



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

IZENALDO NASCIMENTO VITORINO

**TRATAMENTO DE ÁGUA POR CLORAÇÃO:
Estudo de Caso na Estação de Bombeamento de Boa Vista - PB**

CAMPINA GRANDE- PB

2014

IZENALDO NASCIMENTO VITORINO

**TRATAMENTO DE ÁGUA POR CLORAÇÃO: NA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO
(EB3) BOA VISTA- PB**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC),
apresentado a Universidade Estadual da
Paraíba como exigência para obtenção do
título de graduado no curso de Química
Industrial.

Orientadora: Profa. Dra. Djane de Fátima Oliveira

CAMPINA GRANDE – PB

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

V845t Vitorino, Izenaldo Nascimento.
Tratamento de água por cloração [manuscrito] : estudo de caso na estação de bombeamento de Boa Vista - PB / Izenaldo Nascimento Vitorino. - 2014.
30 p. : il.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014.
"Orientação: Prof. Dr. Djane de Fátima Oliveira, Departamento de Química".

1. Tratamento de água. 2. Adutora. 3. Cloração. I. Título.
21. ed. CDD 628.3

IZENALDO NASCIMENTO VITORINO

**TRATAMENTO DE ÁGUA POR CLORAÇÃO: NA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO
(EB3) BOA VISTA- PB**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC),
apresentado a Universidade Estadual da
Paraíba como exigência para obtenção do
título de graduado no curso de Química
Industrial.


Aprovada em 12 / 08 /2014.



**Profa. Dra. Djane de Fátima Oliveira DQ / DQ / UEPB
Orientadora**



**Profa. MSc Maria de Fátima Nascimento de Sousa DQ / DQ / UEPB
Examinadora**



**Profa. Dra. Verônica Evangelista de Lima DQ / DQ / UEPB
Examinadora**

SIMBOLOGIA

CAGEPA – Companhia de Água e Esgoto da Paraíba

ETA – Estação de Tratamento de Água

EB – Estação de Bombeamento

pH – Potencial Hidrogeniônico

Aos meus pais Inaldo, Irene e a minha esposa Aldenôra, pela força e entusiasmo que tiveram em todos os momentos, a vocês a realização desta formação eu **DEDICO**.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me dar saúde e força para que pudesse apresentar este trabalho vencendo todas as barreiras e dificuldades.

Aos meus pais Inaldo Vitorino de Farias e Irene Nascimento Vitorino pelos ensinamentos e apoio durante toda a caminhada.

A minha esposa Aldenôra Sampaio do Nascimento que sempre esteve do meu lado dando-me força e sempre incentivando para que eu realizasse esse sonho.

Aos meus filhos João Gabriel e João Miguel por me darem alegria e me fazerem ter mais responsabilidade nas coisas que realizo.

A minha orientadora Professora Djane de Fatima Oliveira pela orientação, competência e boa vontade para concretização da conclusão de curso.

A todos que participaram dessa luta e me ajudaram de alguma forma, direta ou indiretamente.

RESUMO

Esta monografia é uma apreciação, feita a partir de um estudo bibliográfico, referente à questão da cloração da água, na estação de Bombeamento da cidade de Boa Vista- PB. Consideramos que tal temática é relevante pelo fato de possibilitar uma compreensão mais acentuada de como se processa o tratamento da água, como também de elencar os princípios que norteiam a preparação e todo percurso que a água passa para atingir o potencial ideal de consumo e utilização. Uma água de má qualidade pode causar sérios riscos à saúde humana, no entanto, grandes partes dos municípios do nosso país não possuem a Estação de Tratamento das Águas (ETA) e uma minoria trata corretamente de suas águas, controlando de maneira considerável a cloração da água dos reservatórios para se obter índices desejáveis para um determinado uso. O objetivo desta pesquisa é mostrar os reagentes químicos, físicos e naturais presentes na estação de Bombeamento da cidade de Boa Vista, situada no Cariri Paraibano, visando oferecer, através deste estudo, contribuições relacionadas aos processos bioquímicos reagentes neste processo de tratamento da água.

Palavras-Chave: Adutora. Tratamento da água. Cloração.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1 A água no planeta	10
2.1.1 Breve histórico acerca do tratamento da água 13 Erro! Indicador não definido.	
2.1.2 Estações De Bombeamento Quanto As Suas Funções	14
2.1.3 Manipulação E Controle De Uso Do Cloro	17
2.2 Considerações gerais no tocante a estação de bombeamento (eb3) Boa Vista-PB	19
2.2.1 Produtos específicos no uso da Cloração	19
2.2.2 Elementos que determinam o nível do cloro	22
3 METODOLOGIA	24
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	25
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A água é, seguramente, a espécie química mais abundante na terra constituindo um volume de aproximadamente 1,4 bilhões de Km³ e cobrindo cerca de 71% da superfície do planeta, além de ser encontrada de forma natural em todos os três estados físicos: sólidos (geleiras), líquida (água líquida) e gasosa (vapor). Os recursos hídricos têm importância fundamental no desenvolvimento de diversas atividades econômicas. Todos os aspectos da civilização humana fazem uso da água, envolvendo desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos agregados na sociedade (GOMES, 2011).

O abastecimento público de água em termos de quantidade e qualidade tem sido, nos últimos anos, uma grande preocupação em toda a humanidade, pelo fato da escassez do recurso da água e da deterioração dos mananciais. Com isto, no Brasil e mais especificadamente no Estado da Paraíba, a água doce em termos de reserva apresenta dados preocupantes, uma vez que entre 1990 e 1995, o consumo total de água para as atividades humanas (agrícola, industrial, doméstica e outras) cresceu seis vezes, que é mais do que o dobro do crescimento da população mundial neste período, com isso temos a comprovação que nos dias atuais a água já se torna um recurso limitante em algumas regiões do planeta.

Para tanto, os mananciais e a qualidade da água vem sendo comprometida gradativamente, pelo lançamento de resíduos e efluentes, exigindo das estações de tratamento alterações na dosagem de produtos para se garantir a qualidade de água na saída das estações.

As águas superficiais possuem diversas utilidades, como por exemplo, para o abastecimento público, processos industriais e agricultura, entre outros. São diretamente utilizadas como receptoras de despejos industriais e domésticos. Indiretamente, são contaminadas por fontes diversas de poluição como agrotóxicos ou resíduos sólidos. As cargas atmosféricas também atingem as águas pelas chuvas ou mesmo diretamente por queda de partículas em suspensão.

Para manter a qualidade das águas e seus múltiplos usos são necessárias medidas de proteção e controle, como análises físico-químicas que não são suficientes, porque as condições analíticas são limitadas, considerando-se a

existência de milhões de diferentes substâncias químicas existentes no meio ambiente, que geram novas substâncias.

Em algumas regiões do estado da Paraíba cidades ainda em crescimento populacional realizam o tratamento da água de abastecimento ainda de forma primária realizando a cloração, controle de pH e a análise microbiológica. Estes elementos contribuem no tocante aos processos bioquímicos reagentes neste processo de tratamento da água, visto que a água de má qualidade e sem o tratamento correto pode causar sérios riscos à saúde humana.

Partindo desta perspectiva, este trabalho de pesquisa, teve como objetivo tratar a questão do controle da cloração da água na Estação de Bombeamento de Boa Vista no Cariri paraibano.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A ÁGUA NO PLANETA

À água doce é sem dúvida de fundamental importância para a manutenção das várias formas de vida no mundo, portanto vital para a sobrevivência do homem e animais e de outras formas de vida.

Margi (2007) afirma que o Brasil é um país privilegiado no que diz respeito à quantidade de água. Possui a maior reserva de água doce da Terra, ou seja 12% do total mundial. O maior volume de água se concentra na região Amazônia. No entanto apenas 2,59% do volume total de água existente na Terra é de água doce e desses 2,59% mais de 99% estão sob a forma de gelo ou neve nas regiões polares e em aquíferos muito profundos. O restante está em rios e lagos, vapor de água na atmosfera, nos corpos dos animais e vegetais(biota). Isso evidencia que devemos zelar esse bem tão precioso.

Pode-se citar dois fatores que provocaram o aumento do consumo global de água de 1060 Km³/ano para 4130 Km³/ano nos últimos 50 anos, são eles: crescimento populacional (particularmente nos países em desenvolvimento) e econômico que exigem uma maior demanda de água para usos agrícolas e industrial (SOUZA,2003).

Vale salientar que para o Nordeste, a água é um fator de excelência para o seu desenvolvimento. E só possui apenas 3% das águas brasileiras, e em todo o seu território existem apenas dois rios perenes: o São Francisco, que concentra 63% das águas do Nordeste e o Parnaíba, com 15%. Outros rios são intermitentes, isto é, só fluem em épocas de inverno (como se chama no Nordeste a estação chuvosa) e poucos fluem em anos de secas. As bacias hidrográficas desses rios detêm os outros 22%.

Junto com tantos benefícios da evolução populacional e da globalização se deu início às consequências ambientais malélicas como o acumulo de lixo produzido. A taxa de lixo gerada é maior ao tempo que a natureza leva para degenerá-lo (CARDOSO, 2004, p.29-33).

Neste contexto, a primeira distribuição de água é a captação de esgoto de forma eficiente, que foi construída há aproximadamente 4.000 mil anos na Índia. Grandes tubos feitos de argila levaram às águas residuais e os detritos para canais

cobertos que corriam pelas ruas e desembocavam nos campos, adubando e regando as colheitas.

A primeira estação de tratamento de água (ETA) foi criada e construída em Londres em 1929 e tinha a função de tratar a água do Rio da Tâmesa em filtros de areia. Contudo, depois de muitos testes para descobrir os fatores que causavam as doenças letais da época, a água foi considerada a grande vilã, de forma que muitas das doenças eram transmitidas por ela, e, por essa razão, técnicas de filtração e cloração foram mais amplamente estudadas e empregadas.

Nos dias de hoje, é consenso que o esgoto (fluente de águas residuais), industrial ou doméstico, precisa ser tratado, antes de ser lançado nos mananciais, para minimizar seu impacto no meio ambiente e para a saúde humana. Este tratamento para a saúde é feito nas estações de tratamento de esgoto (ETE), infelizmente no Brasil, 62% da população não tem saneamento básico (CARDOSO, 2004, p.29-33)

Para tanto, o esgoto coletado, menos de 20% é tratado antes de ser desenvolvido para os rios e outros mananciais. Certamente a água nunca vai acabar, pois está ficando re-vinculando entre os reservatórios (rios, oceanos, atmosfera), tanto na fase gasosa ou sólida, a questão é que quanto mais poluída for a água, mais caro será seu tratamento, e no futuro, água de qualidade poderá ser privilégio de poucos.

É nesta perspectiva, que quase toda água potável que consumimos se transforma em esgoto que é re-introduzido nos rios e lagos. Estes mananciais, uma vez contaminadas, podem conter microrganismos causadores de várias doenças. Além dos microrganismos, as águas dos rios e lagos contêm muitas partículas que também precisam ser removidas antes do consumo humano, daí, a necessidade de se tratar a água para que esta volte a ser propícia para o consumo humano.

2.1.1 Breve Histórico acerca do Tratamento da Água

Quando se pensa em água tratada, normalmente, nos vem à mente o tratamento de uma água que estava poluída, a exemplo do esgoto. No entanto, cabe aqui fazer uma distinção entre tratamento de água e tratamento de esgoto, uma vez que o tratamento de água é feito a partir da água doce encontrada na natureza que

contém resíduos orgânicos, sais dissolvidos, metais pesados, partículas em suspensão e microrganismos.

Por essa razão, a água é levada do manancial para a estação de tratamento da água (ETA), já o tratamento de esgoto é feito a partir de esgotos residenciais ou industriais para, após o tratamento, a água pode ser introduzida no rio minimizando seu impacto ao ambiente. Pode-se dividir o tratamento de água em duas etapas, as quais são denominadas por tratamento inicial e final.

No tratamento inicial, não há reações químicas envolvidas, somente em processos físicos, conforme podemos observar em suas etapas:

- *Peneiramento*, que elimina as sujeiras maiores;
- *Sedimentação* ou *decantação*, pedaços de impurezas que não foram retirados com o peneiramento, são depositados no fundo dos tanques;
- *Aeração*, em que borbulha-se ar com o intuito de retirar substâncias responsáveis pelo mau cheiro da água (ácido sulfídrico, substâncias voláteis, etc.)

Neste sentido, o tratamento de água é um conjunto de procedimentos físicos e químicos que são aplicados na água para que esta fique em condições adequadas para o consumo, ou seja, para que a água se torne potável.

O processo de tratamento da água livra-a de qualquer tipo de contaminação, evitando a transmissão de doenças. Assim, numa estação de tratamento de água, esse processo ocorre em etapas, através da coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção de pH.

Nesta perspectiva, cada etapa caracteriza-se como:

- **Coagulação:** é quando a água na sua forma natural (bruta) entra na ETA e recebe nos tanques, uma determinada quantidade de sulfato de alumínio, esta substância serve para aglomerar (juntar) partículas sólidas que se encontram na água.
- **Floculação:** em tanques de concreto com a água em movimento, as partículas sólidas se aglutinam em flocos maiores.
- **Decantação:** em outros tanques, por ação da gravidade, os flocos com as impurezas e partículas ficam depositadas no fundo dos tanques, separando-se da água.

- Filtração: a água passa por filtros formados por carvão, areia e pedras de diversos tamanhos. Nesta etapa, as impurezas de tamanho pequeno ficam retidas no filtro.
- Desinfecção: é aplicado na água cloro ou ozônio para eliminar microrganismos causadores de doenças.
- Correção de pH: é aplicada na água certa quantidade de cal hidratada ou carbonato de sódio. Esse procedimento serve para corrigir o pH da água e preservar a rede de encanamentos de distribuição, conforme demonstra a imagem abaixo:

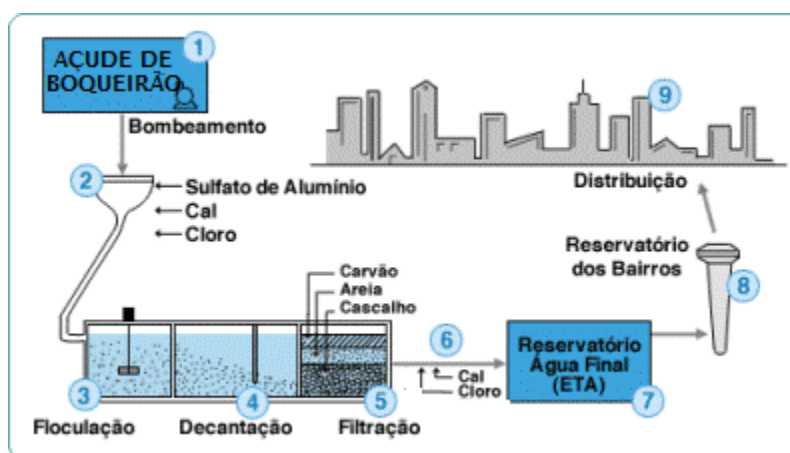


Figura 1 – Processo de tratamento da água

Neste contexto, os seres humanos estão tão habituados com abundância de água que esquecem que ela é fundamental à vida de todos os seres e à manutenção de todos os ecossistemas. Necessita-se de água para um simples banho, para beber, para irrigar a agricultura e para tantas outras necessidades que muitas vezes não se percebe a importância para o meio ambiente. O fato é que a quantidade de água doce disponível para tudo o que se faz é muito pequena perto de 3% do volume total existente, pois os outros 97% é de água salgada. Desses 3% de água doce, grande parte está em forma de gelo, portanto apenas 1% está acessível para a população de todo planeta.

A quantidade mínima necessária de água para a vida de um ser humano varia de acordo com o seu padrão de vida, o local que mora e seus hábitos. O consumo médio por indivíduo deveria ser de cerca de 300 litros por dia, levando-se em conta que este vive numa sociedade desenvolvida, mas para manter uma vida saudável,

segundo a Organização Mundial de Saúde, o consumo mínimo de água potável diário seria de 50 litros. No Brasil, é adotado como consumo de água necessário para uma vida confortável, numa residência, de 150 a 200 litros por pessoa ao dia.

2.1.2. Estações de Bombeamento quanto as suas funções

As estações de bombeamento servem para filtrar a água pluvial, separando-a de todos os materiais que é levado junto com as águas da chuva até dos mares e lagos. Desta maneira, elas evitam que garrafas pet, lixo, cachorro morto, vísceras de frango e outros itens, que são lançados em galerias, poluam o meio ambiente, pois todo o material recolhido pelas estações é recolhido e jogado no lixo.

Neste sentido, a função das estações é bombear águas da chuva das galerias para a maré, minimizando o alagamento das ruas. Tanto é importante para a efetivação dos primeiros passos do ciclo da produção de água tratada, quanto para a despoluição dos esgotos sanitários. A mais utilizada das máquinas e fluxos nas atividades de **saneamento** é, sem dúvida, a bomba e, por isso, será a mais abordada neste momento. Com isto, válvulas e acessórios também serão elencados para a compreensão da questão em foco.

Neste contexto, bomba é uma máquina de fluxo do tipo geratriz, aquelas que, recebendo trabalho mecânico, geralmente fornecido por uma máquina matriz, a transforma em energia hidráulica, propiciando ao líquido um acréscimo de energia sob as formas de energia potencial de energia cinética. Assim, a bomba é uma máquina geratriz que tem por finalidade realizar o deslocamento de um líquido por escoamento.

A maneira como é feita a transformação do trabalho em energia hidráulica e o recurso para cedê-la ao líquido, aumentando sua pressão ou sua velocidade, permite classificar as bombas em cinéticas, aquelas em que é importante o fornecimento de energia a água, sob forma de energia de velocidade. A mesma converte-se dentro da bomba em energia de pressão, permitindo que a água atinja posições mais elevadas dentro de uma tubulação.

Para tanto, nas bombas de deslocamento positivo, tem-se, principalmente, uma ação de propulsão que faz incrementar a energia de pressão e alcançar os mesmos objetivos das bombas cinéticas.

As bombas primitivas utilizadas em abastecimento de água eram o tipo de deslocamento direto, de movimento alternativo, a pistão, movimentadas por máquinas a vapor. Com o advento da eletricidade e do motor elétrico, as bombas do tipo, centrífuga passaram a ser referidas devido ao maior rendimento, ao custo menor de instalação, operação e manutenção e ao reduzido espaço exigido para sua montagem, comparativamente às bombas de pistão.

Nos dias de hoje, há um predomínio quase que total das bombas centrífugas em sistemas públicos de abastecimento de água e mesmo no esgotamento sanitário. Dos mais citados aqueles que ainda procuram emprego na extração de água de poços são: a bomba de pistão, a bomba centrífuga com ejetor e a bomba de injeção de ar comprimido.

Com isto, as bombas de deslocamento positivo são hoje, utilizadas, dentro das atividades de saneamento, nos processos de tratamento, principalmente como bombas dosadoras e são, em geral, equipamentos para pequenas vazões e consideráveis pressões.

Bombas centrífugas, pela importância e as aplicações no saneamento e em vista que, nas estações de bombeamento, as bombas classificadas como centrífugas formam na sua imensa maioria dos equipamentos de recalques instalados, recebendo enfoque especial a partir de então, foi fazendo parte das tubobombas, ou bombas roto dinâmicas. As bombas centrífugas são caracterizadas por possuírem um órgão de todo de pás, chamado rotor, o qual exerce sobre o líquido de forças que resultam na aceleração que lhe imprime. Essas bombas são usualmente classificadas segundo a trajetória do líquido no rotor em fluxo: fluxo radial, de fluxo e de fluxo axial (ver Anexo I).

Na escolha de uma bomba centrífuga, a altura manométrica total é subdividida em alturas manométricas de recalque e de sucção, sendo que esta última necessita ser calculada separadamente para verificar se a bomba terá condições de operar à vazão de projeto, sem sofrer danos. Se a altura de sucção for excessiva para determinada bomba, esta sofrerá um conhecido por cavitação. É o desgaste anormal de parte vitais do rotor, causado pela formação, seguida de destruição brusca de partículas de vapor d'água na massa líquida, naquelas condições.

A cavitação produz vibrações e reduz capacidade de bombeamento e, portanto, a eficiência da bomba, além de danificar o rotor e a carcaça da bomba.

Bombas válvulas são destinadas a estabelecer, controlar e interromper a descarga de fluidos nos encanamentos, algumas garantem a segurança da instalação e outras permitem desmontagens para reparos ou substituições de elementos de instalação.

Não obstante, as válvulas têm alguns equipamentos a elas relacionados para a efetivação de sua função no tocante ao uso da água, assim temos:

- Válvulas de gaveta, largamente utilizadas nos sistemas de abastecimento de água, podendo ser encontradas no tipo oval ou chato, a mesma é sempre utilizada para pequenas pressões de serviços, tanto menores quanto maiores forem os diâmetros.
- Válvula borboleta, destina-se a regular a vazão da água, mesmo variando a carga disponível que permite o escoamento. Sua função é regular a vazão de lavagem da areia dos filtros rápidos. As válvulas de borboletas podem ser de comando hidráulico ou de comando elétrico.
- Comportas e Adufas de parede, geralmente utilizadas nas canalizações de descarga de pequenas barragens de reservatórios e de certas unidades das estações de tratamento de água, como câmaras de mistura, decantadores e filtros.
- Válvulas automáticas de entrada, são os aparelhos instalados na extremidade das canalizações, que, por gravidade, alimentam reservatórios de água impedindo que neles ultrapasse o nível preestabelecido. Estes funcionam, abertas ou parcialmente, dependendo do nível de água.
- Válvulas Pé com crivo, instaladas nas entradas das tubulações de sucção das bombas, tem a finalidade de impedir o retrocesso da água quando cessa o bombeamento. Os crivos, são dispositivos instalados na entrada das canalizações, afim de impedir que nelas tenham acesso corpos estranhos que causem entupimento e outros danos.
- Válvulas de Retenção, ficam instaladas no início das tubulações de recalque, antes dos registros, para proteger as bombas contra os golpes resultantes da cessação brusca do escoamento por falta de energia elétrica.
- Válvulas de controle, são inteligentes, pois operam hidráulicamente, destinadas a diversos tipos de controle hidráulico, possuindo corpo comum e circuitos de funcionamento diferenciados para cada tipo de controle.

- Ventosas, aparelhos instalados nos pontos altos dos condutos forçados, o seja, adutoras, subadutoras e redes de distribuição, para permitir a saída de ar que neles acumula durante o escoamento da água. Também permite a saída ou a entrada de ar nas canalizações por ocasião do seu enchimento ou esvaziamento.

2.1.3 Manipulação e controle de uso do cloro da água

A qualidade da água determina-se pelo solo de uma bacia hidrográfica, bem como, pelas condições físicas e naturais dos seres. Partindo deste pressuposto, a desinfecção da água pode ser obtida pela utilização de diversos meios, estes processos específicos se classificam da seguinte forma:

- Tratamento físico- aplicação de calor, irradiação e outros agentes físicos;
- Cones metálicos- cobre e prata;
- Compostos alcalinos;
- Compostos tensoativos – como sais de amônia quaternários;
- Oxidantes- halogênios, ozônio e outros compostos orgânicos e inorgânicos.

Neste sentido, a utilização do cloro para desinfecção da água foi iniciado com a aplicação do hipoclorito de sódio (NaOCl), composto da decomposição eletrolítica do sal. Antigamente, o uso do cloro servia apenas para desinfetar águas com suspeita de epidemias e com a evolução do tempo o cloro foi sendo usado como atuador de controle bacteriológicos no refinamento de sua cloração. Com isto, a principal função do cloro no tratamento da água é o de destruir os microrganismos patogênicos e a oxidação dos compostos existentes na água.

Cloro e seus componentes são fortes agentes oxidantes, de forma que a grande reatividade do pH e sua velocidade de ação que vai de acordo com os níveis de elevação de temperatura.

Neste contexto, o cloro com seus agentes orgânicos redutores, como sulfitos, sulfetos, íon ferroso e nitrito, são rápidos e alguns destes compostos dissolvidos também reagem rapidamente com o cloro, sendo necessárias horas para que as reações do cloro e seus compostos orgânicos se completem.

Não obstante, o íon hipoclorito também estabelece um equilíbrio dependente do pH, quer dizer, da concentração de íons de hidrogênio presentes na água. Assim,

parte do cloro reage com a água para formar ácido hipocloroso, íons hipoclorito e ácido clorídrico, sendo este último combinado pela transformação da combinação entre alcalinidade natural da água e a alcalinidade usada para fins de tratamento. De maneira, a diminuir e alterar o pH, que por sua vez, influencia na dissociação do ácido hipocloroso.

Neste sentido, quanto há na água amônia, com adição de cloro são formados clorados ativos que se determinam como cloraminas. O cloro sob forma de cloraminas, é um cloro residual, o cloro sob forma de ácido hipocloroso combina com a amônia da água formando monoclорamina (NH_2Cl), dicloramina (NHCl_2) e tricloramina ou tricloreto de nitrogênio (NCl_3).

Para tanto, ao adicionar o cloro em águas que contenham nitrogênio amoniacal se produzirá várias reações, reações estas que dependeram das relações químicas entre o cloro dosado e o nitrogênio amoniacal que está no pH, como também do tempo, temperatura e reação química.

É nesta perspectiva, que as águas cloradas sofrem adições de agentes químicos como amônia que formam as cloraminas, que durante a distribuição de água tratada, funcionam como fonte de cloro diante de qualquer substância oxidável no campo da re-contaminação da água. Sendo o pH a solução para as quantidades necessárias e específicas no tocante as cloraminas presentes.

O aumento da acidez e do cloro podem ocasionar reações que favorecem a formação de derivados mais clorados. Sendo que as reações mais rápidas em relação aos níveis de pH mais baixos são elevadas a concentração de ácido hipocloroso não dissociado. O ferro e o manganês afeta na cloração da água, sendo que, caso o pH esteja elevado o bastante para a formação de hidróxidos e de cloro, as formas desses metais serão oxidadas as suas formas de hidróxidos insolúveis.

Com isto, a grande quantidade de agentes orgânicos presentes na água podem causar influências no consumo do cloro, dependendo da quantidade e o tempo de sua ação. Assim, a desinfecção utilizando cloro não é ainda muito conhecida, visto que experimentos de pequenas quantidades de ácido hipocloroso destroem bactérias e esta observação indica a eficácia do desinfetante na célula, como um fator relevante.

2.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS NO TOCANTE A ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO (EB3) BOA VISTA- PB

2.2.1 Produtos específicos no uso da cloração

A qualidade da água tem sido comprometida desde o manancial, pelo lançamento de efluentes e resíduos, o que exige investimentos nas estações de tratamento e alterações na dosagem de produtos para garantir a qualidade da água na saída das estações.

Contudo, o que se vê é que a qualidade da água decai no sistema de distribuição pela interferência do serviço pela baixa cobertura da população com o sistema público de esgotamento sanitário e pela obsolescência da rede de distribuição e pela manutenção deficiente, entre outros. É neste sentido, que a água possui uma ampla variedade de constituintes que podem ser medidos e monitorados a partir dos aspectos químicos, físicos e biológicos. Todavia, uma forma de agregação dos dados é o uso de indicadores, sendo este uma característica específica química ou biológica, como exemplo o oxigênio dissolvido, carga de fósforo total, entre outros.

Os indicativos de qualidade da água são importantes no acompanhamento da qualidade, levando-se em conta que ocorrem incertezas no tocante as variáveis que as compõem. A agregação acontece com dois ou mais indicadores.

Neste sentido, nos parâmetros que norteiam a qualidade da água, são abordados dois aspectos:

- **Físicos:** Que nos diz respeito a cor responsável pela coloração da água, constituída por material sólido dissolvido. Podendo ser de origem natural (decomposição da matéria orgânica gerando ácido húmico e fúlvico ou pela presença de Fe ou Mn) ou de origem antropogênica (resíduos industriais como corantes ou esgotos domésticos). Quando de origem natural, não representa risco direto a saúde, todavia a cloração da água contendo matéria orgânica (responsável pela cor pode gerar produtos potencialmente cancerígenos (trihalometanos- clorofórmio).

Tal parâmetro é utilizado geralmente para águas brutas e tratadas. A cor aparente inclui a turbidez. Após a centrifugação, elimina-se esta e se obtém a cor verdadeira. A cor produzida por 1mg/l de platina em combinação com 0,5 mg/l de cobalto metálico é considerada a unidade padrão de cor (cloração amarelada-amorronzada).

- Turbidez: representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva. Suas fontes são de elementos sólidos em suspensão que podem ser de origem natural (partículas de rochas, areia, além de algas e outros minerais.). No entanto, a turbidez de origem natural não representa riscos, é utilizada na caracterização de águas brutas e tratadas no controle de ETA.
- Sabor e odor: o sabor é a interação entre o gosto salgado, doce, amargo e azedo e o odor a sensação olfativa. Seus responsáveis sólidos são os de suspensão ou gases dissolvidos. A origem pode ser natural (matéria orgânica em decomposição, microrganismos como algas e gases dissolvidos H e O). Não representam risco a saúde, porém a qualidade da água é bem inferior a desejada e é representada como maior causadora de reclamações de quem as consome.
- Temperatura: é a medição de calor, sendo originada de forma natural pela transferência de calor solo e ar ou pela radiação solar diária. Sua origem antropogênica são iguais às de torre de resfriamento e de despejos industriais. A sua importância se dá pelo fato de que a mesma afeta a taxa das reações químicas e biológicas assim como a salubridade dos gases O₂ e H₂S. Tal parâmetro é utilizado na caracterização de corpos d'água e na água bruta.
- Condutividade: é a capacidade da água transmitir a corrente elétrica pela presença de íons, cátions e ânions. A sua origem é da dissociação de substâncias que se encontram dissolvidas na água. Para ser medida faz-se necessário a utilização de um conduturrimetro que fornece o resultado em uma dada temperatura, correspondendo ao micro Ohms/cm.
- Sólidos: Estão presentes na água podendo ser classificados de acordo com seu tamanho estado; características químicas e sua decantabilidade.

Os aspectos químicos representam-se da seguinte forma:

- pH: representa a concentração de íons, hidrogênio H⁺ (sem escala antilogaritmica, dando uma indicação sobre a condição da acidez, neutralidade ou alcalinidade da água, a fonte de variação deste agente químico são os gases sólidos dissolvidos. Sua origem natural é da dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e a fotossíntese. As mesmas fontes de variações de agentes químicos são de fundamental importância para

as diversas etapas do tratamento de água, seja ela potável ou residual. Além disso, pode ocorrer corrosão, ou seja pH baixo, ou incrustação pH alto, nas tubulações e também podem afetar a vida aquática e o tratamento biológico de esgoto. Para sua mediação usa-se um condutivímetro, que é dotado de eletrodo de vidro em associação com soluções indicadoras ou papel indicador, restrito a água clara.

- Alcalinidade: é a quantidade de íons na água que reagirão para neutralizar os íons de hidrogênio. É uma medida da capacidade da água de neutralizar os ácidos, resistindo as mudanças de pH. Seus principais constituintes são o bicarbonato (HCO_3^-) Carbonatos (CO_3^{2-}) e os hidróxidos.

A distribuição entre as três formas é função do pH. Só podem existir simultaneamente dois tipos de alcalinidade. Uma de suas origens naturais é a dissolução do CO_2 na água. Uma vez em solução reage para formar o ácido carbônico.

- Acidez: é a capacidade da água resistir às mudanças de pH causadas pelas bases, é devida principalmente a presença de acidez carbônica de gás carbônico livre na faixa de pH entre 4,5 e 8,3. Para um pH < 4,5, a acidez é devida, geralmente, a presença de ácidos inorgânicos fortes.
- A sua importância é, sobretudo pela corrosão em tubulações e materiais que interferem no sabor da água, ou seja, um sabor desagradável que causa rejeição. A faixa de pH a cima de 7 é determinada como alcalinidade, só que se utiliza o NaOH 0,02 N é expressa em mg/l CaCO_3 .
- Dureza: causada por cátions metálicos polivalentes em solução o Ca^{2+} Mg^{2+} em condições de supersaturação, reagem com ânions na água. A dureza pode ser classificada como dureza carbonato e dureza não carbonato (temporária e permanente), depende o ânion com o qual ela está associada, ainda podendo ser classificada em dureza cálcio e dureza do magnésio. No caso da dureza temporária estes cátions estão na forma de bicarbonato e com calor se transformam em carbonatos que são insolúveis ou pouco solúveis.
- Ferro e manganês: Tais metais, mesmo em baixas concentrações, podem causar manchas e afetar o odor da água. Estes metais encontram-se na forma reduzida ferroso e manganoso que são insolúveis, quando expostos do oxigênio ou outro oxidante eles se tornam insolúveis, deixando a água amarronzada.

Para determinar ferro e manganês na água usa a calometria que é a concentração da substância testada é proporcional à intensidade da cor desenvolvida, a mesma também pode ser quantificada utilizando-se calorímetros fotoelétricos, através de uma lâmpada e um conjunto de filtros de vidro colorido, específicos para cada elemento.

- Cloretos: todas as águas naturais, em grande ou pequena escala, contém íons resultantes da dissolução de sais, ou seja, cloreto de sódio. A forma que os mesmos se encontram na água são de sólidos dissolvidos. Sua origem natural é a solução de minerais e da intrusão salina, sua importância está no fato da mesma inferir um sabor salgado na água, sendo utilizado para a caracterização de águas brutas e a unidade é mg/l.
- Nitrogênio: ele pode ser encontrado nas seguintes formas: nitrogênio molecular (N_2) nitrogênio orgânico, amônia, nitrito (NO_2) e nitrato (NO_3). Nas águas a amônia é tóxica para os peixes, valores elevados de nitrogênio, podem causar proliferação exagerada de plantas e algas. O teste para a determinação do nitrogênio amoniacal é um processo de destilação, realizando-se o deslocamento do equilíbrio entre o íon amônia e a amônia livre, pela adição de uma base (NaOH), favorecendo a formação de amônia livre que é liberado e coletado em uma solução de ácido bórico.
- Fósforo: encontrado na água geralmente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. Todos os fosfatos se hidrolisam na água de forma estável, enquanto que o decantamento da matéria orgânica se decompõe biologicamente para liberar fosfato. Sua função primordial é assegurar fósforo suficiente para suportar o crescimento microbial. Um método para a determinação de ortofosfato é o calorimétrico cloreto estânico com malbato de amônia que combinam com o fósforo para produzir coloração azulada.

Para tanto, no geral tais agentes físicos e principalmente químicos são indispensáveis e exprimem a qualidade da água para diversos fins. Sendo que tais procedimentos são minuciosamente calculados obtendo-se o nível necessário e exigido no tratamento ideal da água.

2.2.2 Elementos que determinam o nível do pH da água

A questão dos reagentes químicos utilizados no tratamento da água, bem como, um enfoque especial a cloração e controle do pH da água, não obstante, falaremos sobre o pH, ou seja, potencial de hidrogênio iônico o grau de acidez ou alcalinidade de uma substância. O valor de pH de uma solução pode ser estimado conhecendo-se a concentração de íons, assim a escala de medição varia de 0 a 14, tendo o 7 como valor neutro, o 0 como acidez máxima, e o 14 como alcalinidade máxima.

Uma água alcalina com pH logo acima de 7.0 é mil vezes mais alcalina que a água da torneira que normalmente é de 4.0. A água ionizada nos íons hidrogênio e hidroxila, quando estes íons estão em proporções iguais, o pH é neutro, quando há mais íons então a água é mais ácida e se os íons excedem a água torna-se alcalina.

Nesta perspectiva, a água é o melhor solvente que existe, sendo que o pH é determinado através de uma escala universal graduada de 0 a 14, sendo 7 o ponto correspondente a neutralidade. Então um pH que oscila entre 7,35 a 7,45, ou seja, levemente alcalino é o apropriado e a água perfeita e saudável para a utilização humana como um todo.

Com isto, o pH em água foi considerado durante muito tempo como método padrão, o pH em água como já fora mencionado, indica acidez ativa e só com a medição do mesmo e utilizando outros reagentes químicos a água torna-se própria para o consumo.

3 METODOLOGIA

Este trabalho de pesquisa foi realizado na Companhia de Tratamento de Águas na estação de bombeamento de Boa Vista-PB(EB3). Esta empresa é responsável pelo abastecimento de água em 181 municípios e 22 localidades, assim como pela coleta de esgotos em 22 municípios.

Os municípios são atendidos por intermédio das gerências espalhadas pelo estado. São estas: a do litoral, com sede em João Pessoa; Brejo; em Guarabira; Borborema em Campina Grande; Espinharas em Patos; Rio do Peixe em Sousa e Alto Piranhas em Cajazeiras (CAGEPA, 2014).

Este trabalho de pesquisa utilizou como metodologia uma pesquisa de referencial teórico e o método analítico descritivo referente ao método de cloração da água na estação de bombeamento (EB3) em Boa Vista-PB, de responsabilidade da Regional Borborema.

Foram utilizados também registros fotográficos e imagens, vislumbrando as novas perspectivas e formas de tratamento de água na cidade de Boa Vista no Cariri Paraibano, com a finalidade de oferecer contribuições no tocante aos processos bioquímicos reagentes neste processo de tratamento de água.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cloro é uma substância halogênica. Portanto, a cloração tem a finalidade de remover total e absolutamente os agentes patogênicos causadores de doenças ainda presentes na água, como bactérias, vírus e protozoários que geralmente crescem nos reservatórios de abastecimento de águas, sob as paredes de condutores de águas e em tanques de armazenamento.

Essa eliminação é feita pela adição de cloro liquefeito (CL2) com pureza 99,99%, como agente desinfetante. O cloro penetra nas membranas das bactérias eliminando-as.

Nesta perspectiva, há um controle dos níveis sustentáveis e permitidos de agentes químicos que são inseridos na água, dando enfoque peculiar a adutora do Cariri paraibano, que foi inaugurada em maio de 2002, projetada para fornecer água, para as cidades de Cabaceiras, Boa Vista, Soledade, Juazeirinho, Seridó, ao distrito de São Vicente, Cubati, Olivedos, e nos dias atuais também abastece a cidade de Sossego.

Neste sentido, com o passar do tempo, a população destes municípios foram crescendo assustadoramente, e hoje com 12 anos de operação, a projeção feita pelos técnicos da época era de que a adutora fornecesse a água para esses municípios sem problemas durante vinte anos, mas hoje ela se encontra saturada e para chegar água até o final da adutora, se faz necessário um sistema de rodízio.

A água captada bruta no Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), vai para Estação de Tratamento e Bombeamento EB1, de onde é bombeada para o sítio Relva em Boqueirão - PB para abastecer as cidades de Boa Vista e Cabaceiras, seguindo assim para o resto das cidades que fazem parte da adutora do Cariri na Paraíba.

Na cidade de Boa Vista - PB, antes de se fazer uma nova cloração na estação de bombeamento, faz-se a análise de cloro residual utilizando a ortotoluidina, coletando uma amostra de água e adicionando três gotas do indicador no intervalo de tempo de uma hora entre uma análise e outra, observando bem os parâmetros que são estabelecidos pela empresa responsável pelo abastecimento, no qual os valores mínimos são de 0,5(mg/l) e no máximo de 2,0(mg/l) . A distância entre uma estação e outra, faz com o que a concentração de cloro diminua, devido ser muito volátil e por isso em Boa Vista se faz novo tratamento com cloro mantendo assim a

qualidade da água que chega nas torneiras. Se adicionado, ultrapassando o limite de tolerância que é de 5,0(mg/l), o cloro pode causar sérios problemas de saúde causando diarreias na população. Adiciona-se o cloro, que é aplicado diretamente na água, através de equipamentos adequados, conectados aos cilindros, e esses tem pesos que variam de 50,68 e 900 kg, conforme a reação a seguir: $Cl_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons HClO(aq) + H^+(aq) + Cl^-(aq)$, que dependendo do pH da água, o ácido hipocloroso(HClO) se ioniza, formando o ion hipoclorito ClO^- , segundo a reação $HClO(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + ClO^-(aq)$, ambos os compostos possuem ação desinfetante e oxidante; porém o ácido hipocloroso é mais eficiente do que o ion hipoclorito.



Figura 2

PH < + ÁCIDA

PH = + NEUTRA

PH > - ALCALINA



CONTROLE DE PH

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram citados alguns procedimentos de dosagem de produtos químicos e sua importância no tratamento da água, houve também uma compreensão maior do processo do tratamento de água na estação de bombeamento (EB3), localizada na cidade de Boa Vista.

Existem, no mercado, diversos tipos de instrumentos, que permitem se realizar a automação de processos. O trabalho de automatizar uma ETA é bem amplo e leva a outros estudos além de elementos técnicas, como viabilidade econômica e retorno financeiro.

O sistema de abastecimento de água deverá fazer face aos problemas captados e associados à qualidade da água, produzindo desta maneira, uma água sem cor, turvação, cheiros, pesticidas e com um pH e teores de cálcio e alcalinidade aceitáveis e apropriados ao organismo humano, bem como inibir os riscos para a saúde das pessoas.

A partir disso, comprovamos que a cloração de controle de pH da água, na estação de bombeamento da cidade de Boa Vista na Paraíba é de extrema relevância, pois estas análises são realizada periodicamente, quer da água captada, quer da água tratada, com o intuito de fazer face as alterações da mesma. Considerando-se a qualidade da água que sofre variações ao longo de todo processo cotidiano, é necessário proceder ao controle das dosagens de reagentes, ou até mesmo a detecção de distúrbios ou anomalias dos vários órgãos de tratamento.

Em suma, este trabalho proporcionou uma compreensão de como os reagentes químicos se processam no tratamento da água, para que possa chegar ao potencial ideal exigido para o consumo e utilização da população de Boa Vista-PB e de cidades circunvizinhas.

REFERÊNCIAS

ARCHIBALD, Joseph. **Bombas e instalações de bombeamento**. 2^oed. São Paulo, 1987.

CARDOSO, Arnaldo. **Introdução à Química Ambiental**. Editora Bookman. 2004.

CAGEPA: **Companhia de Águas e Esgotos do Estado da Paraíba**. Disponível em: <<http://www.embrapa.br>> Acessado em 11/07/2014

GOMES, F. A. **Água**: sem ela seremos o planeta marte de amanhã. Disponível em: <<http://www.cagepa.pb.gov.br>> Acessado em 17/07/2014

MACEDO, Jorge Antonio Barros. **Química Ambiental**: uma ciência ao alcance de todos, 2011. Belo Horizonte.

NELSON, Gandur. **Sistemas urbanos de água**. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, 1979.

NETO, José M. de Azevedo et al. **Técnica de abastecimento e tratamento de água**. 2^o ed. São Paulo, 1987.