



UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – CCT

TRATAMENTO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO

LUÍS RAIMUNDO DE SOUSA
SEBASTIÃO JOSÉ MONTEIRO
WANDENÚSIA DE OLIVEIRA SILVA

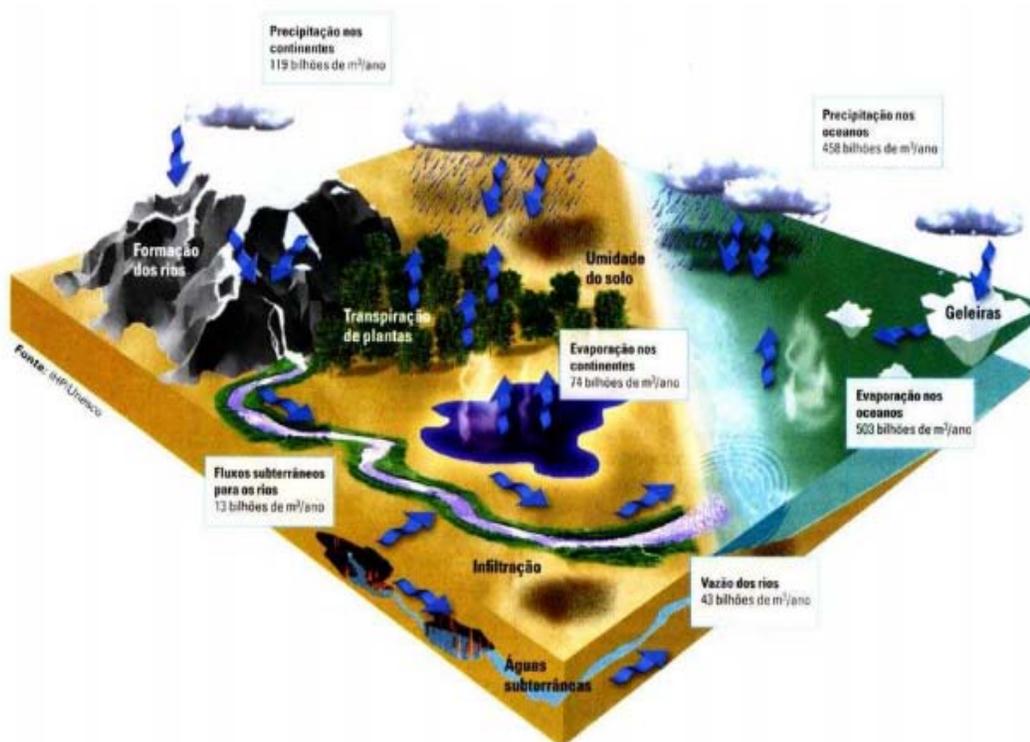
JUAZEIRO DO NORTE-CE

2012

1. INTRODUÇÃO

Na natureza a água está em permanente movimento chamado de ciclo hidrológico. Por ação sol, a água da superfície terrestre evapora-se; na atmosfera condensa-se formando nuvens; regressa a Terra sob a forma de chuva, neve ou granizo escoando-se para os rios e mares e, por infiltração no terreno, vai constituir reservas subterrâneas. O ciclo hidrológico (Figura 1.) é fator determinante na quantidade de água disponível para utilização pelo Homem.

Figura 1. Ciclo hidrológico



Fonte: IHP/UNESCO

O tipo de tratamento de água é um ato de desinfetar, ou seja, é um processo para que água chegue às casas prontas para ser consumida sem a presença de microrganismos patogênicos (transmissores de doenças) eventualmente existentes. Este tratamento é aplicável mesmo quando a água captada não está contaminada, com o objetivo de prevenir efeitos danosos de possíveis contaminações no sistema de transporte e utilização até ao consumidor.

Os outros tipos de tratamento contemplam a correção de acidez, a remoção de ferro e manganês, de perturbação e de cheiros ou sabores. Outro tipo de tratamento relevante é a correção de dureza (presença de cálcio e magnésio na água).

O abastecimento com água com boa qualidade é importantes para o desenvolvimento das sociedades, bem como ao aumento da qualidade de vida das populações.

2. ABASTECIMENTO

A água de abastecimento é uma água potável distribuída aos consumidores através de uma rede de distribuição pública.

Em relação ao tipo de captação, a água pode ser subterrânea ou superficial. A água subterrânea está penetra no subsolo e pode ser captada de várias formas: nascentes, galerias drenantes, furos e poços até ao nível freático, ou por bombagem onde exista água acumulada. A água de superfície é captada nos rios, canais, ribeiras, lagos, bacias de retenção e albufeiras.

Qualquer que seja a sua origem, raramente a água captada no meio natural pode ser distribuída sem tratamento – Estação de Tratamento de Águas (*ETA*).

As entidades produtoras orientam as suas escolhas preferencialmente para origens que naturalmente apresentem a melhor qualidade possível, a fim de minimizar os custos de tratamento e conseqüentemente o preço final da água distribuída, e o maior caudal de captação possível.

2.1. Tipos de captação para abastecimento

2.1.1. A água subterrânea

A água penetra no subsolo, presente nos espaços intergranulares dos solos ou nas fraturas das rochas. Os reservatórios de águas subterrâneas são chamados de lençóis. Essas águas podem estar acumuladas em dois tipos de lençóis: o freático ou o cativo.

As águas subterrâneas representam a maior reserva de água doce do globo e quando captadas de forma adequada, na sua utilização, geralmente, não se tem custos de clarificação, tratamento ou purificação, os processos de filtração e biogeoquímicos

de depuração do subsolo proporcionam um alto nível de purificação e potabilidade das águas subterrâneas (Miranda; Monteggia, 2007).

2.1.2. Águas superficiais

Água de lagos e reservatórios elevados – localizados na superfície terrestre, em áreas elevadas, onde são restritas as possibilidades de contaminação. Águas de rios, canais e reservatórios de planície – na superfície terrestre em áreas mais baixas, onde são maiores as possibilidades de contaminação (carga bacteriana mais elevada, algas, sólidos em suspensão e substâncias diversas dissolvidas) (Miranda; Monteggia, 2007).

3. TRATAMENTO PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA

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 de água a livra de qualquer tipo de contaminação, evitando a transmissão de doenças.

No ponto de vista tecnológico, água de qualquer qualidade pode ser em princípio, transformada em água potável, porém, os custos envolvidos e a confiabilidade na operação e manutenção podem inviabilizar o uso de um determinado corpo d'água como fonte de abastecimento. (DI BERNARDO et al).

A Portaria nº518/2004 do Ministério da Saúde é responsável pela formulação de parâmetros que dão base ao padrão de potabilidade da água, estabelecendo os valores máximos permitidos de agentes contaminadores, orgânicos e inorgânicos, presente na água.

4. CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS

No Brasil, a Resolução N^o 20 do CONAMA-Conselho Nacional do Meio Ambiente (1986), estabelece a classificação das águas em todo território nacional de acordo com seus usos preponderantes, presentes e futuros (DI BERNARDO et al).

Segundo esta resolução, quatro das cinco classes de água doce incluem entre seus usos preponderantes, a destinação para abastecimento público, considerando o tipo de tratamento requerido, a saber:

- **Classe Especial:** águas destinadas ao abastecimento doméstico sem prévia ou simples desinfecção;
- **Classe 1:** águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
- **Classes 2 e 3:** águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional.

Para cada classe são estabelecidos limites dos parâmetros físicos, químicos biológicos e radiológicos, tornando obrigatória a determinação de parâmetros de qualidade, incluindo compostos orgânicos complexos, muitas vezes inexecutáveis em algumas regiões do Brasil.

Ainda no Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT (1989), por meio da NB-592, considera os seguintes tipos de águas naturais e respectivos tratamentos.

- **Tipo A:** águas subterrâneas ou superficiais, provenientes de bacias sanitariamente protegidas, com características básicas apresentadas na Tabela 1. e, os demais parâmetros de qualidade, de acordo com o Padrão de Potabilidade.
- **Tipo B:** águas superficiais ou subterrâneas, provenientes de bacias não protegidas, com características básicas apresentadas na Tabela 1. e que possam atender ao Padrão de Potabilidade com tecnologias de tratamento que não exijam a coagulação química.
- **Tipo C:** águas superficiais ou subterrâneas de bacias não protegidas, com características básicas apresentadas na Tabela 1. e que exigem tecnologias de tratamento com coagulação química para atender ao Padrão de Potabilidade.
- **Tipo D:** águas superficiais de bacias não protegidas, sujeitas à poluição ou contaminação, cujas características básicas são apresentadas na Tabela 1. e que requerem tratamentos especiais para atender ao Padrão de Potabilidade.

Tabela 1. - Classificação das Águas Segundo a NB-592 da ABNT (1989)

CARACTERÍSTICA	TIPO A B C D
DBO5 (mg/L) - média - máxima (qualquer amostra)	< 1,5 1,5 a 2,5 2,5 a 4,0 > 4,0 3,0 4,0 6,0 > 6,0
Coliformes Totais (NMP/100 mL) - média mensal - máximo	50 a 100, 100 a 5000, 5000 a 20000 > 20000 > 100 (*) > 5000 (**) > 20000 (***) -----
PH	5 a 9 5 a 9 5 a 9 3,8 a 10,3
Cloretos (mg/L)	< 50 50 a 250 250 a 600 > 600
Fluoretos (mg/L)	< 1,5 1,5 a 3,0 > 3,0 -----

NMP : número mais provável

(*) em menos de 5 % das amostras examinadas

(**) em menos de 20 % das amostras examinadas

(***) em menos de 5 % das amostras examinadas

5. PRODUTOS QUÍMICOS USADOS PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA

Vários tipos de produtos químicos podem ser usados para o tratamento da água. Esses produtos químicos podem ser vistos como agentes contaminantes da água, quando ultrapassar o valor máximo que é permitido e quando manuseados sem cuidado.

Apesar de serem usados no tratamento da água, esses produtos químicos se não forem manuseados com cuidado, seguindo rigorosamente as instruções de segurança dos fabricantes, podem ser vistos como agentes contaminadores da água, ultrapassando o valor máximo permitido de acordo com a própria portaria ou reagindo com outros compostos presentes na água (BASTOS, 2011).

- **Oxidantes**: como ozônio, cloro, dióxido de cloro, peróxido de hidrogênio;
- **Alcalinizantes**: cal e hidróxido de sódio;
- **Coagulantes**: sais de ferro e alumínio, além de polímeros;
- **Desinfetantes**: ozônio, cloro e seus compostos;
- **Produto para correção da dureza**: cal, carbonato de sódio e resinas de troca iônica;

- **Produtos para controle da corrosão**: cal, carbonato de sódio, metafosfato, silicato entre outros;
- **Carvão ativado**: para adsorção de contaminantes.

6. TÉCNICAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA

São usadas diversas técnicas de tratamento de água para abastecimento público. No Brasil, normalmente, se usa o tratamento convencional (ciclo completo) e a filtração direta, em poucos casos é usado a filtração lenta, a flotação e a filtração de membranas (BASTOS, 2011).

- **Filtração Lenta**: constitui-se basicamente de um tanque com uma camada de areia, entre 0,90 e 1,20 m, sobre uma camada de pedregulho, de 0,20 a 0,45 m. Sob a camada de pedregulho existe um sistema de drenagem para recolher a água filtrada. Funciona por um processo biológico, sem emprego de coagulantes químicos, mas requer um grande espaço físico para ser instalado, sendo favorável para localidades com baixo número de habitantes e geralmente em comunidades rurais por apresentarem grandes extensões de terra;
- **Filtração Direta**: ocorre com o emprego de coagulante e pode ser de quatro maneiras.
 - a) Filtração direta descendente: a água filtrada sai pela parte inferior do filtro ao passo que a água coagulada percorre a camada filtrante de cima para baixo;
 - b) Filtração direta descendente com floculação: antes de entrar no filtro a água é coagulada e floculada;
 - c) Filtração direta ascendente: a água filtrada sai na parte superior do filtro enquanto a água coagulada percorre a camada filtrante de cima para baixo;
 - d) Dupla filtração: em comparação as demais, esta possibilita o tratamento de água de pior qualidade, com maior quantidade de material dissolvido e em suspensão, pois a água coagulada passa por um filtro ascendente e depois por um descendente.

- **Tratamento Convencional**: Faz tratamento de água com elevada concentração de material dissolvido e em suspensão comparado a filtração lenta e a filtração direta. Neste, segue toda uma ordem de tratamento, após a coagulação da água ela passa pelo floculador, decantador e segue para os filtros, geralmente por escoamento ascendente;
- **Flotação**: indicada no tratamento de água com cor elevada e baixa turbidez, e em água com altas concentrações de algas, pois conduz a formação dos flocos com baixa velocidade de sedimentação;
- **Filtração com membranas**: é utilizada especialmente para tratar água salobra. Pois usa um material semipermeável com micro abertura de infiltração a qual permite a remoção de partículas muito pequenas.

As tecnologias de tratamento de água podem ser enquadradas em dois grupos, sem coagulação química e com coagulação química. Dependendo da qualidade da água bruta, ambos os grupos podem ou não ser precedidos de pré-tratamento.

7. ESCOLHA DO SISTEMA DE TRATAMENTO

A escolha de um sistema de tratamento é determinada por vários fatores: características quantitativas e qualitativas das águas residuais, localização do sistema e objetivos de qualidade que se pretendem – imposição do grau de tratamento.

7.1. Tratamento de Água Subterrânea

A água de lençóis subterrâneos muito profundos tem geralmente uma excelente qualidade, apresentando uma composição constante num mesmo lençol, sendo menos vulnerável à poluição que a água de camadas menos profundas.

De um modo geral, a água subterrânea não contém oxigénio dissolvido. Podem encontrar-se neste tipo de água algumas substâncias como o gás carbónico, ferro, manganês, amónia ou ácidos húmicos e mais raramente nitratos e pesticidas (em zonas onde se pratica uma agricultura intensiva).

Em função dos problemas existentes recorre-se às seguintes tecnologias de tratamento para tornar a água potável:

- **Arejamento:** para oxigenar e retirar gás carbônico;
- **Filtração:** através de areia para eliminar ferro e manganês e eventualmente amônia;
- **Desinfecção:** para garantir a qualidade bacteriológica durante a adução até à distribuição. A desinfecção é realizada geralmente com cloro através de uma solução de hipoclorito de sódio (NaOCl);
- **Tratamentos específicos:** para eliminação de nitratos e pesticidas (por exemplo, remoção de azoto e filtração em carvão ativado granular, respectivamente).

7.1.1. Tratamento de água de poço

Presente na grande maioria dos hotéis, motéis, hospitais, restaurantes, condomínios e residências o poço artesiano representa a principal fonte de recurso hídrico desses empreendimentos.

Os principais contaminantes presentes na água de poço são: sólidos em suspensão, bactérias, dureza (cálcio e magnésio), ferro e manganês. O mais indicado é realizar a filtração e o tratamento da água antes do reservatório, garantindo dessa forma a limpeza interna, reduzindo custos com manutenções excessivas.

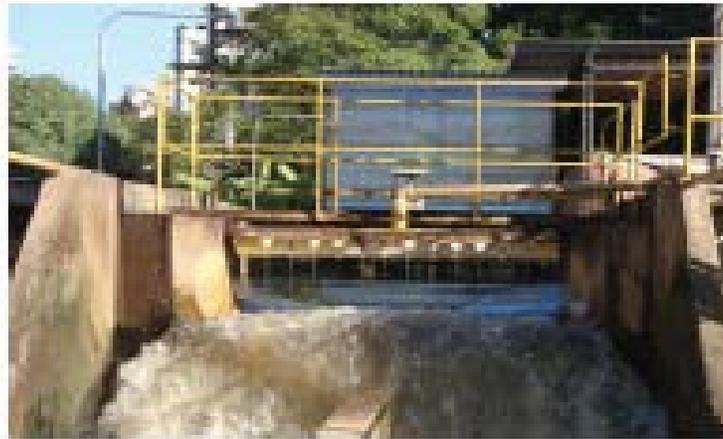
A configuração do sistema de tratamento oscila de acordo com a característica da água do poço. Para qualquer dimensionamento de sistemas de tratamento de água, é imprescindível uma completa análise físico-química e bacteriológica da água na saída do poço, para identificar os contaminantes.

7.2. Tratamento de Água Superficial

A composição da água superficial é mais variável. Contém oxigênio dissolvido, bactérias e matérias em suspensão (turvação), como algas e substâncias orgânicas que podem originar problemas de odores e sabores. Os processos de tratamento existentes são:

- **Flotação:** para eliminar as microalgas presentes na água, que se vão acumulando na superfície do flotor e são removidas por uma ponte raspadora (sendo enviadas para a câmara de mistura de lamas). É uma tecnologia de tratamento cada vez menos usada, tendo sido ultrapassada pela pré-oxidação com ozono.
- **Pré-ozonização ou pré-oxidação com ozono:** pelo facto do ozono ser um oxidante bastante forte, permite retirar alguma cor à água, oxidar o ferro, manganês e compostos organoclorados presentes na água, como os hidrocarbonetos dissolvidos e detergentes. Permite controlar os cheiros e sabores, assim como a destruição de microalgas que persistam e a redução do potencial de formação de organoclorados (compostos cancerígenos).
- **Controlo da alcalinidade da água** (injeção de agente regulador de pH): é de extrema relevância o controlo da alcalinidade de uma água, pois não adianta adicionar reagentes sem que a água apresente alcalinidade. Geralmente, a água de origem superficial apresenta algum teor em anidrido carbónico (CO₂), o que confere alguma acidez à água. Para a correção (diminuição) da acidez da água, o agente regulador de pH utilizado é a água de cal. O controle da alcalinidade da água deve ser feito antes do processo de mistura rápida, uma vez que este é afetado pelo pH, o que, por conseguinte, afeta a dose de coagulante. Para determinar a dose de coagulante associada ao pH óptimo da água deverão ser efetuados ensaios de jar-test.
- **Coagulação (mistura rápida):** neste processo é adicionado coagulante – sulfato de alumínio [Al₂(SO₄)₃], devendo ser injetado à entrada da mistura rápida, de modo a promover a formação de coágulos através da desestabilização das partículas, seguida da sua agregação. A adição de sulfato de alumínio permite igualmente diminuir a dose de polielectrólito adicionado na floculação.(Figura 2.)

Figura 2. Aplicação de coagulante em calha Parshall



- **Floculação (mistura lenta):** na caixa de saída da câmara de mistura rápida é injetado polielectrólito, o qual permite promover a consistência do coágulo e diminuir a dose de coagulante adicionado. A floculação permite formar flocos sobre os quais a maior parte das matérias em suspensão se vai fixar. Estes flocos são em seguida separados da água, por decantação. Existem sistemas de tratamento em que a floculação encontra-se associada à decantação. (Figura 3).

Figura 3. Floculação em mistura lenta



- **Decantação:** permite a separação da fase líquida (água) e da fase sólida (flocos que vão originar as lamas) por ação da gravidade.(Figura 4).

Figura 4. Decantador de alta taxa



- **Filtração:** a filtração através de areia é responsável pela redução do número de bactérias e pela remoção de impurezas em suspensão na água. Permite a eliminação dos flocos restantes assim como eventualmente o azoto amoniacal ainda presente. É de salientar que os filtros após um determinado período de funcionamento colmatam, devendo assim ser lavados em contracorrente com água clorada (água tratada) para promover a descolmatação do leito filtrante.(Figura 5).

Figura 5. Filtro



- **Ozonização intermédia:** desinfecção com ozono, oxidando grande parte da matéria orgânica.

- **Filtração em Carvão Ativado Granular (CAG):** retém alguns poluentes orgânicos, como os pesticidas (cuja eficiência de remoção é de 100 %). Permite também eliminar fenóis e toxinas, bem como substâncias que podem conferir odores e sabores desagradáveis à água.
- **Desinfecção:** permite eliminar bactérias residuais e proteger a água de possíveis descontaminações durante o seu trajeto até ao consumidor. A desinfecção é realizada geralmente com cloro através de uma solução de hipoclorito de sódio (NaOCl). O hipoclorito apresenta algumas vantagens relativamente a outros reagentes para cloração. É mais fácil de preparar, é mais barato e o seu armazenamento não requer sistemas de segurança tão complexos como para o cloro gasoso. No entanto, apresenta a desvantagem de na presença de matéria orgânica formar organoclorados – trihalometanos (compostos potencialmente cancerígenos). Contudo, nesta fase de tratamento da água, desinfecção final, pressupõe-se que a água já se encontra isenta de matéria orgânica ou, pelo menos, com um número muito reduzido.

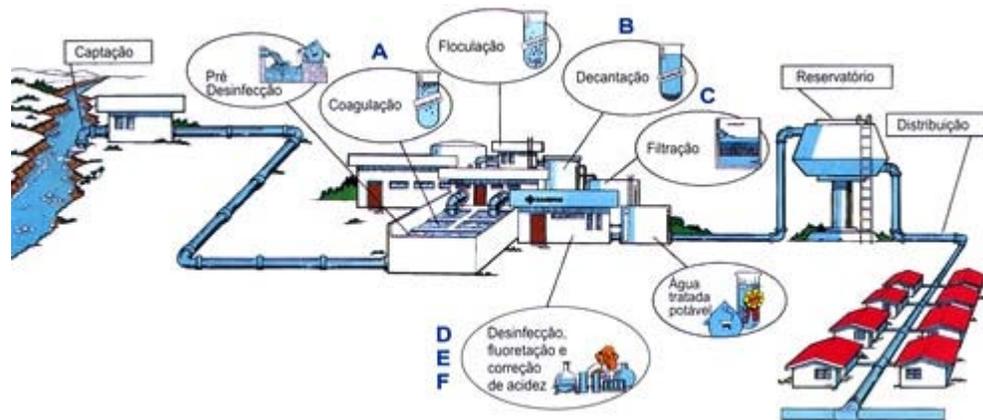
8. TÉCNICAS DE TRATAMENTOS DE ÁGUA MAIS USADOS DO BRASIL

Há vários tipos de tratamentos, cada um tem a sua utilização, dependente do local, do número de habitantes, do estado da água a tratar, ou seja, de onde essa água será captada, é definido o tipo de tratamento mais adequado a serem empregados. No Brasil os tratamentos mais usados é a Técnicas de tratamento convencional e Técnicas de tratamento filtração direta.

1) Técnicas de tratamento convencional

Faz tratamento de água com elevada concentração de material dissolvido e em suspensão comparado a filtração lenta e a filtração direta. Neste, segue toda uma ordem de tratamento, após a coagulação da água ela passa pelo floculador, decantador e segue para os filtros, geralmente por escoamento ascendente.(Figura 6)

Figura 6: Estação de Tratamento de Água (ETA) do tipo convencional.



2) Técnicas de tratamento filtração direta

Há pouco registro histórico do uso da filtração direta no Brasil, havendo mais informações sobre o emprego da filtração direta ascendente, uma das variantes da filtração direta (DI BERNARDO ET AL, 2003).

Atualmente, estima-se que há mais de 350 de instalações de filtração direta ascendente para tratamento de água destinada ao consumo humano em funcionamento no Brasil, construídas em concreto, chapa de aço ou em fibra, com capacidade de 5 a 2.000 L/s, para remoção principalmente de cor, turbidez e ferro (DI BERNARDO ET AL, 2003).

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um sistema de tratamento de água de abastecimento deve produzir uma água de boa qualidade. Água deve chegar às casas sem cor, sem turvação, sem cheiros, pesticidas e com um pH e teores de cálcio e alcalinidade aceitáveis e apropriados ao organismo humano, para além de desinfetada, de modo a eliminar a poluição microbiológica, nomeadamente colónias de coliformes fecais (cuja origem resulta da descarga de águas residuais não tratadas ou insuficientemente tratadas no meio receptor). Assim, é possível abastecer uma água de qualidade aceitável e apropriada para consumo humano, bem como evitar riscos para a saúde pública.

10. BIBLIOGRAFIA

Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT NBR-592 “Projeto de Estação de Tratamento de Água” 1989, Rio de Janeiro, Brasil.

BASTOS. Cristiane Rodrigues. **Sistemas de abastecimento urbano de água**: estudo do sistema de abastecimento de água no município de Senador Sá-CE. Monografia (Curso de Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Estadual Vale do Acaraú : UVA / Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Sobral, 2011. 55 p.

DI BERNARDO, L.; PADUA, L.V. **Ensaio de bancada para estimar a perda de carga e a influência da floculação na filtração direta descendente**. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre – RS, 2000. Disponível em <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/i-034.pdf>> Acesso em 11/10/2012.

MIRANDA. Luis Alcides Schiavo; MONTEGGIA. Luis Olinto. **Sistemas e processos de tratamento de águas de abastecimento**. Porto Alegre: (S. n.), 2007.