de responder a incredulidade popular local a respeito da qualidade da água distribuída, o presente trabalho analisou a qualidade da água de abastecimento, em termos de padrões de potabilidade, fornecida pelo sistema de tratamento da cidade de Pombal - PB, verificando se a mesma atende a legislação vigente. A pesquisa foi realizada durante o período de maio a julho de 2013 e foram analisados parâmetros físico-químico e microbiológico, dentre eles cor, turbidez, cloretos e coliformes. Os resultados demonstraram que apesar de terem ocorrido oscilações em alguns parâmetros a qualidade da água da cidade de Pombal encontra-se em conformidade com o exigido pelo Ministério da Saúde.

**Palavras-chave:** Qualidade da água, Potabilidade, Parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

## **ABSTRACT**

The quality of drinking water is an extremely important issue. And, according to the World Health Organization (WHO), is a major public health issues. The physical, chemical, biological and radiological reflect the degree of drinking water. Ordinance 2.914/11 Ministry of Health States that the water produced and distributed for human consumption must be controlled. The physical defines the minimum amount, the frequency at which the water samples should be collected and limits permitted. Moved by the desire to respond to local popular incredulity about the quality of water supplied this paper analyzed the quality of the water supply in terms of potability standards, provided by the treatment system of the city of Pombal - PB, checking that it meets current legislation. The survey was conducted during the period from May to July 2013 and were analyzed physico-chemical and microbiological testing, including color, turbidity, chlorides and coliforms. The results showed that despite of the fluctuations in some parameters the water quality of the city of Pombal is in accordance with the requirements of the Ministry of Health

**Keywords:** Water quality, Potability, Parameters physico-chemical and microbiological.



## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> - Mapa da cidade de Pombal com seus respectivos bairros	14
<b>FIGURA 2</b> - Esquema do Sistema de Abastecimento da CAGEPA - Pombal	16
<b>FIGURA 3</b> - Preparação do meio de cultura Agar BEM	18
<b>FIGURA 4</b> - Armazenagem e incubação das placas	19
<b>FIGURA 5</b> - Kit Teste para Cloro	19
<b>FIGURA 6</b> - Termômetro digital	20
<b>FIGURA 7</b> - Turbidímetro	21
<b>FIGURA 8</b> - Colorímetro	21
<b>FIGURA 9</b> - Análise de Dureza Total	22
<b>FIGURA 10</b> - Realização das análises de cloretos	22
<b>FIGURA 11</b> - Monômetro	23
<b>FIGURA 12</b> - Análises de presença e ausência de bactérias	23
<b>FIGURA 13</b> - Comportamento do pH na rede de distribuição	25
<b>FIGURA 14</b> - Valores das análises de Turbidez	26
<b>FIGURA 15</b> - Valores das análises de Dureza Total	27
<b>FIGURA 16</b> - Valores das análises de Cloretos	27
<b>FIGURA 17</b> - Valores das análises de Cor aparente	28
<b>FIGURA 18</b> - Comportamento da pressão no decorrer da rede de distribuição de água	29

## **LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

**ETA** - Estação de Tratamento de água

**CAGEPA** - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba

**PH** - Potencial Hidrogenionico

**OD** - Oxigênio Dissolvido

**DBO** - Demanda Bioquímica de Oxigênio

**DQO** - Demanda Química de Oxigênio

**LAAg** - Laboratório de Análises de Água

**Agar EMB** - Agar Eosina Azul de Metileno Levine

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	1
1.1 OBJETIVO	2
1.1.1 Geral	2
1.1.2 Especifico	2
<b>2 REFERENCIAL TEORICO</b>	3
2.1 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA	3
2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS	3
2.3 DOENÇAS E POLUIÇÃO DA ÁGUA	4
2.4 TRATAMENTO DA ÁGUA	5
2.5 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA	6
2.5.1 Parâmetros Físicos	7
2.5.2 Parâmetros Químicos	8
2.5.3 Parâmetros Biológicos	10
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b>	14
3.1 LOCAL DE DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO	14
3.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	14
3.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	15
3.4 PONTOS DE COLETA	17
3.5 MÉTODOS ANALÍTICOS E METODOLOGIA DE COLETA	17
3.6 PROCEDIMENTOS DA ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	17
3.7 ANÁLISES FÍSICO – QUÍMICAS	19
3.7.1 Cloro residual	19
3.7.2 Temperatura	19
3.7.3 Potencial Hidrogeniônico	20
3.7.4 Turbidez	20
3.7.5 Cor Aparente	21
3.7.6 Dureza Total	21
3.7.7 Cloretos	22
3.7.8 Pressão	22
3.8 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	23

<b>3.8.1 Presença e Ausência de Bactérias</b>	23
<b>4 RESULTADO E DISCURSÃO</b>	24
4.1 PH	24
4.2 TURBIDEZ	25
4.3 DUREZA TOTAL	26
4.4 CLORETOS	27
4.5 COR APARENTE	28
4.6 TEMPERATURA	29
4.7 PRESSÃO	29
4.8 CLORO RESIDUAL	30
4.9 PRESENÇA E AUSÊNCIA DE BACTÉRIAS	30
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	31
<b>REFERÊNCIAS</b>	32

# 1 INTRODUÇÃO

O homem necessita de água de qualidade adequada e em quantidade suficiente para atender as suas necessidades, para proteção de sua saúde e para propiciar o desenvolvimento econômico (JUNIOR, 2013). Nesse intuito desde a antiguidade as sociedades vêm desenvolvendo técnicas para tornar a água acessível e potável. O conceito de potabilidade implica o atendimento a padrões físico-químicos e microbiológicos mínimos exigidos para que a água a ser consumida não seja transmissora de doenças aos seres humanos assim o tratamento da água tem por finalidade garantir a potabilidade através do uso de técnicas que lançam mão de processos físicos e/ou químicos para melhorar a qualidade da água de abastecimento.

Os Sistemas de Abastecimento de Água devem cumprir no mínimo três requisitos: correto dimensionamento, tratamento adequado e monitoramento do sistema. A complexidade do sistema de abastecimento de água depende principalmente do porte e do tipo de manancial, da qualidade de sua água e da demanda a ser atendida. Em geral os sistemas são formados por: captação, adutoras de água bruta e de água tratada, Estação de Tratamento de Água (ETA), reservatórios, rede de distribuição e ramais de ligação domiciliares.

A ponta do sistema é o ramal de distribuição, onde todo esforço para fornecer uma água potável a comunidade abastecida se concretiza e é nesse ponto que a legislação prevê que o usuário do sistema receba uma água com boas características organolépticas, isenta de microrganismos e com pressão de serviço adequada. É também nos ramais de distribuição que se afere a eficiência do sistema de abastecimento com rotinas de coletas de amostras para análises por parte do administrador do sistema obedecendo ao disposto na Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 que dispõe sobre procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e de seu padrão de potabilidade.

Pombal, situada no sertão paraibano, é uma cidade dotada de sistema de abastecimento administrado por uma autarquia estadual que possui uma ETA de tratamento convencional compondo esse sistema. Por razões históricas que não se consegue datar a comunidade pombalense desconfia da água fornecida, mesmo com a concessionária fornecendo todas as informações previstas em Lei e

mantendo o tratamento e distribuição regular da água. Essa relação em desequilíbrio é que moveu este estudo no intuito de colaborar para um processo de diálogo harmonioso entre a concessionária e seus usuários, o que entendemos ser importante para a segurança sanitária da população.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Geral

Avaliar a qualidade da água, em termos de padrões de potabilidade da água de abastecimento da cidade de Pombal – PB.

### 1.2.2 Específicos

- Caracterizar a área de estudo;
- Analisar os parâmetros relevantes para o grau de potabilidade da água de abastecimento;
- Avaliar os dados com relação aos padrões especificados na Portaria 2.914/2011.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA**

### **2.1 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA**

A Terra possui 1,4 milhões de quilômetros cúbicos de água, mas apenas 2,5% desse total são de natureza doce. A água dos rios, lagos e reservatórios de onde a humanidade retira o que consome, só correspondem a 0,26% desse percentual. De acordo com a Comissão Europeia (2002), a água disponível para o consumo humano representa menos de 1% dos recursos hídricos do Planeta e mais de 1,2 milhões de pessoas não têm acesso a uma água potável e segura.

O Brasil é um país privilegiado no que diz respeito à quantidade de água, possui a maior reserva de água doce do Planeta, aproximadamente 12% do total mundial. Porém, sua distribuição não é uniforme em todo o território nacional. A Região Norte, por exemplo, é uma região que detém a maior bacia fluvial do mundo contendo o rio Amazonas que possui o maior volume d'água do globo ao mesmo tempo é também uma das regiões menos habitadas do Brasil. Em contrapartida o Nordeste dispõe de apenas 3% das águas brasileiras, possuindo apenas dois rios perenes o São Francisco, que concentra 63% das águas do Nordeste, e o Paraíba, com 15% e é uma região bastante habitada (GOMES, 2011).

Informações disponíveis no ANA (2010) revelam que na Paraíba, das 223 sedes urbanas do Estado, 76% são abastecidas exclusivamente por mananciais superficiais, com predomínio de açudes, figuram, entre os mais importantes, os açudes das bacias dos rios Piranhas-Açu e Paraíba. A Paraíba apresenta pequeno potencial de exploração de água subterrânea, com melhores disponibilidades encontradas apenas no sistema aquífero Pernambuco-Paraíba, localizado na faixa costeira. Apenas 16% das sedes urbanas são supridas exclusivamente por águas subterrâneas e 8%, pelos dois tipos de mananciais superficial e subterrâneo.

### **2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS**

A Resolução 357 do CONAMA de 2005 em seu Art. 3º classifica as águas do Território Nacional em doces, salobras e salinas, levando em consideração a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em cinco classes de qualidade.

Segundo Carvalho (2006) apesar dos mais diversos usos da água é possível classificá-los em dois tipos: uso consuntivo e uso não consuntivo.

- Uso consuntivo: O uso consuntivo é quando, durante o uso, é retirada uma determinada quantidade de água dos mananciais e depois de utilizada, uma quantidade menor e/ou com qualidade inferior é devolvida, ou seja, parte da água retirada é consumida durante seu uso. Exemplos: abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação e dessedentação de animais.
- Uso não consuntivo: é aquele uso em que é retirada uma parte de água dos mananciais e depois de utilizada, é devolvida a esses mananciais a mesma quantidade e com a mesma qualidade, ou ainda nos usos em que a água serve apenas como veículo para certa atividade, ou seja, a água não é consumida durante seu uso. Exemplos: aquicultura, preservação da flora e da fauna, recreação e lazer, harmonia paisagística, geração de energia elétrica e navegação.

### 2.3 DOENÇAS E POLUIÇÃO DA ÁGUA

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), cerca de 80% de todas as doenças que se alastram nos países em desenvolvimento são provenientes da água de má qualidade. As doenças transmitidas pela água são responsáveis por 80 a 90% das internações no Brasil. Indiretamente, a água está ligada à transmissão de verminoses e de doenças como dengue e malária, já que seus vetores relacionam-se com a água.

Diferentes materiais são encontrados dissolvidos na água como, por exemplo, substâncias calcárias e magnesianas que tornam a água dura; substâncias ferruginosas, que dão cor e sabor diferentes à mesma e substâncias resultantes das atividades humanas, tais como produtos industriais, que a tornam imprópria ao consumo. Por sua vez, a água pode carrear substâncias em suspensão, tais como partículas finas dos terrenos por onde passa e que dão turbidez à mesma, pode também carrear organismos, como algas que modificam o seu odor e gosto, além de liberar toxinas (como as cianobactérias), ou ainda, quando passa sobre terrenos sujeitos à atividade humana, pode levar em suspensão microrganismos patogênicos (GUIMARÃES, 2007).

Dependendo da quantidade de substâncias químicas acrescentada na água ou a ausência delas pode provocar diferentes doenças. Nas últimas décadas a



concentração de substâncias tóxicas nos ecossistemas terrestres e aquáticos tem aumentado consideravelmente, e a acumulação desses elementos na cadeia alimentar por meio do processo de bioacumulação tem efeitos de toxicidade crônica e aguda sobre organismos aquáticos e, em último caso, sobre a espécie humana (REBOUÇAS, 2006).

Apesar de ser uma substância vital para a saúde humana, a água também debilita as pessoas, produz doenças por vários mecanismos e aumenta a mortalidade. Essas são consequências produzidas pela água contaminada e de baixa qualidade.

Os riscos para a saúde relacionados com a água podem ser distribuídos em duas categorias:

- Riscos relacionados com a ingestão de água contaminada por agentes biológicos (bactérias, vírus e parasitos). Através de contato direto, ou por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico;
- Riscos derivados de poluentes químicos e radioativos, geralmente efluentes de esgotos industriais, ou causados por acidentes ambientais.

A melhor forma de reduzir a morbidade e mortalidade relacionada ao consumo de água contaminada é o tratamento, já que o fornecimento de água potável é um dos principais pilares da saúde pública.

## 2.4 TRATAMENTO DA ÁGUA

A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (MS) define como sendo água potável a água que atenda ao padrão de potabilidade por ela estabelecido e que não ofereça riscos à saúde.

Todavia a água in-natura, disponível ao abastecimento, em quase toda sua totalidade não atende a essa definição precisando de tratamento para ser considerada potável o que a portaria citada define como sendo água tratada é a água que é submetida à processos físicos, químicos ou combinações destes, visando atender ao padrão de potabilidade.

A Portaria MS nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 é quem estabelece os valores permitidos e os parâmetros a serem analisados. Esses padrões de qualidade da água variam para cada tipo de uso. Diz ainda em seu Art. 3º:

Art 3º Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água.

A Portaria dá o mesmo tratamento às soluções alternativas individuais de abastecimento quanto à vigilância da qualidade da água.

Nos sistemas de distribuição de água potável, a qualidade desta pode sofrer uma série de mudanças, fazendo com que a qualidade da água na torneira do usuário se diferencie da qualidade da água que deixa a estação de tratamento. Tais mudanças podem ser causadas por variações químicas e biológicas ou por uma perda de integridade do sistema (DEININGER, 1992 apud FREITAS, 2009). Alguns fatores que influenciam tais mudanças incluem: qualidade química e biológica da fonte hídrica; eficácia do processo de tratamento, reservatório (armazenagem) e sistema de distribuição; idade, tipo, projeto e manutenção da rede; qualidade da água tratada (CLARK & COYLE, 1989). A irregularidade do abastecimento na rede de uma determinada área urbana pode também modificar a qualidade da água tratada com a introdução de agentes patogênicos na rede de distribuição (BARCELOS et al., 1998).

## 2.5 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Para o controle de qualidade da água tratada e distribuída a CAGEPA realiza frequentemente análises de parâmetros físico-químicos como, por exemplo, pH, Cloro Residual, Cor e Turbidez, parâmetros microbiológicos como os Coliformes Totais e Fecais, além de ser realizado periodicamente análises de agrotóxicos e metais pesados em Laboratórios da Universidade Federal da Paraíba, Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco e Companhia Pernambucana do Meio Ambiente (CAGEPA, 2013) em obediência ao que determina a Portaria MS 2.914/2013 e por esta também formaliza seu plano de coleta a fim de garantir o controle e a qualidade da água distribuída.

Na ótica da Engenharia Ambiental, o conceito de qualidade da água é muito mais amplo do que a simples caracterização da água pela fórmula molecular  $H_2O$ . Isto porque a água, devido às suas propriedades de solvente e à sua capacidade de transportar partículas, incorpora a si diversas impurezas, as quais definem a qualidade da água. Ela pode ser representada através de diversos parâmetros, que

traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas (VON SPERLING, 2005).

A portaria nº 2.914/2011 do MS elenca os parâmetros considerados essenciais para o enquadramento das águas quanto a sua potabilidade divididos em grupos conforme a sua natureza: inorgânicos, orgânicos, agrotóxicos, desinfetantes e produtos secundários da desinfecção, cianotoxinas, radiológicos, organolépticos e microbiológicos.

O trabalho se deterá em um pequeno grupo de parâmetros que se entende colaborar para a indicação da eficiência do tratamento e distribuição de água.

## **2.5.1 Parâmetros Físicos**

### **Temperatura**

A temperatura é a medida da intensidade de calor, é um parâmetro importante, pois, influi em algumas propriedades da água como a densidade, a viscosidade e a solubilização do oxigênio dissolvido com reflexos sobre a vida aquática. A temperatura pode variar em função de fontes naturais como a energia solar e fontes antropogênicas através de despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas.

### **Pressão**

Zonas de pressão em redes de distribuição são cada uma das partes em que a rede é subdividida visando impedir que as pressões dinâmica mínima e estática máxima ultrapassem os limites recomendados e preestabelecidos. Nota-se, então, que uma rede pode ser dividida em quantas zonas de pressão forem necessárias para atendimento das condições técnicas a serem satisfeitas (FILHO,[2002 – 2011]).

Rede de distribuição é projetada para impedir que a pressão dinâmica mínima e a pressão estática máxima não ultrapassem os limites recomendados e preestabelecidos. A pressão estática em um tubo é dada pela altura da coluna d'água, medida em metros, que existe sobre o tubo considerado, quando a água está parada. A pressão dinâmica é sempre menor que a pressão estática, pois ela é obtida subtraindo da pressão estática as perdas de carga do sistema. A pressão estática máxima que pode existir nas tubulações da rede de distribuição que alimentam os ramais prediais é de 0,5 MPa (50 mca) e a pressão dinâmica mínima é de 0,1 MPa (10 mca) (RECESA, 2008).

## **Cor**

É resultante da existência, de substâncias em solução contidas na água; podendo ser causada pelo ferro ou manganês, pela decomposição da matéria orgânica da água (principalmente vegetais), pelas algas ou pela introdução de esgotos industriais e domésticos. Podendo ser determinada em relação a presença ou ausência de material particulado em suspensão e por isso diferenciada em cor aparente e cor real. Onde a primeira computa o material suspenso e na segunda o material é retirado por centrifugado.

## **Turbidez**

A turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma. É caracterizada pela presença de matéria em suspensão na água, como argila, silte, substâncias orgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e outras partículas. Não traz inconvenientes sanitários diretos. Porém, é esteticamente desagradável na água potável, e os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos diminuindo assim a eficiência da desinfecção (VON SPERLING, 2005).

## **Sólidos Totais Dissolvidos**

Material que passa através do filtro. Representam a matéria em solução ou em estado coloidal presente na amostra de efluente.

### **2.5.2 Parâmetros Químicos**

A importância química da água está no fato do seu poder de dissolver em maior ou menor intensidade quase todas as substâncias. Após a precipitação, especialmente na forma de chuva, a água escoar superficialmente ou se infiltra. Por isso todas as águas naturais contêm gases e sais minerais em solução adquiridos através do contato da água com o ar e, principalmente, com o solo.

#### **pH (potencial hidrogeniônico)**

Representa o equilíbrio entre íons  $H^+$  e íons  $OH^-$ ; possuindo uma faixa que varia de 7 a 14, as águas que tem uma pH inferior a 7 são consideradas ácidas,

tornando-a corrosiva, as que possui pH acima de 7 são denominadas básicas e essa característica tende a formar incrustações nas tubulações, o indicado é que a água esteja dentro da faixa de 6 a 9, tanto para o consumo humano como para a vida aquática, pois alterações muito brusca pode ocasionar a morte de algumas espécies aquáticas.

### **Alcalinidade**

Quantidade de íons na água que reagirão para neutralizar os íons hidrogênio, ou seja, é uma medição da capacidade da água de neutralizar os ácidos, a capacidade de resistir as mudanças de pH é denominada capacidade tampão. Seus principais constituintes são os ( $\text{HCO}_3^-$ ) bicarbonatos, ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) carbonatos e os ( $\text{OH}^-$ ) hidróxidos. Em teores elevados, pode proporcionar sabor desagradável na água, influenciando nos processos de tratamento, estando relacionada com a coagulação, redução de dureza e prevenção da corrosão em tubulações (VON SPERLING, 2005).

### **Dureza**

A dureza é a concentração de cátions multimetálicos em solução (VON SPERLING, 2005). Resultante da presença, principalmente, de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio), ou de outros metais bivalentes, em menor intensidade, e em teores elevados, a água dura causa sabor desagradável e efeitos laxativos, reduz a formação da espuma do sabão aumentando o seu consumo e provoca incrustações nas tubulações e caldeiras. As águas são Classificação, em termos de dureza ( $\text{CaCO}_3$ ) em:

Menor que 50 mg/1  $\text{CaCO}_3$  - água mole

Entre 50 e 150 mg/1  $\text{CaCO}_3$  - água com dureza moderada

Entre 150 e 300 mg/1  $\text{CaCO}_3$  - água dura

Maior que 300 mg/1  $\text{CaCO}_3$  - água muito dura.

### **Cloretos**

Os cloretos, geralmente, provêm da dissolução de minerais ou da intrusão das águas marinhas; podem, também, advir dos esgotos domésticos ou industriais; em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas.

### 2.5.3 Parâmetros Biológicos

A água é normalmente habitada por vários tipos de microrganismos de vida livre e não parasitária, que dela extraem os elementos indispensáveis à sua subsistência. Ocasionalmente, são aí introduzidos organismos parasitários e/ou patogênicos que, utilizando a água como veículo, podem causar doenças, constituindo um perigo sanitário potencial (GUIMARÃES, 2007). A qualidade biológica diz respeito às características que envolvem as formas de vida animal e vegetal presentes na água. Esta qualidade é muito importante, uma vez que está diretamente relacionada com as doenças que podem ser transmitidas pela água (CORREIA, 2008). A seguir os indicadores biológicos mais relevantes usados para avaliar a qualidade da água.

#### **Bactérias: *coliformes totais*, *coliformes termotolerantes*, *Escherichia coli*, *Bactérias heterotróficas***

As bactérias do grupo *coliforme* habitam normalmente o trato intestinal dos animais de sangue quente, servindo por tanto como indicadoras da contaminação de uma amostra de água por fezes, além de existirem normalmente no solo e na vegetação (LIBÂNIO, 2010).

O termo “*coliformes totais*” inclui amplo rol de bactérias ambientais e de origem fecal capazes de sobreviver no meio aquático, fermentam a lactose e produzem ácido ou aldeído em 24 horas a temperatura de 35 a 37°C (LIBÂNIO, 2010). Os coliformes totais possuem simplicidade de processamento e ampla documentação que permitem que esses micro-organismos sejam utilizados na avaliação da eficiência do tratamento. Isso porque os coliformes totais se encontram em situações nas quais outros organismos do grupo coliforme estão ausentes e apresentam taxa de inativação similar ou superior ao termotolerantes e *Escherichia coli* (BASTOS et al., 2000). No entanto, os coliformes totais apresentam limitações como referencial de poluição nas águas porque sua presença não necessariamente determina contaminação fecal (DI BERNARDO, 2008).

Outro grupo de bactérias, são as *termotolerantes* denominadas assim por serem capazes de fermentar a lactose por temperatura elevada –  $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  – por

um prazo de 24 horas, engloba preponderantemente (algo como 90%) o gênero *Esherichi*, e em menor monta, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, os dois últimos possíveis de serem isolados em ambientes não poluídos com água, solo e plantas. Os coliformes termotolerantes são de simples detecção, têm importância secundária como indicadores de poluição em águas, especialmente em países tropicais ou subtropicais nas quais os coliformes termotolerantes podem ser encontrados na vegetação das florestas, sem relação direta com contaminação fecal (OMS, 2004).

*Escherichia coli* diferencia-se dos demais coliformes termotolerantes pela capacidade de produzir a enzima  $\beta$ -glucoronidase e, embora haja algumas evidências de poder se desenvolver em solos tropicais, apresenta-se em elevadas concentrações nas fezes humanas e de animais, constituindo-se em indicador de poluição fecal (LIBÂNIO, 2010). A presença de *Escherichia coli* na água sempre indica contaminação potencialmente perigosa, requerendo atenção imediata quando detectada na água de consumo, entretanto, esse micro-organismo é sensível aos desinfetantes comumente utilizados nas ETAs, comparando a protozoários e vírus e, por isso, seu uso é questionado como indicador de poluição na água (DI BERNARDO, 2008).

As bactérias heterotróficas são genericamente definidas como microrganismos que requerem carbono orgânico como fonte de nutrientes e sua contagem fornecem informações sobre a qualidade bacteriológica da água de uma forma ampla. Essa detecção, inespecífica, indica a presença de bactérias ou esporos de bactérias, sejam de origem fecal, componentes da flora natural da água ou resultantes da formação de biofilmes no sistema de distribuição (DOMINGUES *et al.*, 2007). As bactérias heterotróficas não são consideradas patogênicas mais a sua determinação é útil para avaliar as condições higiênicas nos sistemas de distribuição de água para consumo humano, uma vez que, são responsáveis pela formação de biofilmes nas redes de distribuição de água, e, por sua vez, fornecem proteção para microrganismos patogênicos contra a inativação por agentes desinfetantes, levando à contaminação das águas de abastecimento no sistema de distribuição (BARBOSA, 2010). De acordo com a Portaria 2.914 de Dezembro de 2011, no seu § 3ª quantidade de bactérias heterotróficas não pode ultrapassar 500 UFC/ml, caso seja detectado uma quantidade superior a essa, deve-se proceder uma investigação para

identificação de alguma irregularidade no sistema para que então possa ser dada uma solução apropriada.

### **Protozoários: *Giardia* e *Cryptosporidium***

Os principais protozoários que podem ser transmitidos pela a ingestão de água contaminada são dos gêneros *Giardia* e *Cryptosporidium* na forma de cistos e oocistos, respectivamente. As doenças geradas por esses patógenos têm grande impacto socioeconômico, sendo citados como “patógenos emergentes”. Seu controle na água de abastecimento precisa de cuidados, considerando que suas formas císticas são altamente resistentes à desinfecção. (DI BERNARDO, 2008).

A *Giardia* é um protozoário flagelado que parasita o intestino de humanos e animais sendo devolvido nas fezes do hospedeiro e são frequentemente encontrada nas águas naturais possíveis de serem empregadas para abastecimento (LIBÂNIO, 2010). Na forma cística, o diâmetro célula varia de 8 µm a 15 µm, porém na forma não cística, apresenta diâmetro de 9 µm a 21 µm. O tempo de vida muda conforme a temperatura: cistos de *Giardia intestinalis* sobrevivem 77 d e de *Gardia muris* 84d a 10°C; com o aumento da temperatura sua inativação é acelerada (OMS,1996).

O *Cryptosporidium* é um protozoário entérico que se desenvolve no epitélio da mucosa intestinal ou gástrica de diversos vertebrados, têm implicações com surtos transmitidos por água de consumo causando gastroenterites e diarreia em indivíduos saudáveis e infecções crônicas em imunodeficientes. Até 1974, acreditava-se que o *Cryptosporidium* parasita de animais, porém, em 1976 foram relatados os primeiros casos de criptosporidiose humana (DI BERNARDO, 2008).

### **Algas**

As algas desempenham um importante papel no ambiente aquático, sendo responsáveis pela produção de grande parte do oxigênio dissolvido no meio, mas em grandes quantidades, como resultado do excesso de nutrientes (eutrofização), trazem alguns inconvenientes, sabor e odor, toxidez, turbidez e cor, formação de massas de matéria orgânica que, ao serem decompostas, provoca a redução do oxigênio dissolvido, corrosão, interferência nos processos de tratamento da água provocando aspecto estético desagradável, entre outros parâmetros.



As algas (verdes e diatomáceas) e cianobactérias exibem nítida ubiquidade nas águas superficiais, fazendo-se presentes em lagos, reservatórios de acumulação e cursos d'água, respondendo por meio da fotossíntese por parcela significativa da concentração de oxigênio dissolvido ao meio aquático.

A interferência da presença de algas na potabilização das águas revela-se em várias perspectivas de acordo com os grupos predominantes. Alguns grupos de algas interferem no tratamento das águas de diferentes formas. Usualmente, ocorrem aumento do consumo de produtos químicos, redução da sedimentabilidade dos flocos e das carreiras de filtração, elevação de demanda de cloro na desinfecção, com maior possibilidade de formação de THM, ocasionando maiores riscos à saúde humana (LIBÂNIO, 2010).

## **Vírus**

Os vírus presentes na água de consumo são responsáveis pela transmissão de doenças infecciosas. A porta de entrada desses micro-organismos aos corpos de água é a descarga de águas residuais sem tratamento adequado. Os vírus patogênicos de maior significância na água de consumo são dos gêneros *enterovírus*, *rotavírus*, *adenovírus*, hepatite A e E, entre outros (DI BERNARDO, 2008). Deste rol, os vírus de hepatite e os *enterovírus* respondem por significativa parcela das infecções, especialmente nos países em desenvolvimento. Vale destacar que, embora a transmissão pela água contaminada seja relevante, verificam-se transmissões por meio de alimentos e contato pessoal. Por não serem usualmente encontrados na flora intestinal dos humanos, somente os indivíduos infectados, crianças em sua maioria, são capazes de excretar estes microrganismos, em magnitude significativamente inferior à das bactérias coliformes.

A portaria 2.914/2011 no seu art. 29, recomenda a inclusão de monitoramento de vírus entéricos nos pontos de captação de água superficiais de abastecimento, com o objetivo de subsidiar estudos de risco de contaminação microbiológica.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

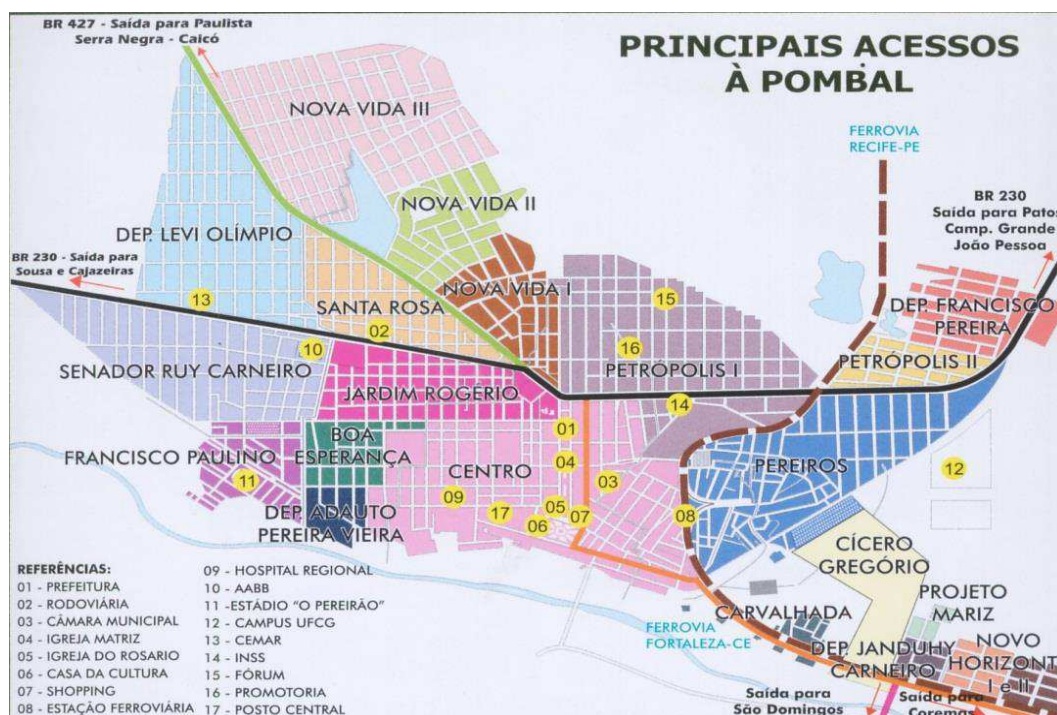
#### 3.1 LOCAL DE DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

O estudo foi desenvolvido na área de abrangência do sistema de abastecimento de água da CAGEPA na cidade de Pombal e na Universidade Federal de Campina Grande, campus de Pombal – PB, através do Laboratório de Análises de Água - LAAG.

#### 3.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Pombal, é um dos municípios mais antigos da Paraíba e o segundo maior do estado em extensão territorial, possuindo 888,807 km<sup>2</sup>, constituída por 21 bairros (FIGURA 1), esta situada na zona fisiográfica do baixo Sertão do Piranhas, na fachada ocidental da Paraíba, a cerca de 371 km da capital, João Pessoa. Encontra-se a aproximadamente 184 m de altitude média do mar, com as coordenadas 06° 46' 12" S e 37° 48' 07" W, possuindo uma população estimada em 32.110 habitantes, sendo desses 25.760 habitantes na área urbana e 6.357 na zona rural, sua densidade demográfica é de 36,13 hab/km<sup>2</sup> (IBGE 2010).

**Figura 1-** Mapa da cidade de Pombal com seus respectivos bairros



FONTE: Prefeitura municipal de Pombal, (2011).

Possui um clima seco com vegetação típica da Caatinga. O município é banhado pelos rios Piancó e o rio do Peixe que quando se encontra passa a ser chamado de rio Piranhas, um importante rio da região.

A temperatura média anual é de 27°C, com médias mensais variando pouco entre si. A pluviosidade média anual é de aproximadamente 800 mm, sendo irregularmente distribuída entre os meses, com maior incidência entre os meses de fevereiro a abril, mas, com grandes variações de ano para ano (PARAÍBA, 1985). Sua economia dominada pela agricultura, pecuária, comércio interno e algumas fábricas (IBGE, 2010).

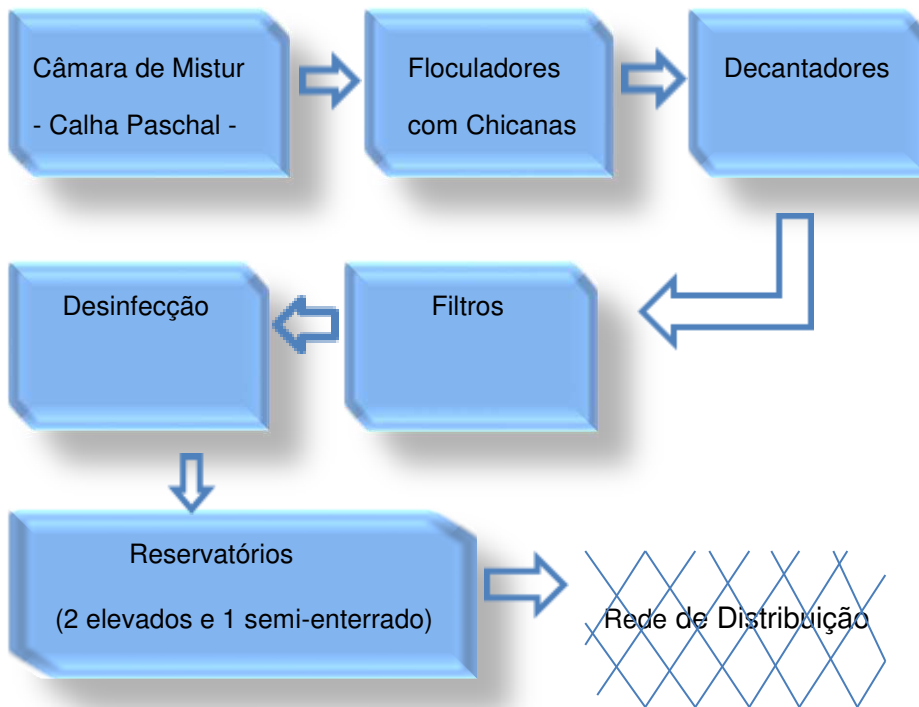
A Companhia de Água e Esgota da Paraíba (CAGEPA) é a responsável pelo tratamento de água na cidade de Pombal desde de 1969. Recebendo 400 m<sup>3</sup>/h de água bruta, e sendo distribuída uma média de 260 m<sup>3</sup>/h de água tratada. Sua rede de distribuição Possui 10.322 águas cadastradas, sendo 8.900 ativas, conforme informações colhidas no Escritório Local.

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A responsável pela maioria dos sistemas de tratamento da água na Paraíba é a CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba) fundada em 1972, fruto da junção da SANECAP (Saneamento da Capital) e SANESA (Saneamento de Campina Grande) totalizando 201 municípios assistidos. A empresa conta com 58 Estações Convencionais, 39 Filtros Russos, 05 Estações Compactas, 03 filtros lentos e 62 sistemas de desinfecção, existem também 10 Laboratórios instalados nos maiores Sistemas do Estado (CAGEPA, 2013). Os outros 22 municípios são abastecidos pelas prefeituras ou pela FUNASA.

O Rio Piancó, pertencente a bacia hidrográfica do rio Piranhas é o manancial que a CAGEPA utiliza para a cidade de Pombal sendo classificado como tendo uma água doce de classe 2 conforme Resolução do Conama 357/05 (Dantas, 2005), para o qual é exigido um tratamento convencional, onde a água bruta passa por tratamento completo em Estação de Tratamento de Água (ETA) tipo convencional, dotado dos processos de floculação, decantação, filtração, correção de pH, desinfecção (cloração), antes de ser distribuída à população, a Figura 2 apresenta o esquema da ETA e do Sistema de abastecimento como um todo.

**Figura 2** - Esquema do Sistema de Abastecimento da CAGEPA - Pombal



FONTE: Autor, 2013

O tratamento de água prevê o uso de coagulante químico em geral o sulfato de alumínio e a de cloro gasoso para a desinfecção. O agente de desinfecção tem uso controlado e pré-determinado pelo setor responsável pelo tratamento, sendo controlado localmente pelo agente de operação utilizando um kit de teste colorimétrico para determinação de pH e Cloro livre. A dosagem do cloro é realizada prevendo a presença de cloro livre em toda a rede conforme preconiza a Portaria 2.914/2011 do MS.

O uso do coagulante na ETA de Pombal não é de uso cotidiano, pois a água na chegada da ETA apresenta na maior parte do ano baixa turbidez, todavia a CAGEPA mantém em estoque o sulfato de Alumínio.

Terminado o tratamento a água é aduzida para os reservatórios sendo 01 (um) semi-enterrado e 02 (dois) elevados onde se completará o tempo de contato da água com o agente desinfetante conforme a portaria do ministerial 2.914/2011

A CAGEPA em Pombal possui de 10.322 ligações cadastradas, sendo que destas estão em funcionamento 8.900 que são agrupados por setores para facilitar o gerenciamento dentro de uma rede de distribuição ramificada sem a presença de

anéis com tubulação de diâmetros variando de 50 a 150 mm, tendo o PVC como material predominante, a rede de distribuição da cidade de Pombal tem uma extensão de 6.000 m de extensão.

### 3.4 PONTOS DE COLETA

Durante o período de maio a julho de 2013 para a realização das coletas foram determinados pontos que fossem satisfatórios para uma boa representação do sistema de tratamento de água da cidade de Pombal, seguindo orientação da Portaria 2.914/2011 de onde se escolheu 42 pontos de coleta, considerando uma população urbana de 25.753 habitantes (IBGE, 2010).

### 3.5 MÉTODOS ANALÍTICOS E METODOLOGIA DE COLETA

A metodologia utilizada na pesquisa seguiram as recomendações descritas no *Manual Prático de Análises de Água* (FUNASA, 2009), manuais dos equipamentos e *Manual de Métodos de Análises de Alimentos e Água* (SILVA, 2010).

Na coleta das amostras para análise microbiológicas e físico-químicas foi necessária a utilização de garrafas plásticas estéreis, com tampa rosqueada e capacidade de 250 ml. As garrafas de coleta foram adicionados 0,1mL de solução tiosulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) a 10% para cada 100mL de água a ser coletada afim de se anular o efeito do cloro. Depois as garrafas eram levadas para o Ponto de Coleta onde se procedia a coleta da amostra conforme o manual da FUNASA (2009) consistindo de higienização da torneira e expurgo de água em vazão plena por 01 minuto. Após a coleta, as amostras eram conservadas em recipiente térmico com gelo artificial e levadas para ao Laboratório de Análise de Água da UFCG onde foram realizadas todas as análises em triplicata para todos os parâmetros determinados.

### 3.6 PROCEDIMENTOS DA ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Foi utilizado o método de plaqueamento de superfície com o meio Agar EMB – Agar Eosina Azul de Metileno para identificação de *E. coli* em amostras de água com o intuito de ler presença-ausência do indicador escolhido.

Para a preparação de um litro do meio de cultura foram pesados 37,5g do meio de cultura Agar Eosina Azul de Metileno Levine (Agar EMB), sendo feita a diluição com água destilada no béquer de vidro, com a ajuda do bastão de vidro até a disseminação total do meio de cultura, o meio é levado a uma chapa aquecedora (FIGURA 3), mantendo-se em agitação constante, até a completa dissolução, em seguida o meio é autoclavado a 120° C por quinze minutos (FIGURA 3), depois colocado para esfriar a um temperatura de 50° C, e enfim distribuídos nas placas de petri (FIGURA 3).

**Figura 3 – Preparação do meio de cultura Agar BEM**

Aquecimento do caldo Agar EMB (A); Esterilização do caldo em autoclave (B); Distribuição do caldo nas placas de petri (C).



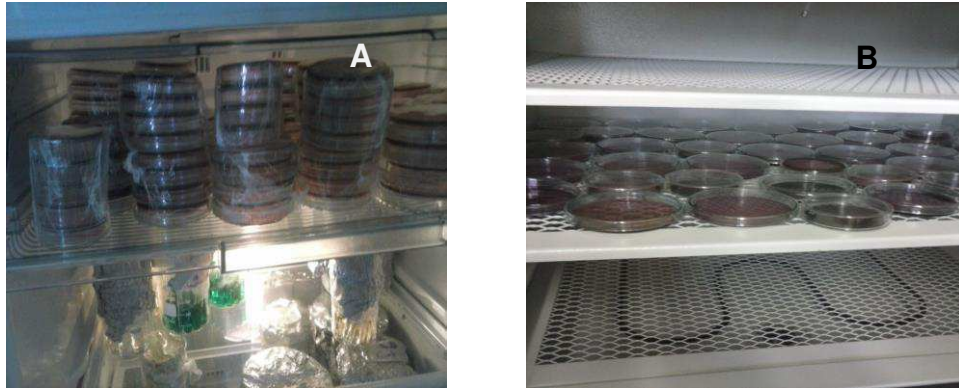
FONTE: Autor, 2013

As placas foram preparadas conforme recomendação do fabricante e armazenadas sob refrigeração (FIGURA 4) para a conservação ate o dia da analises.

No dia das analises foi realizado um estriamento com 0,1 mL da amostra bruta com o auxílio de uma alça de platina e um esterilizador de agulhas e posterior incubação a 35° C (FIGURA 4) e realizadas leituras com 24h e 48h.

#### **Figura 4 – Armazenagem e incubação das placas**

Placas de petri armazenadas na geladeira (A); Placas de petri incubada em estufa (B)



FONTE: Autor, 2013

### **3.7 ANÁLISES FÍSICO - QUÍMICAS**

#### **3.7.1 Cloro residual**

A concentração de cloro na amostra foi medida através do método colorimétrico, utilizando o kit teste com solução de ortotolidina e de vermelho de fenol da marca HIDROALL (FIGURA 5) que é o mesmo utilizado na ETA.

**Figura 5 - Kit Teste para Cloro**



FONTE: Autor, 2013

#### **3.7.2 Temperatura**

A temperatura foi medida com auxílio de um termômetro digital (FIGURA 6).

**Figura 6 - Termômetro digital**



FONTE: Autor, 2013

### **3.7.3 Potencial Hidrogeniônico**

O pH foi medido através do método colorimétrico, utilizando o kit teste e solução de Vermelho Fenol (FIGURA 5) e com um pHmetro de bancada da marca TECNOPON modelo mpa-210.

### **3.7.4 Turbidez**

A turbidez foi determinada pelo método fotolorimétrico com a utilização de um turbidímetro portátil modelo TB 1000 da Tecnopon (FIGURA 7) e calibrado quinzenalmente por meio de um padrão primário (0,1 uT, 0,8 uT, 8,0 uT, 80,0 uT e 1000 uT). Este método baseia-se na comparação da intensidade de luz desviada pela amostra com a intensidade da luz desviada por uma suspensão padrão de referência quantificando a turbidez diretamente com a intensidade da luz desviada.



**Figura 7 - Turbidímetro**



FONTE: Autor, 2013

### **3.7.5 Cor Aparente**

A cor aparente foi determinada pelo método colorimétrico, utilizando o colorímetro PC<sub>checkit</sub> Hazen da Lovibond (FIGURA 8), que apresenta configuração óptica multi-detectora que inibe a interferência de cor e luz.

**Figura 8 - Colorímetro**



FONTE: Autor, 2013

### **3.7.6 Dureza Total**

A dureza total é determinada pelo método da titulometria de complexação (FIGURA 9) por meio da titulação de EDTA-Na<sub>2</sub> na presença de uma solução tampão com o pH = 10 e do indicador Negro de Eriocromo.

**Figura 9 - Análise de Dureza Total**



FONTE: Autor, 2013

### 3.7.7 Cloretos

Os cloretos foram determinados pelo método de Mohr por meio da titulação de  $\text{AgNO}_3$  0,05N em bureta digital Jencons, modelo Digitrate Pro, na presença do indicador Cromato de potássio 5% (FIGURA 10).

**Figura 10 - Realização das análise de cloretos (A e B).**



FONTE: Autor, 2013

### 3.7.8 Pressão

Para a medição de pressão foi usado um monômetro (FIGURA 11) adaptado para torneiras, com a unidade de psi (pounds per square inch absolute ou libras por polegada quadrada absoluta) a qual foi transformada pra a unidade mais usual mca (metro de coluna d'água).

**Figura 11 - Monômetro**



FONTE: Autor, 2013

### 3.8 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

#### 3.8.1 Presença e Ausência de Bactérias

Para as análises de presença e ausência de bactérias (FIGURA 12) foi usado o caldo EMB LIVAINÉ contidos nas placas de petri, que ficaram armazenados nas geladeiras até o dia das análises.

**Figura 12 - Análises de presença e ausência de bactérias**



FONTE: Autor, 2013

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliação da qualidade da água de abastecimento em padrões de potabilidade, foram coletadas amostras de água no decorrer da rede de distribuição durante os meses de maio a julho em 42 pontos para análises microbiológicas e indicadores (pH, Turbidez, cor, cloretos, dureza total, temperatura e pressão).

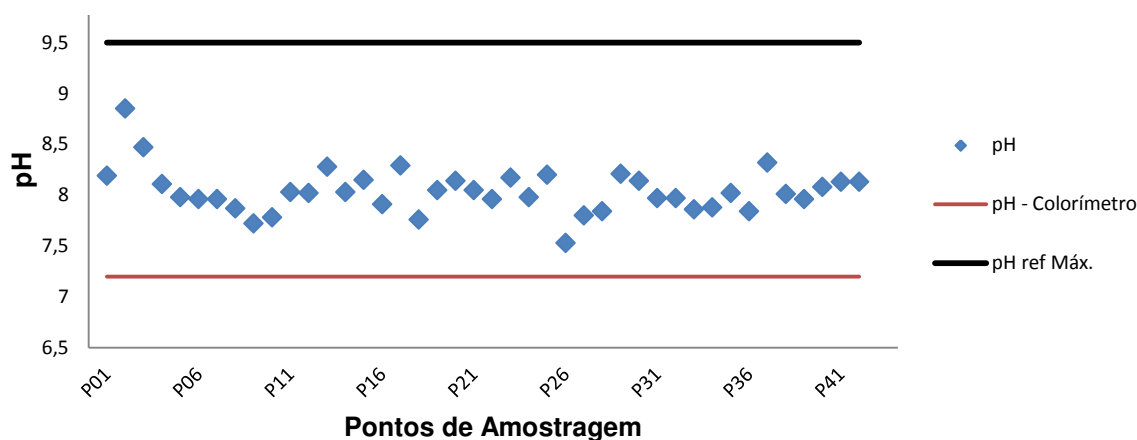
### 4.1 pH

O pH é responsável por parte das reações químicas do cloro com a água, e seus valores são importante no controle da qualidade do tratamento da água na rede de distribuição, pois valores muito baixos de pH podem contribuir para a corrosão das tubulações do sistema de abastecimento, entretanto, valores muito altos podem contribuir para a formação de incrustações nas tubulações dificultando o abastecimento contínuo.

De acordo com a Portaria 2.914/2011 o recomendado para os valores de pH no sistema de distribuição em qualquer ponto da rede é que seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5. Nas análises realizadas in loco por meio do kit teste o comportamento do pH em média foi de 7,2, embora em alguns pontos tenha-se percebido uma variação na tonalidade de cor, essa variação não foi suficiente para ser considerada um outro valor, pois não alcançava a outra a faixa de cor disponível no kit teste HIDROALL usado em campo.

Na Figura 13 está representado o comportamento do pH encontrado a partir da medição no pHmetro digital da marca Tecnopon modelo MPA-210 onde observou-se uma variação do pH ao longo da rede de distribuição que não fora detectada pelo kit test HIDROALL. De forma que entende-se necessário verificar a eficiência do kit teste em relação aos resultados obtidos por pHmetro.

**Figura 13** - Comportamento do pH na rede de distribuição



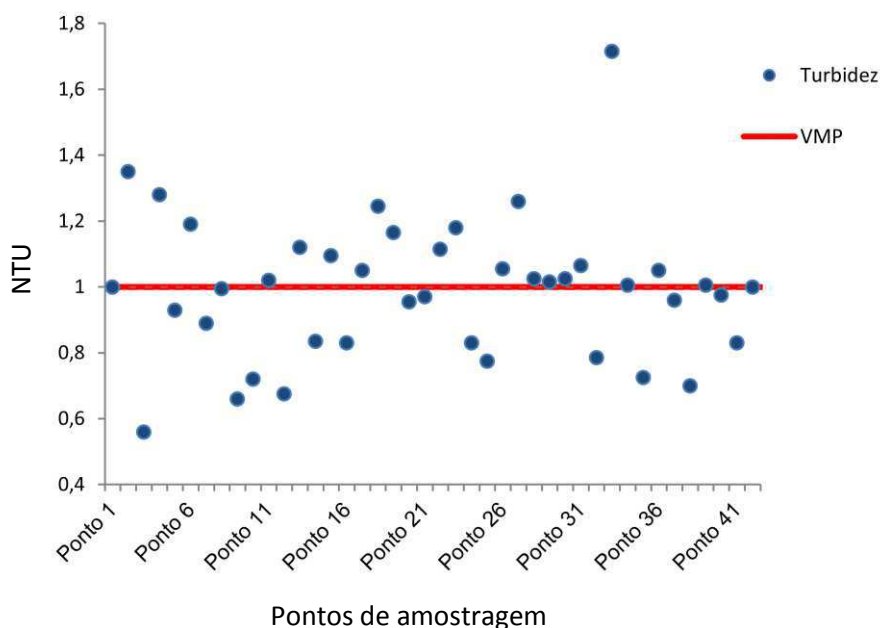
FONTE: Autor, 2013

De acordo com (Guimarães, 2007, p. 57), diferentes valores de pH estão associados a diferentes faixas de atuação ótima de coagulantes, sendo assim necessário ser feito frequentemente a correção desses valores antes e/ou depois da adição de produtos químicos no tratamento.

## 4.2 TURBIDEZ

Observando a Figura 14 verifica-se que os valores de Turbidez se mantiveram com variação entre 1,7 uT e 0,6 uT. Todas as amostras analisadas para a determinação da Turbidez nos pontos monitorados apresentaram conformidade com os padrões estabelecidos na Portaria nº 2.914/2011 que preconiza o limite máximo para qualquer ponto do sistema de distribuição de 1,0 uT para o tipo de filtração lenta, considerando que após dois anos da Portaria citada é aceitável que no mínimo 50% das amostras coletadas mensalmente possa apresentar turbidez menor ou igual a 2,0 uT.

**Figura 14.** Valores de análises de Turbidez



FONTE: Autor, 2013

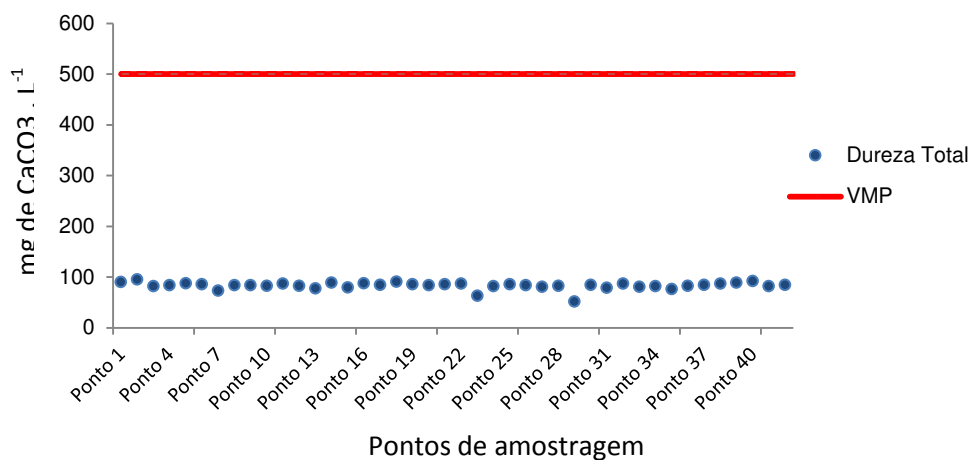
Segundo (Guimarães, 2007, p. 56), valores de turbidez acima do permitido não trazem inconvenientes sanitários diretos, mas os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos diminuindo assim a eficiência da desinfecção.

### 4.3 DUREZA TOTAL

Em amostras analisadas para dureza total, obtive-se valores abaixo do valor máximo permitido na Portaria 2.914/2011 que é de 500 mg/l, mostrando-se assim em conformidade. Na Figura 15 pode-se observar que a água apresenta uma dureza próxima a 100 ppm, o que a classifica como uma água parcialmente dura (dureza entre 50 e 100 ppm).

Apesar deste parâmetro não apresentar aspecto sanitário, águas parcialmente duras não apresentam sabor influenciado pela concentração dos seus sais, já águas duras podem conferir um sabor desagradável, sofrendo uma rejeição por parte do consumidor.

**Figura 15:** Valores das análises de Dureza Total

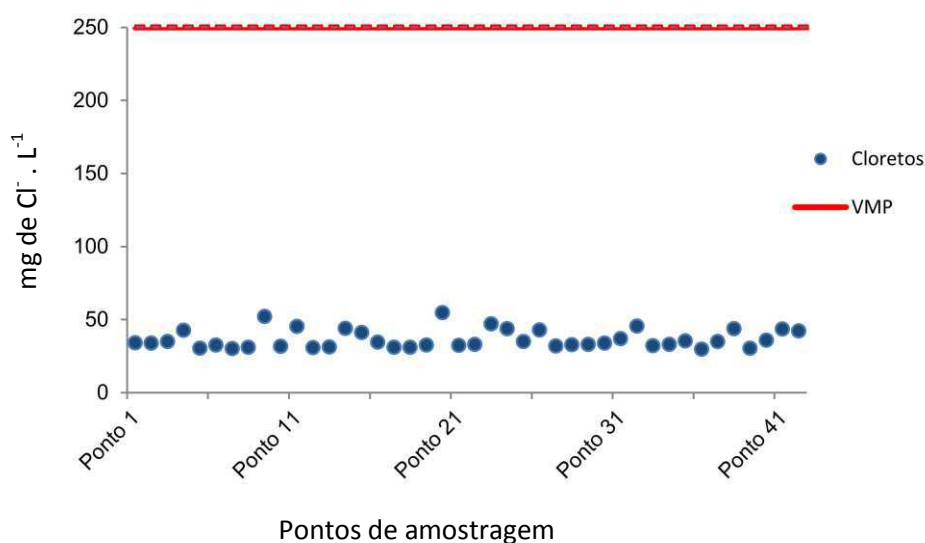


FONTE: Autor, 2013

#### 4.4 CLORETOS

Na Figura 16 esta demonstrado os valores de Cloretos que variou de 29,7 mg/l a 54,7 mg/l. Os resultados obtidos nas análises foi satisfatório, pois estão todos abaixo do valor máximo permitido (VMP) pela Portaria 2.914/2011 que é de 250 mg/l. Em geral, o aumento do teor de cloretos na água confere um sabor salgado, repulsivo, podendo causa processo de corrosão em tubulações de aço e de alumínio.

**Figura 16** -Valores das análises de Cloretos



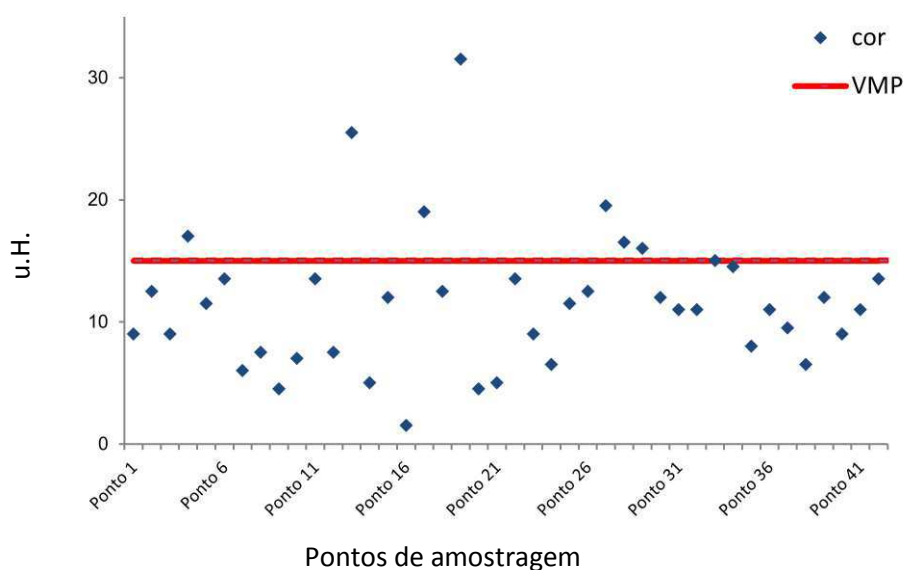
FONTE: Autor, 2013

## 4.5 COR APARENTE

Dentre as amostras coletadas 16,7% apresentaram-se em desconformidade com o exigido pela portaria 2.914/11 que é de no máximo 15 u.H., com destaque para os pontos 13 e 19, com valores de 25,5 e 31,5 u.H. respectivamente, como observado na Figura 17.

Essas alterações no resultado podem ser explicadas devido a períodos de estiagem, onde a diluição é menor e a presença de sólidos é maior provocando assim valores de cor acima do permitido. De acordo com dados na literatura, uma possível paralização no sistema de distribuição pode apresentar uma cor esbranquiçada na água, cor essa provocada pela pressão que se expande repentinamente, formando bolhas de ar nas tubulações, não sendo esta perturbação observada.

**Figura 17** - Resultados das análises de Cor aparente



FONTE: Autor, 2013

Na opinião de (Guimarães, 2007, p. 55), valores de cor acima do permitido pela Portaria não representa risco direto à saúde, mas consumidores podem questionar a sua confiabilidade, e buscar águas de maior risco. Além disso, a cloração da água contendo a matéria orgânica dissolvida responsável pela cor pode gerar produtos potencialmente cancerígenos.



## 4.6 TEMPERATURA

A temperatura da água apresentou uma variação entre 23°C e 35°C, variação essa que pode ser explicada pelo horário das coletas, com início às 6:00 e término às 15:00 horas, tendo como temperaturas ambiente variando entre 26°C e 37°C.

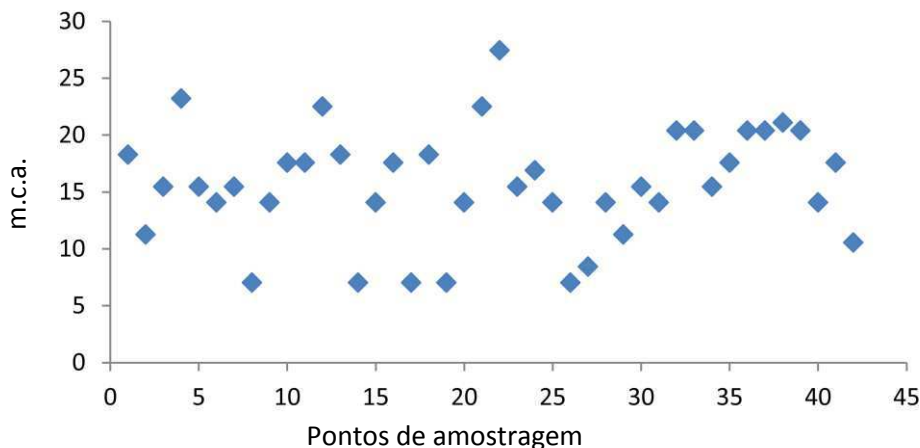
Os valores de temperatura são importantes por ter influencia nas reações de cloro e no desenvolvimento de bactérias heterotróficas, apesar da Portaria 2.914/2011 não estabelecer limites para essa variação.

## 4.7 PRESSÃO

A Portaria 2.914/2011 faz menção a pressão em seu Art. 25, onde é exigido que ela sempre se mantenha positiva em toda a extensão da rede de distribuição para colaborar com a garantia da qualidade da água e para que se atenda aos usuários do sistema adequadamente. A CAGEPA em consonância com a Portaria trabalha com o valor mínimo de pressão de 10 m.c.a.

A Figura 18 apresenta a pressão em todos os pontos analisados e mostra que 14,3% estão abaixo dos 10 m.c.a. almejados pela companhia, porém observados os pontos com pressão baixa os valores encontram-se acima de 7 m.c.a. e sua localização se dá em bairros afastados do centro com predominância de unidades prediais térreas o que garante o abastecimento de caixa d'água existente nas unidades. Desta forma o sistema atende a exigência estando em concordância com a portaria 2.914/2011.

**Figura 18** - Comportamento da pressão na rede de distribuição de água



FONTE: Autor, 2013

#### 4.8 CLORO RESIDUAL

Os valores obtidos nas análise de Cloro residual foi zero ou aproximadamente zero em todas as amostras coletadas, apresentado assim desarmonia com a Portaria 2.914/2011, que exigir no mínimo 0,2 mg/l de cloro residual livre em toda a extensão do sistema de tratamento. Esses valores refletem a degradação da qualidade da água e conseqüentemente o consumo do agente desinfetante. O controle minucioso dos níveis mínimos de cloro nas estações de tratamento de água é de suma importância para que todos os agentes patogênicos sejam eliminados.

As concentrações de cloro residual livre abaixo do mínimo estabelecido pode acarretar presença de microrganismos patógenos que provoca na saúde humana os riscos mais comuns e disseminados, associados ao consumo de água, podendo causar inúmeras doenças, em curto prazo, mas com grandes impactos. Costa (2002), diz em seu trabalho que a ausência de cloro residual livre na rede de distribuição favorece a ocorrência de coliformes

#### 4.9 PRESENÇA E AUSÊNCIA DE BACTÉRIAS

As análises microbiológicas de presença e ausência de bactérias se mostraram em 24h e 48h positivas para 25% das amostras analisadas, indicando a presença de *Sacchoromy cerevisae* e indícios da presenças de bactérias *Esherichia coli*.

## **5 CONCLUSÃO**

As análises de água tratada realizadas a partir de amostras coletadas ao longo da rede de distribuição apresentam-se quanto ao pH, Cloretos e Dureza dentro do que estabelece a Portaria.

Todavia os resultados de Cor aparente e Turbidez com picos acima do VMP estabelecido pela Portaria 2.914/2011 e a ausência de cloro residual, segundo o kit teste, traz a necessidade de um monitoramento maior para verificar quanto é a não conformidade e qual o limite de confiança do kit teste. Colaborando com os dados físico-químicos as análises microbiológicas detectaram a presença de E. coli o que reafirma a necessidade do prolongamento dos estudos afim de acurar os resultados.

A interrupção do abastecimento e as danificações existentes no sistema, as alterações da água na captação devido a seca, a não existência de laboratório na ETA para respostas rápidas e o uso de kit de determinação de pH e Cloro não tão preciso podem explicar em parte a perda da qualidade da água.

Os dados são representações de alguns instantes e por si só não revelam a realidade total do sistema de abastecimento de água, que para tanto recomenda-se uma avaliação pormenorizada.

De forma geral o sistema de tratamento de água da cidade de Pombal tem algumas desconformidades precisando de cuidados maiores, embora essas desconformidades não apresentem prejuízo a saúde da população.

## REFERÊNCIAS

ÁGUA CONTAMINADA. **Revista Globo Rural**, 05 de julho de 2011, notícias/poluição. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com>>, Acessado em: 27 de nov. de 2012.

ALCÂNTARA, I. L.; SIMÕES, M. J. S.; FARACHE FILHO, A. **Variação da Concentração de Bactérias Indicadoras de Contaminação Fecal nas Diversas Fazes do Tratamento de Água de Abastecimento Público da Cidade de Araraquara – São Paulo**. Araraquara – SP, 2001.

ANA, **Atlas brasil: Abastecimento urbano de água: resultados por estado/Agência Nacional de Águas**; Engecorps/Cobrape. — Brasília; 2010.

BARBOSA, F. L. **Avaliação da qualidade da água consumida em um hospital público da cidade de Campina Grande – PB**. 2010. 103 f. : il. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande, 2010.

BARBOSA, L. G.; SILVA, L. D. B.; CARVALHO, D. F. **Abastecimento de Água**. Rio de Janeiro: UFRRJ/Deng, 2007. Cap.4, p.32-77. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%204%20parte%201.pdf>> Acessado em 03 de set. de 2013.

BASTOS, R.K. X et al. **Coliformes como indicadores de qualidade da água: Alcances e Limitações**. XXVII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. II-057, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**. Série A.; Normas e Manuais Técnicos. Brasília; 2006. 284 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Portaria nº 2.914**. de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de

vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde, 2011.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 18 de março de 2005.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA - CAGEPA.  
<<http://www.cagepa.pb.gov.br>>. Acessado em: 01 de set. de 2013

CARVALHO D. F.; SILVA, BATISTA, L. D. **Apostila de Hidrologia**; 2006, Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap1-INTRO.pdf>>\_Acessado em: 27 de nov. de 2012.

COMISSÃO EUROPEIA. **A Directiva-quadro da Água**: Algumas informações. Luxemburgo. Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias; 2002.

CORREIA, P. R. B. L. **Águas de Abastecimento Público na Ilha do Fogo** - Concelho de São Filipe. 2008. 39f. Trabalho de Graduação (Bacharelato EM Físico-Química) - Instituto Superior de Educação, ISE, 2008.

DI BERNARDO, L.; SABOGAL PAZ, L. P. **Seleção de Tecnologia de Tratamento de Água** – São Carlos: Editora LDIBE LTDA, 2008. 878p (vol. I).

DOMINGUES, V. O. et al. **Contagem de bactérias heterotróficas na água para consumo humano**: comparação entre duas metodologias. Saúde, Santa Maria, v. 33, n.1, p. 15-19, 2007.

FREITAS, J. S.; ARAUJO, J. J. C.; FARIAS, C. S. Gestão da água Urbanas: Uma Leitura dos Sistemas de Abastecimento de água Potável em uma Comunidade da Amazônica, **Voos Revista Polidisciplinar Eletrônica**. Guairacá: ISSN, v. 2, p. 40 – 55, dez. 2009. Disponível em: [www.revistavoos.com.br](http://www.revistavoos.com.br). Acessado em: 12 de jan. de 2013.

FREITAS, M. A. V.; SANTOS, A. H. M. Importância da água e da informação hidrológica. In: FREITAS, M. A. V. de. (Ed.). **O estado das águas no Brasil**: perspectivas de gestão e informações de recursos hídricos. Brasília, DF: ANEEL/MME/ MMA-SRH/OMM, 1999. p. 13-16. il.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE; **Manual prático de análises de água**. 3ª ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

FILHO, C. F. M. **Abastecimento de água**. Campina Grande, PB. UFCG. [2002 – 2011].

GOMES, M. A. F.. **Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã**, revista Embrapa meio ambiente; 2011.

GRASSI, M. T. **Águas no planeta Terra**; Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola Edição especial; Maio 2001.

GUIMARÃES; C. S. **Saneamento Básico**; 2007.

GUYTON, A. C. **Fisiologia Humana**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara. Koogan,1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Censo Demográfico 2010**; Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/temas.php?codmun=251210&idtema=1&search=paraiba|pombal|censo-demografico-2010:-sinopse->> Acessado em 07 de set. de 2013.

JUNIOR, E. F. D., CASTRO, S. D; **Implantação de Sistemas Simplificados de Abastecimento de Água e Construção de Barragens Subterrânea**; 2013. Disponível em: <[www.mi.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=5a9d96bb-6e5a-40dd-b42e-745fbf787382&groupId=10157](http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=5a9d96bb-6e5a-40dd-b42e-745fbf787382&groupId=10157)> Acessado em: 15 de agosto de 2013.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**; 3. Ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.

MORTIMER, E. F. **O Significado das Fórmulas Químicas**. Disponível em: <<http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc03/conceito.pdf>>, Acessado em: 27 de nov. de 2012.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana**; Saúde Pública; Londrina – PR, 2002.

OLIVEIRA, N.F. **A importâncias do tratamento da água na prevenção de doenças**; Rio de Janeiro, 2007.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Guidelinis for Drinking – Wat Qualityria. Health Criteria and Other Supporting Information**. Vol. 2. Geneva, SW. 973p, 1996.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Guidelinis for Drinking – Wat Quality. Recommendation**. Vol. 1, Geneva, SW.494p, 2004.

PARAÍBA (Estado). Secretária de Educação. **Atlas geográfico do Estado da Paraíba**. João Pessoa: UFPB, 1985.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETO, J. M.; RICHTER C. A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**; São Paulo - SP BLUCHER, 1991.

RECESA. **Abastecimento de água : construção, operação e manutenção de redes de distribuição de água : guia do profissional em treinamento : nível 1** / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte : RECESA, 2008.68 p.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte; 2005.

WHITE, P.; RASMUSSEN, J.B. **The genotoxic hazards of domestic wastes in surface waters**. Mutat Res 1998; 410:223-36.