



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO – UAE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE – CES
CAMPUS DE CUITÉ – PB

INVESTIGAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁGUAS DE
ABASTECIMENTO UTILIZANDO METODOLOGIAS ANALÍTICAS

CUITÉ – PB

2011

MARIA JUBELITA SILVA MELO

**INVESTIGAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁGUAS DE
ABASTECIMENTO UTILIZANDO METODOLOGIAS ANALÍTICAS**

Monografia apresentada ao
Curso de Química da
Universidade Federal de
Campina Grande, Centro
de Educação e Saúde,
Campus Cuité, como forma
de obtenção do Grau de
licenciada em Química

Orientadora: Prof^ª. Dra. Denise Domingos da Silva

CUITÉ – PB

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE
Responsabilidade Msc. Jesiel Ferreira Gomes – CRB 15 – 256

M528i Melo, Maria Jubelita Silva.

Investigação de propriedades físico-químicas de águas de abastecimento utilizando metodologias analíticas. / Maria Jubelita Silva Melo. – Cuité: CES, 2011.

58 fl.

Monografia (Curso de Licenciatura em Química) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2011.

Orientadora: Dr^a. Denise Domingos da Silva

1. Águas - abastecimento. 2. Água - condutividade. 3. Troca iônica - resina. I. Título.

Biblioteca do CES - UFCG

CDU 556

MARIA JUBELITA SILVA MELO

**INVESTIGAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁGUAS DE
ABASTECIMENTO UTILIZANDO METODOLOGIAS ANALÍTICAS**

Monografia apresentada ao curso de Química da UFCG, Campus de Cuité, para
obtenção do grau de licenciado em Química.

Aprovada em: 27/06/2011

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Denise Domingos da Silva
Orientador(a)-UFCG/CES

Profa. Dra. Gleba Coelli Luna da Silveira
UEPB/ CCHE

Profa. Dra. Marta Maria da Conceição
UFCG/CES

DEDICATÓRIA

-A DEUS, por me guiar com sua luz divina, permitindo a concretização de mais uma etapa da minha vida;

-Aos meus pais Sebastião S. Melo e Carmelita L. da Silva que sempre apoiaram e me orientaram nas minhas escolhas;

- Ao meu esposo José Alexandre de Souza por ter sido paciente comigo nas horas difíceis;

- A minha filha Livia que é a minha mais nova razão de viver;

-A todos os meus irmãos que me ajudaram direto ou indiretamente nessa minha longa caminhada;

- Aos amigos, com os quais tenho convivido e aprendido;

-A todos os professores do Curso que nos impulsionaram a refletir e questionar sobre o nosso trabalho;

-Enfim, a todos que me ajudaram a vencer essa maravilhosa etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

-Aos meus companheiros de curso pelo incentivo e colaboração com relação á prática educativa e conclusão de um curso superior.

- A Universidade Federal de Campina Grande pelo apoio concedido para a realização deste trabalho.

- A Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão (PROPEX/UFCG) pela oportunidade de participar do Programa Institucional Voluntária de Iniciação Científica (PIVIC), no ano de 2010.

-Aos professores que colaboraram com meu aprendizado durante a prática docente.

-E principalmente a minha orientadora, professora Dr^a. Denise Domingos da Silva.

A Deus, meu refúgio e minha fortaleza, em quem eu confio, que me concedeu força e a coragem em todos os momentos de minha vida.

**Uma idéia torna-se uma força material quando ganha as
massa organizadas. (Karl Marx)**

RESUMO

O Município de Cuité é abastecido por água proveniente do açude Boqueirão do Cais, entretanto a água fornecida a população tem apresentado características de mudança de coloração (amarelada) e altos teores de sais. O presente estudo teve como principal objetivo investigar propriedades físico-químicas (pH, turbidez, condutividade, cloreto e dureza) da água de abastecimento do município de Cuité-PB. O processo de amostragem envolveu coletas de amostras em triplicatas de diferentes pontos da cidade (zona norte, sul e pontos da Universidade) e amostras de residências (ponto 01, 02, 03 e 04) e outras provenientes da CAGEPA (pontos 05, 06 e 07) totalizando 21 amostras. Os resultados indicaram uma média de pH = 7,8 – 7,9 e 1,25 – 2,74 NTU para turbidez. Os valores médios de condutividade apresentaram intervalo de 560 a 780 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ com semelhança entre as amostras coletadas do mesmo ponto de amostragem. Os valores da dureza variaram de 117,10 a 126,13 mg/L de CaCO_3 e os valores de cloretos de 3,3-4,5mg de Cl^-/L . O método de Cromatografia de Adsorção com resina de troca-iônica mista foi utilizado para diminuir a condutividade, dureza e o teor de cloretos da água. Os resultados encontrados foram significativos.

PALAVRAS-CHAVE: água de abastecimento, condutividade, resina troca-iônica

ABSTRACT

The city Cuité is supplied by water from dam Boqueirão do Cais, however the water supplied to population characteristics has shown change color (yellow) and high concentration of salts. The present study was investigated the physicochemical properties (pH, turbidity, conductivity, chloride and water hardness) of water supply in the city of Cuité-PB. The sampling procedure involved samples in triplicate from different parts of the city (north, south and parts of the University) and samples of households (point 01, 02, 03 and 04) and from other CAGEPA (05 points, 06 and 07) totaling 21 samples. The results indicated an average pH = 7.8 to 7.9 and 1.25 to 2.74 NTU for turbidity. The average values presented in the range of conductivity from 560 to 780 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ with the similarity between samples collected from the same sampling point. Hardness values ranged from 117.10 to 126.13 mg/L CaCO_3 and the values of chlorides from 3.3 to 4.5 mg Cl / L. The method of adsorption chromatography with ion exchange resin-mixed was used to decrease the conductivity, hardness and chloride content of water. The results were significant.

KEYWORDS: water supply, conductivity, resin mixed.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Vista satélite da Barragem do Açude Boqueirão do Cais.....	21
Figura 02 - Tratamento Clássico ou Convencional de Potabilização	24
Figura 03 –. Representação de grãos de resina de troca iônica.....	28
Figura 04 -. Procedimento de Coleta.....	31
Figura 05 – Turbidímetro modelo TB 1000.....	35
Figura 06 – Cubetas Padrões do turbidímetro.....	36
Figura 07 - Condutivímetro Digital- Modelo: mCA 150.....	36
Figura 08 –. Procedimento de determinação da dureza.....	38
Figura 09 –Procedimento de determinação de cloretos	39
Figura 10 - Regeneração da resina de troca iônica	40
Figura 11 - Processo de filtração da resina	40
Figura 12 - Amostra de água coletada de residência (ponto 02) direto da rede CAGEPA	41
Figura 13 - Resíduo encontrado após a filtração da água de abastecimento coletada no ponto 04.....	45
Figura 14 : Reação representativa do ponto final da titulação de complexação.....	48
Figura 15 : Ponto final da titulação de complexação	49

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 01 – Reação de precipitação da prata com o cromato.....	32
Equação 02 - Reação de complexação do cálcio com EDTA e indicador.....	48
Equação 03 – Cálculos da concentração da dureza.....	49
Equação 04 – Reação para a determinação de cloreto.....	53
Equação 05 – Reação da prata com o indicador cromato de potássio.....	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 01- Indicação dos pontos de amostragem selecionados.....	29
Quadro 02 – Indicação dos pontos de amostragem coletados na CAGEPA.....	29
Quadro 03 - Representação de reações em meio aquoso do titulante (EDTA) com o analito.....	49
Quadro 04 - Classificação da Dureza das Águas.....	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Análise do pH.....	42
Gráfico 02 - Análise da Turbidez para as amostras de águas.....	44
Gráfico 03 – Condutividade para as amostras de água.....	47
Gráfico 04 – Condutividade após passar pela coluna de adsorção de troca iônica.....	47
	48
Gráfico 05 – Análises de Dureza.....	51
Gráfico 06 – Análises de Dureza, após passar pela coluna de adsorção de troca iônica realizada com a amostra do ponto 01.....	52
Gráfico 07 – Análises de Cloreto.....	54
Gráfico 08 – Análises de Cloretos, após passar pela coluna de adsorção de troca iônica.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Medidas de pH das amostras coletadas nos diferentes pontos.....	42
Tabela 02 – Medidas de turbidez para as amostras de águas dos pontos coletados.....	43
Tabela 03 – Valores de turbidez de águas coletadas nos pontos 02, 04 e 05 após processo de filtração.....	44
Tabela 04 – Valores de condutividade das amostras.....	46
Tabela 05 – Valores de dureza indicando o teor CaCO_3 em mg/L.....	50
Tabela 06 – Concentração de Cloreto para as amostras coletadas.....	53

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	17
2.OBJETIVOS.....	19
2.1. – Objetivo Geral.....	19
2.2. – Objetivos específicos.....	19
3. – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
3.1. – Áreas de estudo.....	21
3.2. – Impurezas presente na água.....	22
3.3. – Tratamento e purificação de Água.....	23
3.3.1. – Métodos de Tratamento de Água.....	23
3.3.2 – Métodos de Purificação de Água.....	25
3.3.3. –Método de Conservação das amostras.....	26
3.4. – Resinas de Troca Iônica.....	28
4.METODOLOGIA.....	29
4.1. – Coleta de amostras.....	29
4.1.1. – Recipientes de coleta destinadas às Análises físico-químicas.....	30
4.1.2. – Procedimento para coleta em residências.....	30
4.2. – Análises Físico-químicas.....	31
4.2.1. – Volumetria de precipitação.....	32
4.2.2. – Análises de pH.....	33
4.2.3. – Análises de Turbidez.....	34
4.2.4. – Análises de Condutividade.....	36
4.2.5. – Análises de Dureza.....	37
4.2.6. – Determinação de Cloretos.....	39
4.3. – Preparação da coluna com resina de troca-iônica.....	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	41
5.1. - Processo de Amostragem.....	41
5.2. - Medidas de pH.....	42
5.3. – Turbidez.....	43
5.4. – Condutividade.....	46
5.4.1. – Análise da Condutividade após passar por coluna de troca-iônica.....	47

5.5. – Determinação da dureza.....	48
5.6. – Determinação da concentração de cloreto.....	53
6. CONCLUSÕES.....	56
7. REFERÊNCIAS.....	57

1- INTRODUÇÃO

A água é um dos elementos indispensáveis à vida, sendo uma das principais substâncias mais ingeridas pelo ser humano (Okura et al, 2006). A água para ser consumida pelo homem não pode conter substâncias dissolvidas em níveis tóxicos e nem transportar em suspensão microrganismos patogênicos que provocam doenças.

Segundo a Organização Mundial da Saúde cerca de 80% das doenças que ocorrem em países em desenvolvimento são veiculadas por água contaminada (Coelho et. al., 2007). Isto se deve ao fato de apenas 30% da população mundial ter água tratada e os outros 70% terem poços como fonte de água facilitando assim sua contaminação (FERNANDES; SANTOS, 2007).

A crescente demanda por recursos hídricos em nível mundial associada às dificuldades de gestão tem ocasionado à degradação das águas em relação a sua quantidade e qualidade. A alteração das características físico-químicas da água pode ser relacionada aos grupos dos compostos orgânicos e inorgânicos, bem como a processos naturais e antropogênicos. Os contaminantes inorgânicos têm ganhado uma visibilidade maior com o estudo da contaminação por metais pesados, tendo em vista a toxicidade desses elementos. No entanto, apesar do conhecimento dos problemas associados à presença desses elementos, estes ainda não são integrados aos Índices de Qualidade.

O uso desordenado da água tem causado sérios problemas, principalmente nos centros urbanos, onde a maioria dos problemas relacionados com o seu uso tem sido ocasionado pela crescente contaminação dos corpos d'água, gerando sua minimização.

A contaminação da água pode se dar em razão da descontinuidade do seu fornecimento, da falta de rede de esgoto, da manutenção inadequada da rede e reservatórios, agrotóxicos e aterros sanitários, que contaminam os lençóis freáticos (CARVALHO, et. al., 2009).

As ações de vigilância sanitária tais como, por exemplo, o controle da água para consumo humano, são de suma importância, assessorando quanto à necessidade, qualidade e promoção de medidas de intervenção, sendo preventivas ou corretivas, garantindo água de boa qualidade para o consumo (TEIXEIRA, 2005).

A forma de avaliar a sua qualidade é através das análises físico-químicas e microbiológicas realizadas por laboratórios especializados. No Brasil, existem padrões de potabilidade regidos por portarias e resoluções legais, que dão subsídios aos laboratórios na expedição de seus laudos. Torna-se necessário o conhecimento das

propriedades físico-químicas das águas de abastecimento, como forma de monitoramento das condições ambientais, a qual estas águas estão inseridas e dessa forma garantir sua qualidade.

Em razão dessas evidências o objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade físico-química da água de abastecimento do Município de Cuité-PB, fornecendo assim um diagnóstico de suas condições.

2- OBJETIVOS

2.1-Objetivo Geral

Investigar propriedades físico-químicas da água de abastecimento do município de Cuité-PB, por meio de metodologias analíticas.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar propriedades físico-químicas de águas de abastecimento em diferentes pontos de amostragem;
- Determinar as propriedades físico-químicas da água do açude do cais após o tratamento convencional e comparar os resultados com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Legislação Vigente no país;
- Aplicar uma nova metodologia, (resina de troca iônica mista) com o intuito de minimizar os teores de condutividade, dureza e cloreto.

3- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De toda a água na natureza 97,4% é salgada (mares e oceanos), e o restante 2,6% é representada pelos rios, lagos e fontes subterrâneas, no entanto a maior parte desse percentual não tem aproveitamento direto, pois formam as geleiras e lençóis profundos, onde a captação se torna economicamente inviável. Desse percentual aproveitável, cerca de 0,3%, a maior parte está poluída ou não oferece condições economicamente viáveis para o tratamento. O Brasil possui 8% da reserva de água doce do mundo. Desse total 80%, encontra-se na Região Amazônica, os 20% restantes distribuem-se nas demais regiões, onde está a grande maioria da população brasileira (FREITAS, 2001).

A água é um dos elementos indispensáveis à vida, sendo uma das principais substâncias ingeridas pelo ser humano. No seu estado natural, representa um dos componentes mais puros, porém esta característica vem se alterando e hoje ela é um dos maiores veículos de transmissão de inúmeras doenças (REIS; HOFFMMAN, 2006).

A água para ser potável não deve conter nenhum microrganismo patogênico, ou substância química capaz de causar algum dano ao homem, deve também estar livre de bactérias que indicam poluição fecal. Para certificar que a água satisfaz os padrões e normas de potabilidade em qualidade microbiológica e físico-química, é importante que as amostras sejam examinadas regularmente em relação aos indicadores de poluição fecal (coliformes totais e fecais) e físico-químicos (nitrato, pH, turbidez, cloro residual livre, ferro e fluoreto) (FREITAS, 2001).

3.1- Áreas de Estudo

A área de estudo está situada no Município de Cuité-PB, região do Curimataú, no cariri paraibano. Uma das áreas chama-se Açude do Cais, represa onde se retira água para abastecimento e os outros pontos coletados, foram em residências no município de Cuité-PB e na empresa responsável pelo abastecimento, armazenamento e tratamento da água em Cuité, a CAGEPA. Também foram coletadas amostras de água de locais da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Cuité-PB.



Figura 01 – Vista satélite da Barragem do Açude Boqueirão do Cais.

Fonte: Software Google Earth, maio de 2010

De acordo com a portaria nº 518/2004 classifica-se como sistema de abastecimento de água: “Instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão” (BRASIL, 2004).

O abastecimento de água no município de Cuité-PB é feito para mais de 80% dos domicílios através da rede geral, e os restantes são abastecidos por poços e cisternas. A região não possui rede coletora de tratamento de esgoto e os resíduos são

lançados em fossas sépticas construídas na própria residência ou lançados para uma lagoa localizada nos arredores da cidade.

3.2- Impurezas Presentes na Água

A água possui várias impurezas, que se classificam pelo seu tamanho e comportamento físico-químico, quando em solução em água. Essas impurezas podem estar presentes na forma particulada (areia, argila, restos de plantas e animais, algas e bactérias), coloidal (sílica-SiO₂, proteínas, compostos orgânicos e vírus) e material dissolvido (cátions, ânions e gases).

Material Particulado: Inclui, principalmente, sílica, resíduos desagregados do metal de tubulação e colóides. Estas partículas em suspensão podem entupir filtros, válvulas, tubos e membranas de ultrafiltração e de osmose reversa. O material particulado é visível como uma névoa ou turbidez e é detectado através de filtração combinada com métodos gravimétricos ou através de microscopia.

Materiais Inorgânicos Dissolvidos: Íons cálcio e magnésio (Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺) dissolvidos de formações rochosas; gases como o dióxido de carbono (CO₂) que se ioniza na água e forma ácido carbônico; íons ferroso e férrico, liberados de tubos e superfícies de ferro; íons cloreto e fluoreto, de estações de tratamento de água; nitratos, de fertilizantes; íons cobre, alumínio, manganês, etc. Há vários testes para identificar substâncias inorgânicas específicas; o mais simples deles é a medida direta da condutividade ou da resistividade elétrica. A maioria das substâncias dissolvidas tem carga elétrica, positiva (cátions) ou negativa (ânions), e transmitem corrente elétrica quando se mergulham eletrodos na água e aplica voltagem aos mesmos. Quanto maior for a quantidade de íons presentes, maior a condutividade e menor será a resistividade.

Materiais Orgânicos Dissolvidos: Pesticidas, herbicidas, solventes, gasolina e compostos orgânicos em geral, resíduos de animais e vegetais.

Microorganismos: A água de superfície contém uma grande variedade de microorganismos, incluindo bactérias, protozoários, algas e outros.

3.3- Tratamento e Purificação de Água

Quando a água para consumo humano, não estiver dentro dos padrões de potabilidade, é necessário o emprego de um tratamento físico e físico-químico a fim de se remover todas as impurezas presentes.

O tratamento pode ser domiciliar, simples, convencional ou avançado. Quando a água é fornecida por uma companhia de abastecimento, ela deve captar e tratar a água e distribuí-la de acordo com os padrões de potabilidade estabelecido pelo Ministério da Saúde. As tecnologias de tratamento empregadas variam em função do tipo de água. Quanto mais vulnerável e comprometida por fontes de poluição pontual e difusa, maior é a concentração de impurezas presentes na água e, portanto necessita-se de tratamento mais complexo e de custo mais alto (MS, 2001) .

3.3.1- Métodos de Tratamento de Água

Segundo a ABNT , através da NBR-12216, classifica as águas em quatro tipos:

Tipo A: águas subterrâneas ou superficiais, provenientes de bacias sanitariamente protegidas;

Tipo B: águas subterrâneas ou superficiais, provenientes de bacias não protegidas;

Tipo C: águas superficiais, provenientes de bacias não protegidas;

Tipo D: águas superficiais, provenientes de bacias não protegidas, sujeitas à poluição e requerem tratamentos especiais para atenderem o Padrão de Potabilidade.

E para cada tipo de água, recomenda um tratamento específico, e a tecnologia empregada pode ser:

Tipo A: desinfecção e correção de pH;

Tipo B: desinfecção, correção do pH, decantação simples e filtração precedida ou não de decantação;

Tipo C: coagulação, seguida ou não da decantação, filtração rápida, desinfecção e correção do pH;

Tipo D: idem tipo c e complementar apropriado a cada caso.

A desinfecção consiste na remoção de microrganismos patogênicos, através de um agente químico (cloro, ozônio, iodo, permanganato de potássio) ou de um agente

físico (calor, ou radiação ultravioleta). As estações de tratamento geralmente utilizam cloro gasoso como agente desinfetante.

No tratamento simplificado a água além de sofrer uma desinfecção, é submetida a uma filtração, que pode ser lenta, geralmente em águas com baixa turbidez; ou rápida, utilizada em águas com turbidez mais alta, esta última é quase sempre precedida por uma decantação química ou simples.

No tratamento convencional, a água para ficar límpida, requer a introdução de um agente químico (sulfato de alumínio, cloreto férrico e polieletrólitos), chamado de coagulante que serve para remover as impurezas, representadas em sua maior parte pelas partículas coloidais. Essas partículas necessitam serem desestabilizadas e aglutinadas umas às outras, formando flocos que serão sedimentados nos decantadores e removidos na filtração. A coagulação é realizada numa unidade de mistura rápida, enquanto que a aglutinação é efetuada em uma unidade de mistura lenta ou floculadores.

O sistema de abastecimento de água de uma cidade é iniciado na captação, onde ocorre a tomada d'água, que segue para o tratamento, após a remoção das impurezas, a água é armazenada em reservatórios onde em seguida é distribuída à população através de adutoras e malhas de rede. Essa distribuição pode ser realizada por meio de bombas ou por gravidade (MS, 2001).

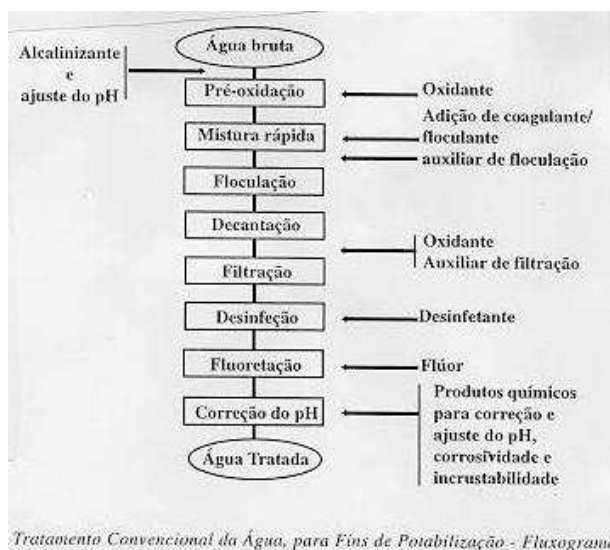


Figura 02 - Tratamento Clássico ou Convencional de Potabilização

Fonte: Di Bernardo *Apud* Freitas (2001)

3.3.2- Métodos de Purificação de Água

A tecnologia atual permite a utilização de vários processos de purificação de água, sejam isolados, sejam combinados, dependendo da qualidade da água bruta e da qualidade desejada para a água tratada; os principais são: destilação, deionização, osmose reversa, filtração, adsorção em carvão ativado, oxidação com radiação ultravioleta; sendo os principais descritos a seguir:

Deionização: é comumente utilizada nos laboratórios para produzir água purificada de consumo rotineiro; funciona através da adsorção das impurezas pela resina de troca iônica. As resinas de troca iônica podem ser formuladas para possuir sítios catiônicos ou aniônicos que funcionam da seguinte maneira: os sítios de troca de uma resina catiônica deste tipo são inicialmente ocupados por íons H^+ e as de troca aniônica são ocupados por íons OH^- . Quando a água poluída por íons M^+ e X^- é passada através de duas resinas, os íons H^+ sobre a primeira são substituídos por M^+ , e então os íons OH^- sobre a segunda são substituídos por X^- . Portanto, a água que foi passada contém íons H^+ e OH^- mais do que sais, os quais permanecem nas resinas. Certamente, esses dois íons imediatamente combinam para formar mais moléculas de água. Portanto, a troca iônica pode ser utilizada para remover sais do efluente, incluindo os metais pesados (BAIRD; CANN, 2011).

Osmose Reversa: A osmose reversa pode ser melhor explicada após se entender melhor o processo natural da osmose. Osmose é o movimento da água através de uma membrana semipermeável, do lado de menor concentração de impurezas (mais puro) para o lado de maior concentração de impurezas (lado de maior salinidade, menos puro). Esse movimento continua até que as concentrações atinjam o equilíbrio ou que a pressão no lado mais concentrado se torne alta o suficiente para impedir o fluxo.

Quando se aplica, na solução mais concentrada, uma pressão maior que a pressão osmótica, usando uma bomba de alta pressão, as moléculas de água são empurradas de volta através da membrana para o lado menos concentrado, o que resulta na purificação de água; este é o processo da osmose reversa.

Filtração Através de Carvão Ativado: remove o cloro por quimisorção e as substâncias orgânicas dissolvidas por adsorção. Geralmente, o filtro de carvão ativado é colocado nos sistemas de purificação de água antes da osmose reversa e antes da

deionização, pois tanto as membranas de osmose quanto as resinas de troca iônica são sensíveis ao cloro e podem ser colmatadas pela matéria orgânica dissolvida.

Adsorção Orgânica: seqüestra contaminantes orgânicos presentes em concentrações ao nível de traços. Esse processo permite obter água com menos de 20 ppb (20 partes por bilhão ou 0.02mg/l) de carbono orgânico total. O cartucho de adsorção pode conter resinas especiais e carvão ativado.

Ultra-filtração: utiliza uma membrana que é muito similar à utilizada em osmose reversa, exceto pelo fato de os poros do ultrafiltro serem ligeiramente maiores. O ultra-filtro é utilizado para remover pirogênios da água purificada (BREDA, 2001).

3.3.3 - Métodos de Conservação das Amostras

Devido ao intervalo de tempo que geralmente existe entre a coleta das amostras e realização das análises, é preciso adotar métodos específicos para conservação e armazenamento de amostras, com a finalidade de resguardar as condições similares do ponto amostrado e evitar contaminação ou perda dos constituintes a serem examinados (MS, 2006).

As alterações químicas que podem ocorrer na estrutura dos constituintes acontecem em função das condições físico-químicas da amostra. Assim, metais podem precipitar-se como hidróxidos ou formar complexos com outros constituintes; os cátions e ânions podem mudar o estado de oxidação; outros constituintes podem dissolver-se ou volatilizar-se com o tempo e há possibilidade de absorção de íons pela superfície do frasco de coleta (BRASIL, 2007).

Os métodos de conservação das amostras empregados têm por objetivo retardar a ação biológica e a hidrólise dos compostos químicos e complexos, reduzir a volatilidade dos constituintes e os efeitos de adsorção e preservar organismos, evitando ou minimizando alterações morfológicas e fisiológicas nas amostras. Para conservação das amostras durante a realização da pesquisa foi empregada a refrigeração, sendo este método comumente utilizado em trabalhos de campo. Embora a refrigeração não mantenha a completa integridade para todos os parâmetros, interfere de modo insignificante na maioria das determinações laboratoriais. A refrigeração é sempre

utilizada na preservação de amostras microbiológicas e algumas determinações químicas e biológicas.

Adição química: É o método de conservação mais conveniente. Uma substância conservadora é adicionada prévia ou imediatamente após a coleta da amostra, provocando a estabilização dos constituintes de interesse por período mais longo de tempo. Contudo, devido à natureza biológica de alguns testes (especificamente DBO) e também ao fato de que a composição química da amostra pode ser afetada pela conservação.

Congelamento: Trata-se de um método em que o agente conservador é a temperatura. Contudo, componentes como resíduos sólidos (filtráveis e não filtráveis) alteram-se com o congelamento e posterior retorno à temperatura ambiente. É um método aceitável para algumas análises, mas não para conservação em geral.

Refrigeração: utilizada para conservação de vários parâmetros, constitui-se num método comum em trabalhos de campo. Embora a refrigeração não mantenha a completa integridade para todos os parâmetros interfere de modo insignificante na maioria das determinações laboratoriais. A refrigeração é sempre utilizada na preservação de amostras microbiológicas e alguma determinações químicas e biológicas.

3.4- Resinas de Troca Iônica

As resinas de troca iônica são polímeros orgânicos geralmente sulfonados e derivados de estireno e do divinilbenzeno, na forma de pequenas partículas quase sempre esféricas (diâmetro menor que 0,5mm).

O processo consiste em passar a água através do leito dessas partículas, quando então os cátions e ânions presentes na água vão deslocando e substituindo gradativamente os íons hidrogênio e hidroxila ativos da mesma, até saturá-las, ou seja, até que não haja íons H^+ e OH^- para serem substituídos: nesse ponto a resina tem que ser regenerada, isto é, tratada quimicamente de modo a se recuperar sua capacidade de troca iônica; o processo de regeneração é exatamente o inverso da operação, promove a substituição, nas partículas das resinas, dos cátions e ânions seqüestrados durante a operação normal por íons H^+ e OH^- respectivamente (BREDA, 2001).

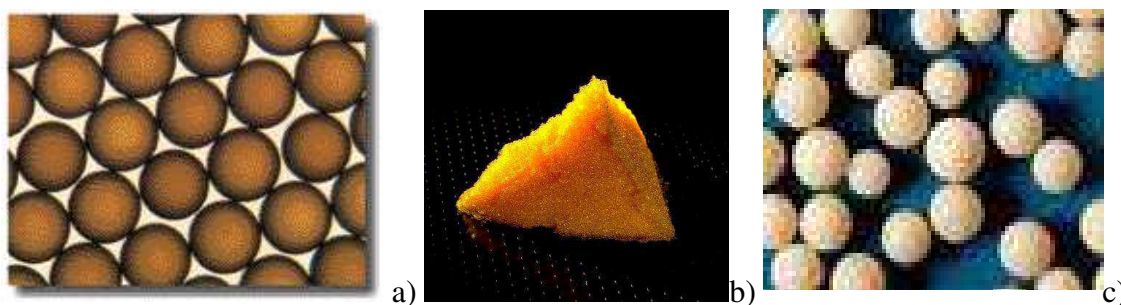


Figura 03 – Representação de grãos de resina de troca iônica (ampliados) **Fonte** (BREDA, 2001)

4. METODOLOGIA

4.1. Coleta das amostras

As amostras de água, para análise das características físico-químicas, foram coletadas em diferentes pontos do município de Cuité-PB, no período de março a maio de 2011, sendo observados os critérios de amostragem. Para isso coletou-se amostras de sete pontos distintos os quais foram distribuídos da seguinte maneira de acordo com a quadro 01 e 02.

Quadro 01 – Indicação dos pontos de amostragem selecionados

Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04
Amostra de água coletada do banheiro do bloco H - CES	Amostra de água de residência – direta da rede da CAGEPA – zona oeste	Amostra de água coletada de caixa de água de residência – centro da cidade	Amostra de água coletada de residência – direta da rede da CAGEPA – zona leste

Quadro 02 – Indicação dos pontos de amostragem coletadas na CAGEPA

Ponto 05	Ponto 06	Ponto 07
Amostra de água in natura	Amostra de água filtrada	Amostra de água clorada

4.1.1- Recipientes de Coleta Destinados às Análises Físico-Químicas

A limpeza dos frascos é de suma importância para impedir a introdução de contaminação nas amostras e dessa forma evitar erros provenientes do processo de amostragem

Os principais recipientes para armazenamento das amostras de água são recipientes de plásticos e vidro. Para as análises físico-químicas foram utilizados recipientes de plástico de polietileno, por possuírem uma menor absorção de íons de metais e ser inerte a maioria dos constituintes que porventura presentes na amostra.

4.1.2.- Procedimento para coleta em residências (Brasil, 2004) (Figura 04)

- a) lavar as mãos com água e sabão;
 - b) limpar a torneira do usuário com um pedaço de algodão embebido em álcool;
 - c) abrir a torneira e deixar escorrer a água durante 1 ou 2 minutos;
 - d) fechar e flambar a torneira;
 - e) abrir novamente a torneira e deixar escorrer por mais 2 ou 3 minutos;
 - f) coletar a amostra de água;
 - g) encher com pelo menos $\frac{3}{4}$ de seu volume;
 - h) tampar o frasco, identificá-lo, anotando endereço, a hora e a data da coleta, o estado do tempo, o nome do coletor, etc;
 - i) marcar o frasco com o número da amostra, correspondente ao ponto de coleta;
 - j) preencher a ficha de identificação da amostra de água;
 - k) colocar o frasco da amostra na caixa de isopor com gelo;
 - l) lacrar, identificar e enviar a caixa para o laboratório.
- O tempo de coleta e a realização do exame não deve exceder 24 horas;

Nota: segundo a CETESB a torneira pode ser flambada se o coletador achar necessário. Entretanto esse procedimento não é muito aconselhável, pois além de provocar danos as torneiras, comprovou-se não ter efeito letal sobre as bactérias. Atualmente o processo de flambagem é opcional. A CETESB e o *Standard Methods* recomendaram utilizar álcool 70% ou hipoclorito de sódio a 100 mg/L e utilizando esse

procedimento deve-se remover completamente o álcool ou hipoclorito, antes da coleta, deixando a água escoar por pelo menos uns 02 a 03 minutos.

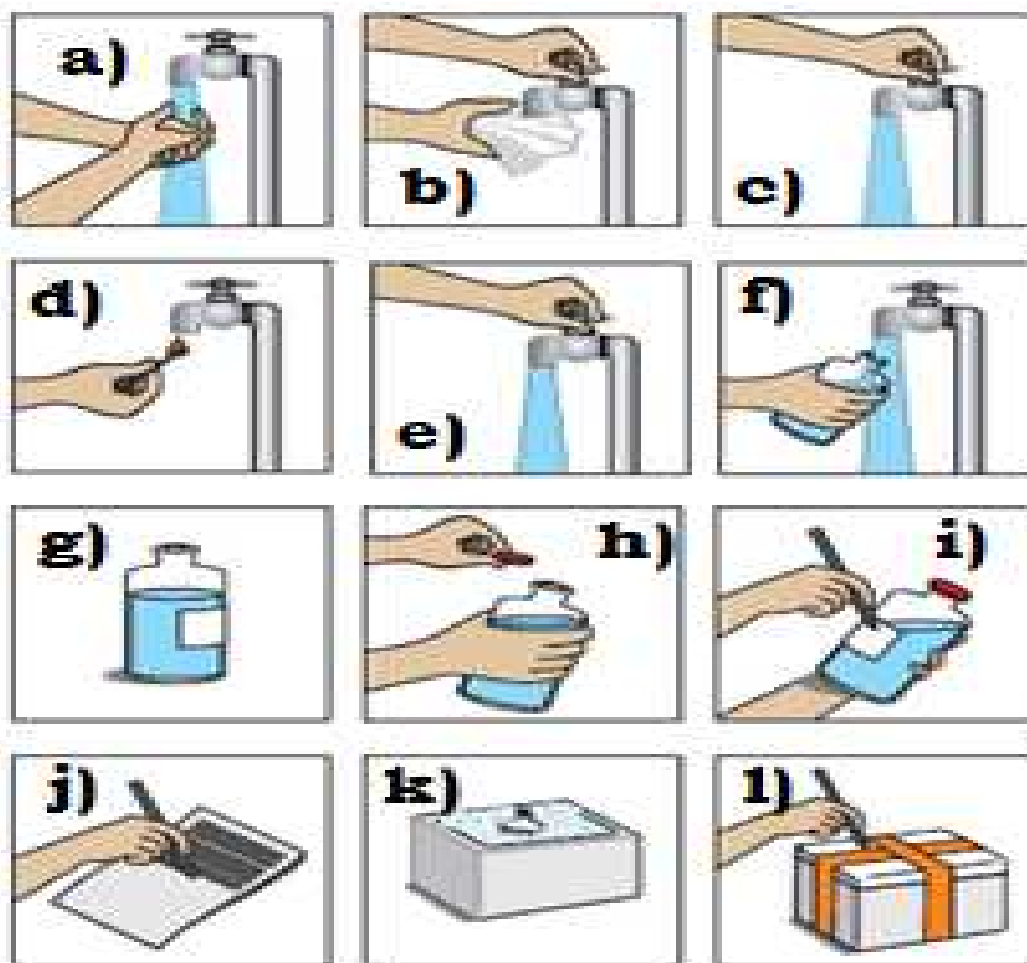


Figura 04- Procedimento de Coleta-Fonte: (BRASIL, 2006)

4.2-Análises Físico-Químicas

Para determinação das propriedades físico-químicas da água foram realizados testes de pH, turbidez, condutividade, dureza e cloreto das amostras coletadas nos diferentes pontos de amostragem.

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Química Analítica da UFCG/CES. Os métodos utilizados para análise dos parâmetros físico-químicos foram os titulométricos. As titulações são amplamente usadas em química analítica para determinar ácidos, bases, oxidantes, redutores, íons metálicos, proteínas e muitas outras espécies (SKOOG et al,2008).

Em uma análise volumétrica, a quantidade de um constituinte de interesse (amostra) é determinada através da reação desta espécie química com outra substância

em solução, chamada solução-padrão, cuja concentração é conhecida. Sabendo-se qual a quantidade da solução-padrão necessária para reagir totalmente com a amostra e a reação química que ocorre entre as duas espécies, tem-se condições para calcular a concentração da substância analisada (BACCAN et. al.,2001).

4.2.1 - Volumetria de Precipitação

Dentre os métodos volumétricos de precipitação, os mais importantes são os que empregam solução-padrão de nitrato de prata. São os chamados métodos argentométricos e são usados na determinação de haletos e de alguns íons metálicos.

Baseados nos diferentes tipos de indicadores disponíveis, existem três métodos distintos para a determinação volumétrica de cloreto com íons prata:

- Formação de um sólido colorido, como no método de Mohr;
- Formação de um complexo solúvel, como no método de Volhard;
- Mudança de cor associada com a adsorção de um indicador sobre a superfície de um sólido, como no método de Fajans.

Método de Mohr

Segundo o método de Mohr para a determinação de cloretos, o haleto é titulado com uma solução-padrão de nitrato de prata usando-se cromato de potássio como indicador. No ponto final, quando a precipitação do cloreto for completa, o primeiro excesso de íons Ag^+ reagirá com o indicador ocasionando a precipitação do cromato de prata, vermelho, conforme indicado na equação 01.



Preparação de uma solução de AgNO_3 $0,1\text{mol L}^{-1}$,

Esta solução foi preparada a partir do padrão primário AgNO_3 seco em estufa a 150°C por 1-2 h. Em seguida foi pesado com exatidão entre 16,0 e 17,0 g(anotar até $\pm 0,1\text{mg}$) do AgNO_3 , transferido para um balão volumétrico de 1 litro, dissolvido com

aproximadamente 500 mL de água destilada e depois ajustar até a marca do menisco. Calcula-se a concentração certa, a partir da massa pesada.

Padronização da solução AgNO_3 $0,1\text{mol L}^{-1}$

Pode-se padronizar esta solução pesando-se por diferença duas amostras entre 0,17 e 0,19 (anotando até $\pm 0,1$ mg) de NaCl (previamente aquecido em mufla à temperatura de 500-600°C durante 2-3 h), transferindo-as para frascos erlenmeyer. A cada erlenmeyer adicionam-se 50-80 mL de água destilada, 1 mL da solução do indicador e titula-se lentamente com a solução de AgNO_3 , até que a primeira mudança de cor persista na suspensão por 20-30 segundos.

O indicador usado neste método de Mohr é uma solução de 5% (m/v) de cromato de potássio em água, e usa-se 1 mL desta solução para um volume de 50-100 mL de solução a ser titulada.

O ponto final da titulação é detectado pelo aparecimento do precipitado de cromato de prata, avermelhado (BACCAN, 2001).

4.2.2- Análises de pH

O termo pH representa a concentração de hidrogênios em uma solução. Na água, este fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento. Na rotina dos laboratórios de estações de tratamento ele é medido e ajustado sempre que é necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação da água e também o controle da desinfecção (MS, 2009).

O conhecimento do potencial hidrogeniônico de uma água possibilita o controle da:

- a) corrosão;
- b) quantidade de alúmen necessária à coagulação;
- c) proliferação de pequenos seres animais e vegetais;
- d) capacidade do tanque de coagulação;
- e) eficiência na remoção de bactérias (ADAD, 1982).

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição.

Existem no mercado vários aparelhos para determinação do pH. São denominados potenciômetros ou colorímetros (MS, 2009).

As medidas de pH das amostras de água foram realizadas por meio de um potenciômetro (PHmetro) digital, pH METER MODEL, da marca PHTEK, modelo: PHS-3B digital, seguindo o procedimento:

- O aparelho foi ligado por um período de 15 minutos em seguida o eletrodo foi inserido solução tampão de pH = 4,0 e 9,0;
- Em seguida foram efetuadas as análises das amostras de águas dos diferentes pontos.

4.2.3-Análises de Turbidez

A turbidez da água é devido à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais (MS, 2009).

A turbidez tem sua importância no processo de tratamento da água. A água com turbidez elevada e dependendo de sua natureza, forma flocos pesados que decantam mais rapidamente de que com a água com baixa turbidez. É um indicador sanitário e padrão de aceitação de água de consumo humano (MS, 2009).

A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece que o Valor Máximo Permitido seja de 1,0 NTU - Unidade de Turbidez, para água subterrânea desinfetada e água filtrada após tratamento completo ou filtração direta, e 5,0 UT como padrão de aceitação para consumo humano. Para água resultante de filtração lenta o Valor Máximo Permitido é 2,0 NTU (MS, 2004).

O método de análise é baseado na comparação da intensidade da luz espalhada pela amostra em condições definidas, com a intensidade da luz espalhada por uma suspensão considerada padrão. Quanto maior a intensidade da luz espalhada maior será a turbidez da amostra analisada. O turbidímetro é o aparelho utilizado para esta leitura (MACEDO, 2001).

As medidas de turbidez das amostras foram realizadas por uso de um turbidímetro modelo TB 1000, indicado na Figura 05.



Figura 05– Turbidímetro modelo TB 1000

Fonte: Dados da Pesquisa

Procedimento de determinação da turbidez

A sequência operacional a ser seguida é:

- 1- Ligar o turbidímetro;
- 2- Calibrar o aparelho com as amostras padrões, seguindo as instruções do mesmo;
- 3- Colocar 10 ml de amostra na cubeta;
- 4- Levar a cubeta ao aparelho e examinar a amostra;
- 5- Fazer a leitura.

Processo de Calibração

Para iniciar a calibração retirou-se as ampolas da embalagem de proteção (Figura 06), limpou-se o vidro para que ficasse livre de impurezas, tais como gordura ou sujeira que venham a interferir no valor padrão. Pressionou-se o a tecla CAL até que mudou o display para calibração do equipamento. Inseriu-se a cubeta padrão 0,1 NTU e pressionou-se a tecla ok (tecla C), em seguida o aparelho deu sinal calibrando, que foi solicitando as outras cubetas (padrões prontos 0,01; 0,80; 80; 1000 NTU). Após o processo da calibração do turbidímetro, as amostras de água foram analisadas e desta forma determinada a sua turbidez.



Figura 06 – Cubetas Padrões do turbidímetro 0,01; 0,1; 0,80; 80; 1000 NTU

Fonte: Dados da Pesquisa

4.2.4-Análises de Condutividade

A Condutividade é medida em microsiemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ou milisiemens/cm (mS/cm), a medição desta dá uma indicação genérica, não específica, da presença e concentração de espécies químicas ionizadas; ela não consegue indicar a presença, tipo e concentração de espécies químicas não ionizadas, ou mesmo de substâncias ionizadas ao nível de partes por bilhão (BREDA, 2001).

A condutividade foi determinada por meio de Condutímetro Digital- Modelo: mCA 150 (figura 07).



Figura 07- Condutímetro Digital- Modelo: mCA 150.

Fonte: Dados da Pesquisa

As medidas de condutância foram realizadas seguindo as etapas abaixo:

1. Lavou-se a célula com água destilada e enxugou-se com papel absorvente macio não permitindo que o papel atingisse as placas.

2. Mergulhou-se a célula e o sensor de temperatura na solução padrão e aguardou até que a leitura estabilizasse
3. Pressionou-se a tecla “Cal”, (é a tecla C).
4. O equipamento solicita a solução tampão da configuração.
5. Pressionou-se a tecla OK e o equipamento iniciou o processo de calibração.
6. Após as medidas o aparelho automaticamente inicia novas leituras.

Após a realização do processo de calibração foi mergulhado a célula e o sensor na amostra de água e aguardou-se a estabilização da leitura. Após a estabilização da leitura anotou-se o resultado. Esse procedimento foi realizado para as demais amostras que foram submetidas à análise.

4.2.5- Análise da Dureza

Para determinação da dureza total das amostras de água, o método empregado foi a volumetria de complexação. Foram realizadas titulações das amostras em estudo, com uma solução de EDTA titulante numa concentração conhecida.

A dureza total é calculada como sendo a soma das concentrações de íons cálcio e magnésio na água, expressos como carbonato de cálcio. A dureza de uma água pode ser temporária ou permanente.

A dureza temporária, também chamada de dureza de carbonatos, é causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio. Esse tipo de dureza resiste à ação dos sabões e provoca incrustações. É denominada temporária porque os bicarbonatos, pela ação do calor, se decompõem em gás carbônico, água e carbonatos insolúveis que se precipitam (BRASIL, 2004).

A dureza permanente é devida à presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, resiste também à ação dos sabões, mas não produz incrustações por seus sais serem muito solúveis na água. Não se decompõem pela ação do calor (BRASIL, 2004).

Para a determinação da dureza das amostras de água foi transferido 100 mL de H_2O das amostras, adicionado 6 mL da solução de NaOH (5,0 Mol/L), adicionado cristais do indicador (Murexida). A titulação foi realizada com EDTA (0,01 Mol/L) até

a presença de uma coloração violeta. Este procedimento foi realizado em triplicada para cada ponto de amostragem. (BACCAN, 1979).

A figura 08 mostra o procedimento da determinação da dureza:

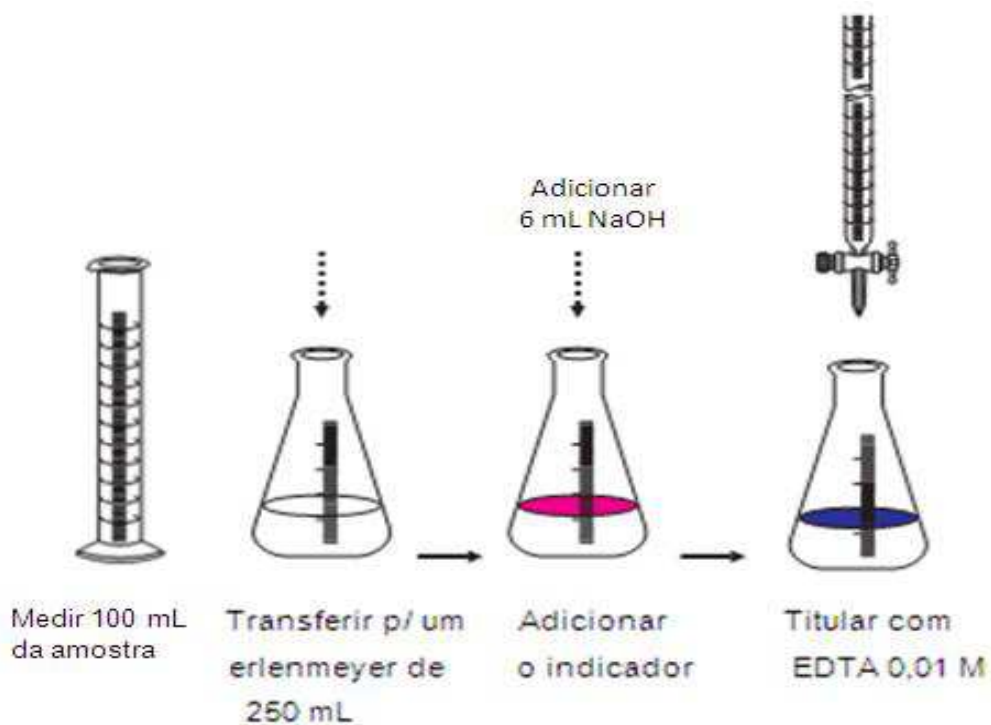


Figura 08 - Procedimento de determinação da dureza. Fonte: (BRASIL, 2006)

- 1) Medir 100 mL da amostra de água de abastecimento;
- 2) Adicionar 6 mL da solução de NaOH (5,0M);
- 3) Adicionar cristais do indicador murexida;
- 4) Titular com EDTA 0,01 Mol/L ;
- 5) Anotar o volume gasto quando atingir o ponto de viragem.

4.2.6 – Determinação de Cloretos

Geralmente os cloretos estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/L. Estão presentes na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. A água do mar possui concentrações elevadas de cloreto que está em torno de 26000 mg/L. Concentrações altas de cloreto podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo poder laxativo que eles podem provocar.

A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece o teor de 250 mg/L como o valor máximo permitido para potável. Os métodos convencionais de tratamento de água não removem cloretos. A sua remoção pode ser feita por deionização ou evaporação (BRASIL, 2004).

O teor de cloretos nas amostras de água analisadas será determinado por titrimetria de precipitação, por uso de uma solução de nitrato de prata como titulante e cromato de potássio como indicador.

A figura 09 demonstra o procedimento da determinação de cloretos:

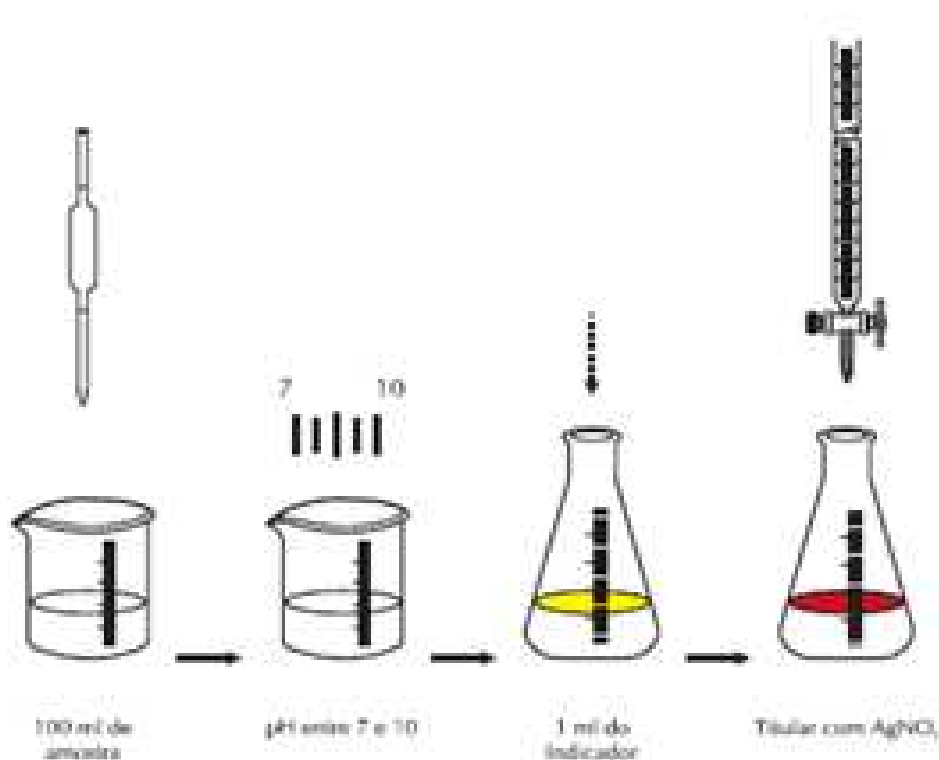


Figura 09 - Procedimento de determinação de cloretos(Cl).**Fonte:** (BRASIL,2004)

A sequência a ser seguida apresenta o procedimento realizado:

- 1) Colocar 100 mL de amostra no Erlenmeyer;
- 2) Ajustar o pH entre 7 e 10, se necessário, com NaOH ou H₂SO₄;
- 3) Adicionar 1 mL da solução indicadora de K₂CrO₄;
- 4) Titular com a solução padrão de nitrato de prata 0,01 Mol/L até o ponto final da titulação.
- 5) Cálculo da concentração de cloretos (BRASIL, 2004).

4.3 - Preparação da Coluna com Resina de Troca Iônica

As colunas com a resina de troca iônica (resina mista) foram preparadas utilizando-se 100 gramas da resina mista, a qual, foi previamente regenerada com cloreto de sódio (NaCl) e lavada várias vezes com água destilada (figuras 10 e 11), sendo utilizado o processo de filtração. Para a montagem da coluna foi utilizado uma bureta de 25 ml, lã de vidro (para impedir que a resina escoe sobre a bureta) e água.

Após a preparação da coluna, as amostras de água coletadas no ponto 01 foram passadas através da mesma e em seguida foram analisados os valores da condutividade, dureza e o teor de cloretos. Os valores obtidos antes e após o tratamento pela coluna de troca-iônica foram comparados.



Figura 10 – Regeneração da resina de troca-iônica **Fonte:** Dados da Pesquisa



Figura 11 – Processo de Filtração da Resina **Fonte:** Dados da Pesquisa

5. - RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. – Processo de Amostragem

O processo de amostragem realizado proporcionou observar diferenças entre águas provenientes via CAGEPA (Companhia de águas e esgotos da Paraíba) e águas que ficam armazenadas em caixas d água de residências.

As amostras de águas coletadas dos pontos 02, 04 e 05 apresentaram diferenças de coloração com relação aos pontos 01 e 03 (amostras coletadas de caixas d água). As diferenças encontradas foram principalmente devido à existência de material particulado presente nas amostras (Figura 12). Esses materiais particulados podem estar relacionados com a provável ineficiência do processo de floculação e/ou com o perfil da tubulação de percurso dessas águas da CAGEPA.

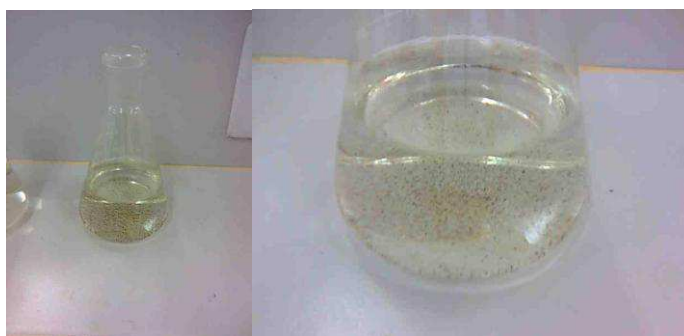


Figura 12 – Amostra de água coletada de residência (ponto 02) direto da rede da CAGEPA

Fonte: Dados da Pesquisa

5.2. - Medidas de pH

Os valores obtidos para as medidas de pH das amostras de águas coletadas dos diferentes pontos apresentaram-se em conformidade, dentro dos padrões estabelecidos pela portaria 518/2004 do Ministério da Saúde de acordo com a tabela 01. Os valores aproximados pode ser melhor visualizados na representação do gráfico 01.

Tabela 01: Medidas de pH das amostras coletadas nos diferentes pontos

Local da Coleta	Pontos	Resultado	VMP* 518/04 M. S.**
CIDADE	P. 01	7,8	Entre 6,0 à 9,5
	P. 02	7,9	
	P. 03	7,8	
	P. 04	7,9	
CAGEPA	P. 05	8,3	
	P. 06	7,5	
	P. 07	7,6	

*VMP = Valor Máximo Permitido. ; **Portaria Ministério da Saúde. Fonte: dados da pesquisa Abril de 2011.

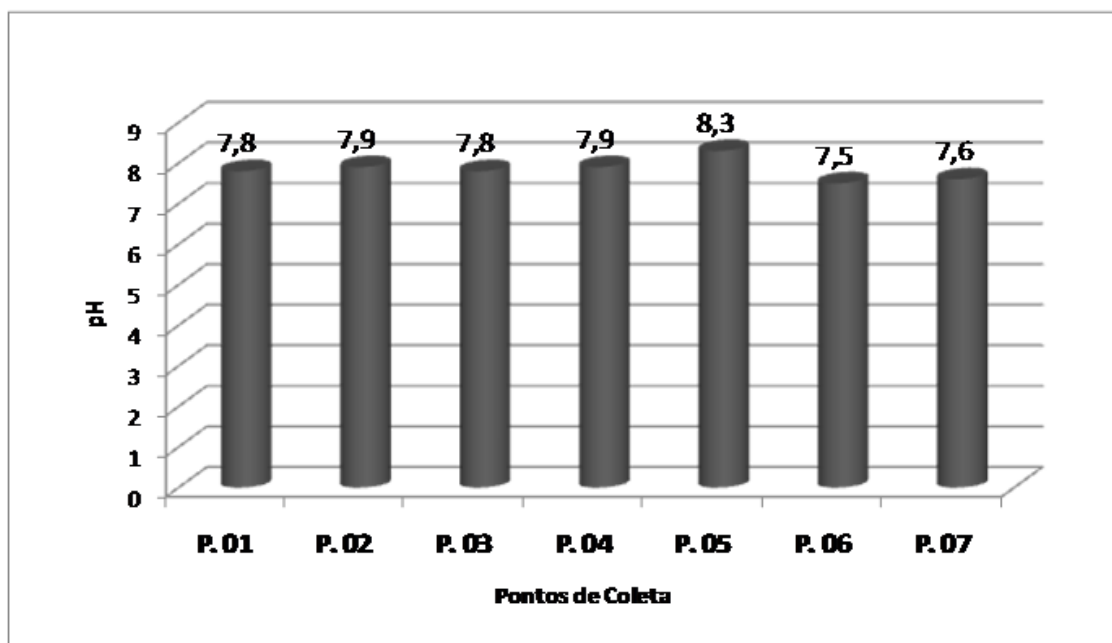


Gráfico 01 – Análise do pH

Fonte: Dados da pesquisa, Abril de 2011

O pH é um parâmetro importante no controle dos processos físico-químicos de tratamento de influentes industriais. Águas com pH baixo apresentam potencial de corrosividade e agressividade nas tubulações e peças das águas de abastecimento e podem estar associados à presença de influentes industriais. Já a água que apresenta pH elevado tem possibilidade de incrustações nas tubulações das águas de abastecimento assim como podem estar associados à proliferação de algas e à presença de influentes industriais.

5.3. – Turbidez

As análises de turbidez encontradas para as amostras de águas de abastecimento apresentaram os seguintes valores indicados na tabela 02:

Tabela 02: Medidas de turbidez para as amostras de águas dos pontos coletados

Local da Coleta	Pontos	Unidade	Resultado	518/04 M. S.**
CIDADE	P. 01		1,25	
	P. 02		2,67	5,0 NTU
	P. 03	NTU	1,33	Obs.: Após
CAGEPA	P. 04		2,74	filtração lenta,
	P. 05		9,16	2,0 UT
	P. 06		1,73	
	P. 07		1,68	

*VMP = Valor máximo permitido. ; *UT – *Unidade de Turbidez* **Portaria Ministério da Saúde. Fonte: dados da pesquisa Abril de 2011.

Os valores de turbidez podem ser observados com maior precisão no gráfico 02.

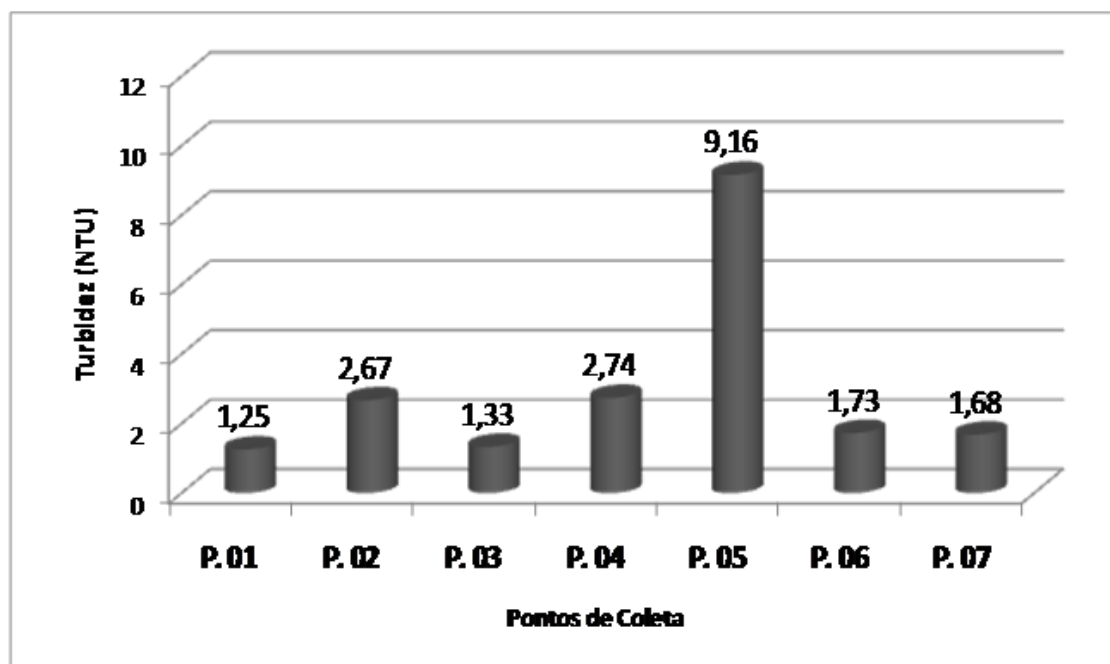


Gráfico 02 – Análise da turbidez para as amostras de águas

Fonte: Dados da pesquisa, Abril de 2011

Após ser realizado um processo de filtração e em seguida as análises de turbidez das amostras dos pontos P.02, P.04 e P.05 foi observado uma diminuição nos valores de turbidez devido as amostras terem sido filtradas retirando todo o material particulado, proporcionando desta forma valores menores de turbidez, tabela 03.

Tabela 03: Valores de turbidez de águas coletadas nos pontos 02, 04 e 05 após processo de filtração

Local da Coleta	Pontos	Unidade	Resultado
CIDADE	P. 02	NTU	1,32
	P. 04		1,33
CAGEPA	P. 05		1,80

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade de um feixe de luz ao atravessá-la. Esta redução dá-se por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam a turbidez nas águas são maiores que o comprimento de ondas da luz branca, devido a presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila), detritos orgânicos algas, bactérias e plâncton em geral, etc.

A água com turbidez elevada e dependendo de sua natureza, forma flocos pesados que decantam mais rapidamente do que água com baixa turbidez. Também tem suas desvantagens como no caso de desinfecção que pode ser dificultada pela proteção que pode dar aos microorganismos no contato direto com os desinfetantes. É um indicador sanitário e padrão de aceitação da água de consumo humano.

A portaria nº. 518/2009 do Ministério da Saúde estabelece que o valor máximo permitido é de 1,0 NTU para água subterrânea desinfetada e água filtrada após tratamento completo ou filtração direta, e 5,0 NTU como padrão de aceitação para consumo humano. Para água resultante de filtração lenta o valor máximo permitido é 2,0 NTU.

Os valores médios encontrados para as diferentes amostras nos diversos pontos encontram-se dentro do previsto pelo Ministério da Saúde variando de 1,25-2,74 NTU.

As amostras coletadas nos pontos 2, 4 e 5 apresentaram resultados maiores do que a dos pontos 01, 03, 06 e 07, no entanto, foram submetidas a um processo de filtração simples eliminando o material particulado existente (Figura 13), obtendo assim valores menores de turbidez, tabela 03.



Figura 13 - Resíduo encontrado após a filtração da água de abastecimento coletada no ponto 04. **Fonte:** Dados da Pesquisa

5.4. - Condutividade

A condutividade é a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica dependendo das concentrações iônicas e da temperatura, e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água e, portanto representa uma medida indireta da concentração de poluentes.

A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas aos vários componentes. A condutividade de uma água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água.

Na tabela 04 estão representados os valores de condutividade obtidos para os pontos P.01 ao ponto P.07. Os valores encontram-se aproximados com uma diferença significativa no ponto p.05 que se refere ao ponto de água in natura com valor igual a 780 $\mu\text{S/cm}$, devido a alta concentração de sais presente neste ponto por não ter sido realizado nenhum tipo de tratamento. Este efeito pode ser observado com maior precisão pela representação no gráfico 03.

Tabela 04: Valores de condutividade das amostras

Local da Coleta	Pontos	Unidade	Resultado	518/04 M. S.**
CIDADE	P. 01		565	Não especificado
	P. 02		601	
	P. 03	$\mu\text{S/cm}$	580	
	P. 04		590	
CAGEPA	P. 05		780	
	P. 06		585	
	P. 07		560	

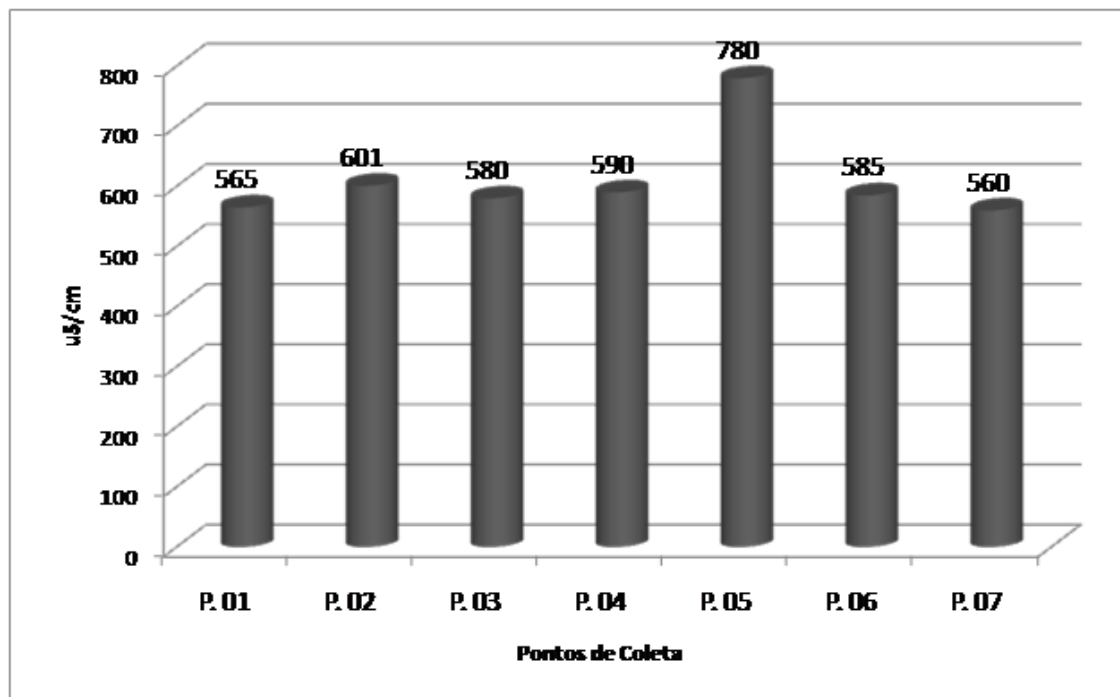


Gráfico 03 – Condutividade para as amostras de água

Fonte: Dados da pesquisa, Abril de 2011

5.4.1. – Análise da condutividade após passar por coluna de troca-iônica.

Após as medidas de condutividade foi selecionado um ponto de amostragem que já tinha passado por um pré-tratamento. Em seguida a amostra do ponto 01 foi transferida para uma coluna de troca-iônica. Após a obtenção do eluato foi observado uma diminuição das condutividades passando de $565 \mu\text{S/cm}$ para $310 \mu\text{S/cm}$, indicando que esse procedimento contribuiu para minimizar a concentração de sais dissolvidos na amostra em estudo, gráfico 04.

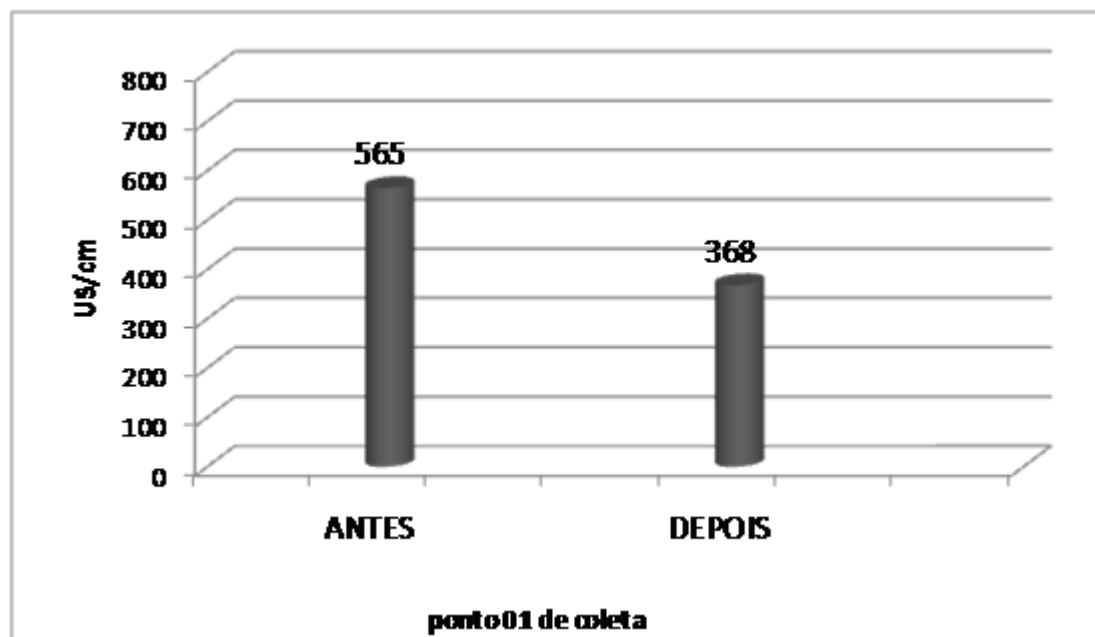


Gráfico 04 – Condutividade após passar pela coluna de adsorção de troca iônica.

Fonte: Dados da pesquisa, Abril de 2011

5.5 – Determinação da Dureza

Os procedimentos utilizados para titulação complexiométrica pode utilizar diversos tipos de indicadores. Neste estudo foi utilizado o murexida. Observou-se que quando o indicador murexida foi adicionado à solução ($H_2O + NaOH$) obteve-se uma coloração rósea (Figura 14 e 15). Iniciando-se a titulação com EDTA com a solução alcalina, os íons de cátions livres são complexados primeiro, então no ponto de equivalência, o cálcio é removido do complexo Ca-murexida, ocasionando a mudança de cor (violeta intenso).

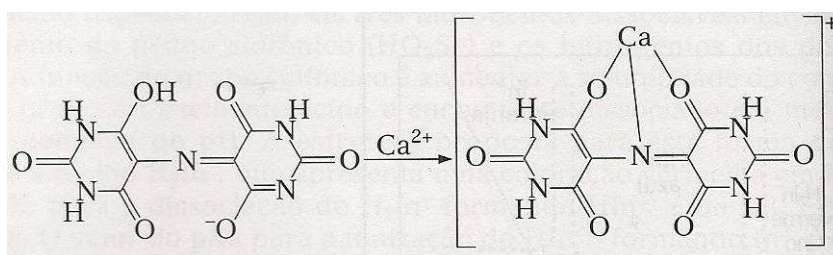


Figura 14: Reação representativa do ponto final da titulação de complexação

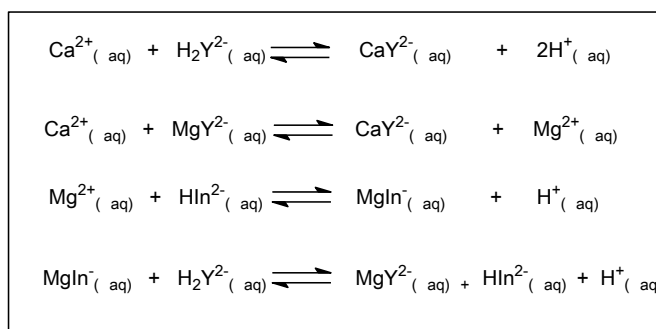
Fonte: SKOOG, 2008



Figura 15: Ponto final da titulação de complexação

Fonte: Dados da Pesquisa

Conforme o titulante H_2Y^{2-} for sendo adicionado ao analito, ele complexa com os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} “livres” na amostra de água, para formar os respectivos íons complexos:



Quadro 03: Representação de reações em meio aquoso do titulante (EDTA) com o analito.

Fonte: SKOOG, 2008

A partir das equações balanceadas, a concentração molar do Na_2H_2Y é conhecida. A razão estequiométrica é 1:1. Neste sentido, a dureza da água pode ser calculada, de acordo com a seguinte fórmula (BACAN, 2001):

$$D = \frac{[C_{EDTA} \times V_{EDTA} \times MM_{CaCO_3}]}{V_{\text{água}}} \times 1000 \quad (\text{Eq. 3})$$

$$D = \frac{[0,01 \text{ mol} / L \times 12,5 \text{ mL} \times 100,09 \text{ g} / \text{mol}]}{100 \text{ mL}} \times 1000$$

$$D = 126,13 \text{ mg de } CaCO_3/L$$

Para fins práticos (cálculos), assume-se que a dureza seja causada exclusivamente pelo Ca^{2+} , proveniente da dissolução do CaCO_3 , sendo expressa em mg por litro.

Conforme os valores explicitados na tabela 7 e de acordo com o valor obtido no cálculo anterior, pôde-se perceber que as amostras de águas dos diferentes pontos apresentaram valores maiores de dureza média =126,13 mg/L de CaCO_3 no ponto 05 (referente a água bruta), e valores menores nos ponto 06 (121,79 mg/L de CaCO_3) e no ponto 7 (117,10 mg/L de CaCO_3). Os teores encontrados indicam que a água encontra-se com classificação de “dura” de acordo com os dados da tabela 05 e do quadro 02.

Tabela 05: Valores de dureza indicando o teor CaCO_3 em mg/L

Local da Coleta	Pontos	Unidade	Resultado	518/04 M. S. **
CIDADE	P. 01		120,15	
	P. 02		121,81	
	P. 03	mg/L	119,50	500 mg/L
CAGEPA	P. 04	(CaCO_3)	121,32	
	P. 05		126,13	
	P. 06		121,79	
	P. 07		117,10	

*VMP = *Valor máximo permitido.* ; **Portaria Ministério da Saúde. FONTE: dados da pesquisa Abril de 2011.

Quadro 04: Classificação da Dureza das Águas

Dureza (ppm CaCO_3)	Classificação
< 15	Água muito mole
15 - 50	Água mole
50 - 100	Água de dureza média
100 - 200	Água dura
> 200	Água muito dura

Fonte: EATON, 1995

Sendo, portanto, que a “dureza” na água é causada essencialmente pela presença de sais de cálcio e magnésio, considerada “dura” quando existem valores significativos destes sais e “mole” quando contém pequenas quantidades (EATON, 1995).

Após a realização da titulação complexométrica em triplicatas os valores obtidos nas análises de dureza podem ser observado com maior clareza no gráfico 06, onde o P.05 encontra-se como mais elevado (126,13 mG/L de CaCO_3) devido este ponto ser representativo da amostra de água in natura, sem qualquer tratamento prévio.

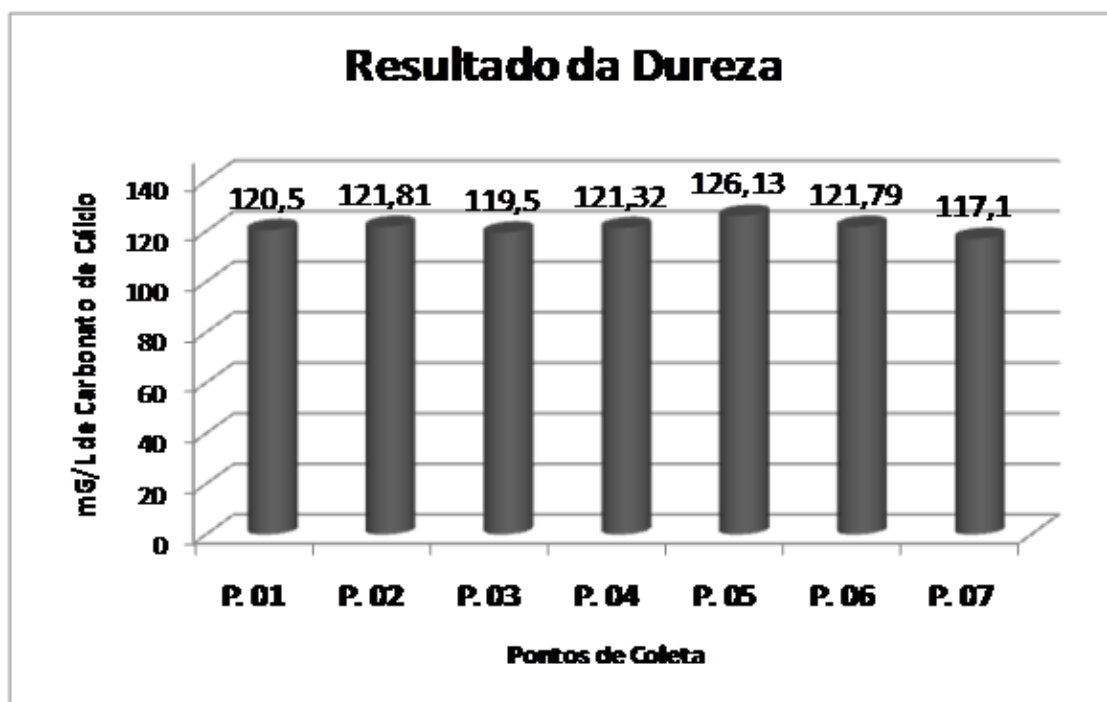


Gráfico 05 – Análises de Dureza.

Fonte: Dados da pesquisa, Abril de 2011

A dureza é provocada pela presença de sais de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}). Não apresenta importância sanitária, mas o uso de uma água com excesso destes íons leva, a nível industrial, a problemas de incrustações, corrosão e a perda de eficiência na transmissão de calor em caldeiras e em sistemas de refrigeração.

A dureza é um parâmetro característico da qualidade de águas de abastecimento industrial e doméstico sendo que do ponto de vista da potabilidade são admitidos valores máximos relativamente altos, típicos de águas duras ou muito duras. Quase toda a dureza da água é provocada pela presença de sais de cálcio e de magnésio (bicarbonatos, sulfatos, cloretos e nitratos) encontrados em solução. Quando a dureza

for menor ou igual à alcalinidade total toda a dureza presente é chamada de dureza de carbonato e a dureza de não carbonato estará ausente.

A portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece para dureza o teor de 500 mg/L em termos de CaCO_3 como o valor máximo permitido para água potável.

Ao analisar a dureza após passar por resina de troca-iônica foi observado que houve uma diminuição significativa no índice de dureza da amostra do ponto 01 passando de 120,15 para 24,00 mg/L de CaCO_3 , de acordo com gráfico 06. Este efeito está relacionado à capacidade da resina de reter íons cálcio e magnésio proporcionando abrandamento da água da referida amostra em estudo.

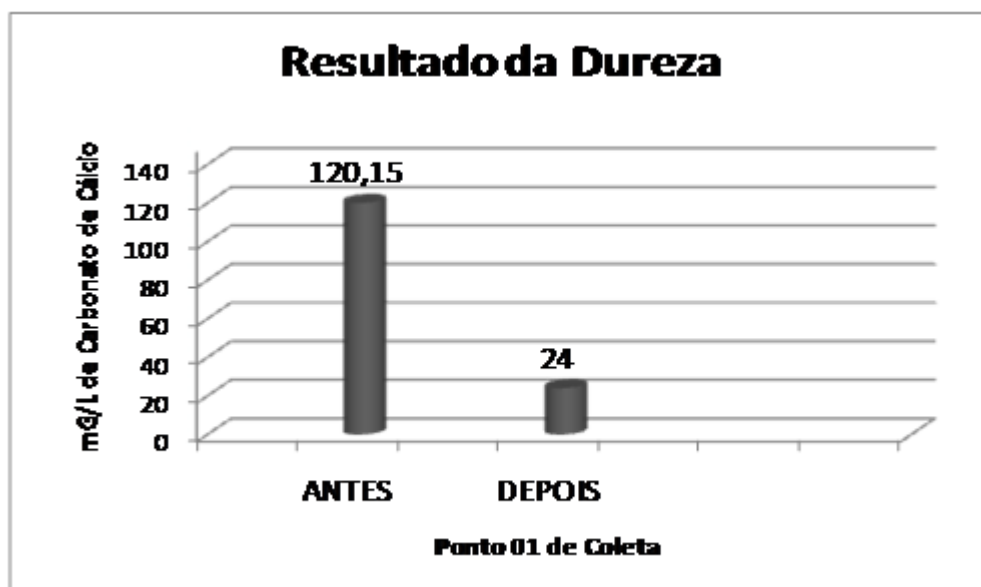
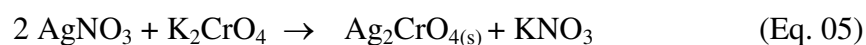
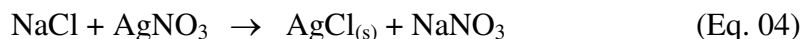


Gráfico 06– Resultado das análises de Dureza, após passar pela coluna de adsorção de troca iônica realizada com a amostra do ponto 01. **Fonte:** Dados da pesquisa, Abril de 2011

5.6. – Determinação da concentração de Cloreto

Durante a titulação dos íons cloreto com o nitrato de prata houve a formação de dois precipitados no uso de uma solução de cromato de potássio que foi utilizado como indicador. No ponto final, os íons cromato reagem com os íons prata e formam o cromato de prata vermelho-tijolo, pouco solúvel, como mostram as equações a seguir:



Na titulação de íons cloreto com nitrato de prata na presença de íons cromato, as condições da análise devem ser tais que o cloreto seja quantitativamente precipitado como cloreto de prata (branco) antes que a precipitação do cromato de prata (vermelho tijolo) se torne perceptível. Para isso, é necessário que o indicador acuse a mudança de coloração com apenas um leve excesso de prata.

Os valores obtidos nas análises de cloreto são apresentados na tabela 08.

Tabela 06: Concentração de Cloreto para as amostras coletadas

Local da Coleta	Pontos	Unidade	Resultado
CIDADE	P. 01		3,5
	P. 02		3,4
	P. 03	mG de	3,5
CAGEPA	P. 04	Cl/L	3,3
	P. 05		4,5
	P. 06		4,0
	P. 07		3,5

Os valores encontrados para as diferentes amostras estão dentro do permitido pelo Ministério da Saúde, o qual estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. O padrão de aceitação de consumo humano de cloreto na água potável é de 5%.

No gráfico 07 estão representados todas as medidas obtidas nos diferentes pontos de amostragem e os maiores valores encontram-se nos pontos P.05 e p.06 . O ponto P.05 está relacionado a água in natura e o ponto 06 é referente ao processo de filtração da CAGEPA.

Em relação ao teor de cloreto nas amostras provenientes do processo de tratamento da CAGEPA é observado uma diminuição da concentração da amostra ponto 05 (amostra bruta) para a amostra no ponto 07 (ponto de cloração). Este fato é importante porque indica que há uma diminuição dos teores de cloreto nas águas que chegam (água bruta), para as águas que são distribuídas para a população. Entretanto, ainda é necessário aprimorar o procedimento de floculação.

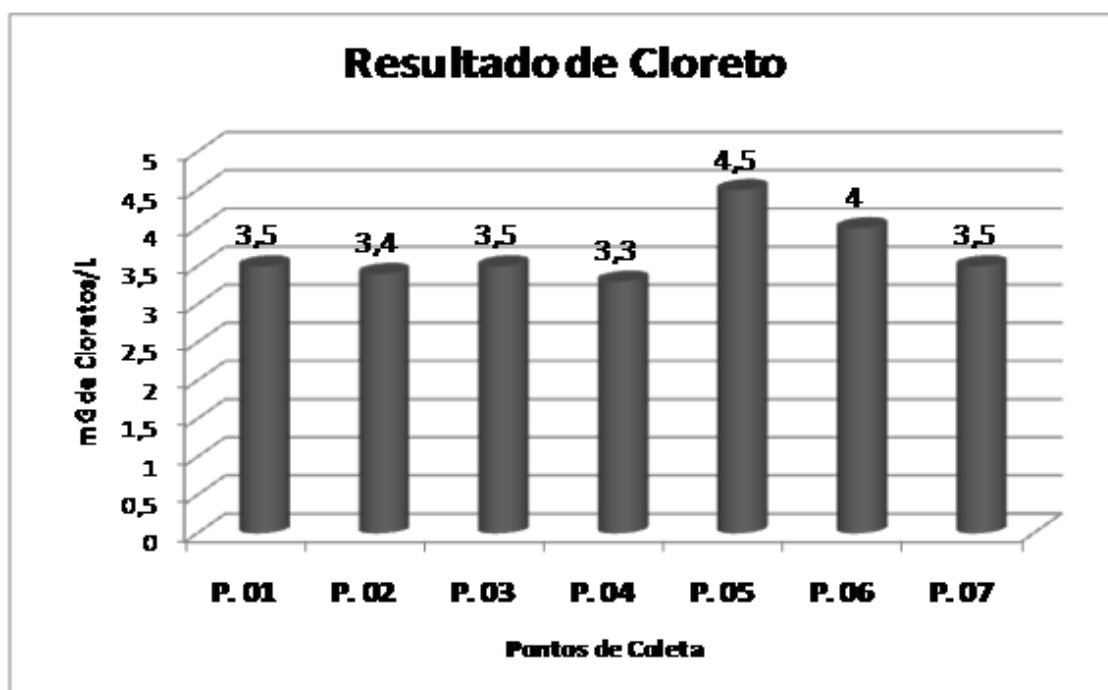


Gráfico 07 – *Análises de Cloreto.*

Fonte: Dados da pesquisa, Abril de 2011

No gráfico 08 pode-se observar que houve uma diminuição também do índice de cloreto presente na amostra de água do Ponto 01 devido a amostra ter passado pela resina de troca iônica, proporcionando uma diminuição da concentração de cloreto presente na amostra, fato que foi observado também pela acidez presente no eluato após ser percolado pela coluna de troca iônica.

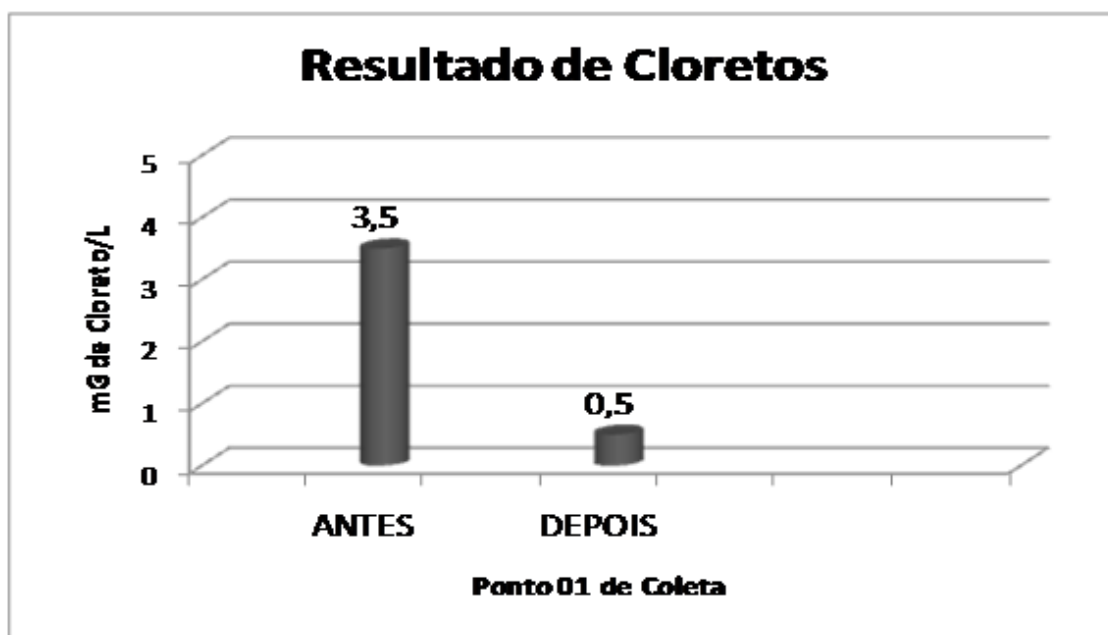


Gráfico 08 – Resultado das análises de Cloretos, após passar pela coluna de adsorção de troca iônica. **Fonte:** Dados da pesquisa, Abril de 2011

Os dados obtidos com a resina de troca-iônica mista apresentaram que ela pode ser utilizada como uma alternativa para minimizar a dureza e teor de cloreto em águas de abastecimento. O estudo relacionado com a condutividade também foi positivo, entretanto é necessário estudos mais aprofundados alterando-se o processo de regeneração da resina de troca-iônica.

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos apresentaram que há uma diferença nas medidas de turbidez das águas coletadas de caixas d'água de residências, para as águas coletadas direto da rede da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba.

As medidas de pH e turbidez encontram-se dentro dos parâmetros previsto pelo Ministério da Saúde (6,0-9,5 e turbidez 5 NTU). Os valores médios para os diferentes pontos de amostragem foram de pH = 7,8-7,9 e 1,25- 2,74 NTU para turbidez cujos valores estão dentro do padrão de potabilidade.

As medidas de condutividade das amostras de residências da região leste e oeste da cidade e em pontos da Universidade indicaram valores médios = 584 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e para os pontos de amostragem no sistema de tratamento da CAGEPA apresentaram valores médios do ponto final da amostragem (após a cloração) correspondente a 560 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Os valores das medidas de dureza apresentaram em mg CaCO_3/L entre 117,10 – 126,13 indicando ser uma água dura por estar dentro do intervalo entre 100-200 mg CaCO_3/L .

Após a etapa de abrandamento das águas por Cromatografia de Adsorção em coluna utilizando resina de troca-iônica mista com a amostra do ponto1, foi possível diminuir a condutividade de 565 para 368 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e para os valores de dureza de 120,15 para 24 mg CaCO_3 /L . Os valores da concentração de cloreto passaram de 3,5 para 0,5 mg Cl^- /L .

Portanto, o processo de utilização de resina de troca-iônica mista para purificação das águas de abastecimento do Município de Cuité apresenta-se como uma alternativa para redução dos teores de sais presente na referida água de abastecimento, sendo necessário um estudo mais detalhado sobre a acidez ocasionada nos eluatos.

7. REFERÊNCIAS

- BACCAN, et al. .; **Química Analítica Quantitativa Elementar**, 3ª edição, Editora Edgard Blücher LTDA, São Paulo – SP, 2001.
- BAIRD, C; CANN, M. **Química Ambiental**. 4º ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- BATALHA, Bem-Hur L. **Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano**. São Paulo: Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Básico, 1977.
- BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria n.º518, de 25 de março de 2004**. Dispõe sobre normas de potabilidade de água para o consumo humano. Brasília: SVS, 2004.
- BREDA, EYMARD DE MEIRA. **Água grau reagente para Laboratório e outros fins especiais**. Disponível em: http://lqes.iqm.unicamp.br/canal_cientifico. Acesso em set, 2001.
- CEBALLOS, B. S. O. **Microbiologia Sanitária**. João Pessoa: Editora Universitária, UFPB, 1990.
- CETESB. **Água, qualidade, Padrões de Potabilidade e Poluição**. Secretaria de serviços e Obras Públicas. São Paulo, 1974.
- CETESB. **Técnicas de Análise Bacteriológicas da Água: Tubos Múltiplos**. Secretaria dos Serviços e Obras Públicas. São Paulo, 1991.
- COELHO, D. A.; SILVA, P. M. F.; VEIGA, S. M. O. M.; FIORINI, J. E. Avaliação da CRUZ, Daniel . **O Meio Ambiente**. Ática. São Paulo 2004.
- EATON, A.D.; CLESCERI, L.S.; GREENBERG, A.E. **Standard Methods for the examination of Water and Wasterwater**, American Public Health Association, Washington, 1995.
- FAVARETTO, José Arnaldo, MERCADANTE, Clarinda. **Biologia** . Volume único. Moderna São Paulo, 1999.
- FERNANDEZ, A.T.; SANTOS, V. C. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água de abastecimento escolar, no município de Silva Jardim, RJ. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 21, n. 154, p. 93-98, set. 2007.
- FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Cad. Saúde Pública*, Vol 17:651-660, 2001.
- FREITAS ,M. B. Tratamento De Água Para O Consumo Humano: FIOCRUZ/ENSP – **Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental**, Rio de Janeiro, 2001.
- HARDENBERGH, W.A. **Abastecimento e Purificação da Água**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Associação Interamericana de Engenharia Sanitária, 1964.
- HARRIS, C. D. **Análise Química Quantitativa**. Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2001.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Dados sobre o saneamento básico no Brasil**. São Paulo, 2000.

MACEDO, J. A B. **Águas & Águas**. Ed. Varela, São Paulo, 2001, p. 505

MACEDO, L.S.; MENINO, I.B. **Monitoramento de Sais na Água e nos solos irrigados do projeto Vereda Grande, PB**. R. Brás. Eng. Ambiental, v.2, p.47-51, 1998.

MELO, M. J. S.; SANTOS, A.N.S.; SILVA, D.D. Estudo Analítico de Propriedades Físico-Químicas da Água de Abastecimento do Município de Cuité-PB. **Anais da 62^a Reunião Anual da SBPC**. Natal, 2010.

MELO, M. J. S.; MELO J. F. S.; SANTOS, A. N. S.; SILVA, D. D. “Desenvolvimento de metodologias analíticas para investigação de propriedades físico-químicas da água de abastecimento do município de Cuité-PB”. **Anais do VII Congresso de Iniciação científica da Universidade Federal de Campina Grande**. Campina Grande, 2010.

Manual de Coleta e Conservação de amostras de água Vigilância Ambiental. Secretaria de Estado da Saúde. Governo da Paraíba, 2007.

Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual Prático de Análise de Água. Brasília, 2006.

NETTO, José Martiniano de A. **Tratamento de Águas de Abastecimento**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1966.

OKURA, M. H.; SIQUEIRA, K. B. Enumeração de coliformes totais e coliformes termotolerantes em água de abastecimento e de minas. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 19, n. 135, p. 86-91, 2005.

PAULINO, Wilson Roberto, BARROS, Carlos. **Ciências: o meio ambiente**. Ática. São Paulo, 2002.

SILVA, J.F.R. **Avaliação Físico-Química e Microbiológica da água de Abastecimento do Município de Cuité – PB**. (Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química) – Universidade Federal de Campina Grande , UFCG, 2010.

SILVA, Junior Cesar, Sezar Sasson, Paulo Sérgio Bedoque. **Ciências – Entendendo a Natureza**. 17^a ed. Saraiva. São Paulo 1999.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, J.; CROUCH, S.R. **Fundamentos de química analítica**. 8^a ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

TEIXEIRA, J. C. Vigilância da qualidade da água para consumo humano – utopia ou realidade? Estudo de caso: Juiz de Fora – MG. **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, 2005.

VIANA, Guarany M. **Sistema Público de Abastecimento de Água**. 1^a ed. João Pessoa, 2002.