

ÁGUAS SUPERFICIAIS: COMO TRABALHAR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM PEQUENAS PROPRIEDADES

Givanildo Martins de Quadros¹Maciel Welter²Emanuelli Paula Cezarotto³Jaqueline Balestrin⁴Larissa Indalecio Wagner⁵Líslie Stülp⁶Maiko Antonio Hennecka⁷Mariana Chieza Dos Santos⁸Thaís Heck⁹Thamires Camile Wenzel¹⁰

Resumo: O presente plano de trabalho pretende verificar a viabilidade de instalação de estação de tratamento de água compacta. A Estação de tratamento compacta é uma alternativa para a obtenção da potabilização da água, sendo comumente usada por exigir menor quantidade de área para a sua instalação. Existem diversas maneiras de tratamento da água, as quais tem por objetivo a remoção de bactérias, elementos nocivos, minerais e compostos orgânicos em excesso, protozoários e outros microorganismos; além disso, se faz necessário a correção da cor, turbidez, odor e sabor. O sistema de tratamento de água comumente utilizado em nossa região e em nosso país é o convencional, que realiza o tratamento através das etapas de: coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção do Ph (CASAN, 2016). O tratamento de água é de suma importância, pois além de ser utilizado para consumo humano, utiliza-se também para os setores de produção o que resulta na produtividade dos setores de produção responsáveis, grande parte, pela movimentação da economia brasileira. Para tanto, é de grande valia conhecer todos os processos necessários para a obtenção de água potável juntamente com as formas mais econômicas de produção, assim tornando-a viável para todos os tipos de consumidores.

Palavras-chave: tratamento de água; águas superficiais; pequenas propriedades.

¹ Engenheiro Civil, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Políticas Sociais e Dinâmicas Regionais – Mestrado Profissional, da Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapeco).

² Especialização em Pós Graduação Lato Sensu - MBA em Gestão Ambiental pela Universidade do Oeste de Santa Catarina, Brasil(2008). Engenheiro Sanitarista e Ambiental do Maciel Welter Engenharia - ME, Brasil.

³ CEZAROTTO, Emanuelli Paula. Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da FAI – Faculdades de Itapiranga. E-mail: manucezarotto@hotmail.com.br

⁴ BALESTRIN, Jaqueline. Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da FAI – Faculdades de Itapiranga. E-mail: jake-balestrin@hotmail.com.

⁵ WAGNER, Larissa Indalecio. Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da FAI – Faculdades de Itapiranga. E-mail: lariwagneer@icloud.com.

⁶ STÜLP, Líslie. Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da FAI – Faculdades de Itapiranga. E-mail: lislie.stulp@gmail.com

⁷ HENNECKA, Maiko Antonio. Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da FAI – Faculdades de Itapiranga. E-mail: maikohennecka@hotmail.com.

⁸ SANTOS, Mariana Chieza Dos. Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da FAI – Faculdades de Itapiranga. E-mail: pinkguaritense@hotmail.com

⁹ HECK, Thaís. Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da FAI – Faculdades de Itapiranga. E-mail: thaais_x3@hotmail.com.

¹⁰ WENZEL, Thamires Camile. Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da FAI – Faculdades de Itapiranga. E-mail: thami.5@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

Dentre os recursos naturais que o homem dispõe, a água surge como um dos mais importantes, sendo indispensável para a sua sobrevivência. A utilização cada vez maior dos recursos hídricos tem resultado em problemas e até conflitos, não só de carência dos mesmos, como também de degradação de sua qualidade, sendo tratada como um recurso finito e vulnerável, ainda que essa visão seja recente e tímida, entende-se que sua falta pode ser um obstáculo para o desenvolvimento e à qualidade de vida. A demanda por água cresceu bastante, em virtude do aumento populacional, maior consumo per capita e de atividades econômicas (PHILIPPI JR; MALHEIROS, 2005).

Cerca de 75% da superfície do planeta é coberta de água, destes 97% é água salgada, outros 2,7% estão em geleiras, neve e vapor atmosférico, e somente 0,3% está disponível para aproveitamento, sendo que o Brasil possui significativa disponibilidade hídrica em relação a outros países, cerca de 11,6% da água doce disponível em mananciais superficiais do planeta, apresenta uma enorme desuniformidade na distribuição de água no que tange as regiões mais populosas (LIBÂNIO, 2010; JR; MARTINS, 2005), conforme tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição dos recursos hídricos, superfície e população do Brasil por região, em porcentagem em relação ao total do país.

Região	Recursos hídricos (%)	Superfície (%)	População (%)
Norte	68,50	45,30	6,98
Centro-Oeste	15,70	18,80	6,41
Sul	6,50	6,80	15,05
Sudeste	6,00	10,80	42,65
Nordeste	3,30	18,30	28,91
Total	100,00	100,00	100,00

Fonte: UNIAGUA, 2002; apud JR; MARTINS, 2005

Nos últimos anos se tem notado crescimento de forma acelerada nos empreendimentos no ramo da construção civil, instituindo uma maior apreensão em relação ao Saneamento. Assim, ciente da necessidade e importância do estudo e de melhorias, o Grupo de Estudos, Pesquisa e Extensão em Saneamento (GEPES), do Curso de Engenharia Civil da FAI Faculdades, vem atuando de forma a auxiliar no

desenvolvimento dos municípios, com ênfase nas áreas rurais, na questão de tornar apta para o consumo humano a água obtida na superfície.

Com o intuito de utilizar a grande quantidade de recursos hídricos disponíveis em nossa região de abrangência (figura 01), que engloba o Oeste de Santa Catarina e o Noroeste do Rio Grande do Sul, busca-se a criação de uma estação de tratamento de água compacta, transformando águas superficiais em água potável, acabando com a necessidade de perfuração do solo, gerando assim maior economia e comodidade aos usuários deste serviço.

Figura 01: Região de Abrangência da FAI faculdades (Programa Rotas)



Fonte: FAI Faculdades (2016)

Antes de chegar às moradias, a água passa por diversos processos de tratamento com a finalidade de remover impurezas, bactérias, protozoários e micro-organismos que podem afetar a saúde do consumidor, além disso, com a implantação deste protótipo acredita-se que será possível proporcionar uma maior economia (em relação ao métodos tradicionais) às localidades beneficiadas, tanto na implantação, quanto na manutenção do mesmo.

Existem várias formas de tratamento de água, que tem como objetivos a remoção de bactérias, elementos venenosos ou nocivos, minerais e compostos

orgânicos em excesso, protozoários e outros microorganismos; além disso, faz a correção da cor, turbidez, odor e sabor e possui função econômica reduzindo a corrosividade, dureza, ferro, manganês, etc. O sistema de tratamento mais utilizado no país é o convencional que realiza o tratamento por meio de: coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção do pH. (CASAN, 2016).

Diante disso, a necessidade de tratamento das águas não é somente indispensável para o consumo humano, deve ser realizada também para o consumo animal, buscando alternativas para sua potabilização e viabilizar a sua instalação independente, em cada unidade de produção, não comprometendo a disponibilidade de tratamento dos sistemas de abastecimento de água.

2 SANEAMENTO BÁSICO, SAÚDE E MEIO AMBIENTE NO BRASIL

Segundo o que descreve Cavinatto (2003), muitas doenças que afetam o ser humano podem ser causadas por microrganismos presentes nos mais variados ambientes, incluindo água, solo e ar. Antigamente, não se sabia de onde nem o porquê de as pessoas contraírem doenças, até que, por volta de 1850, Louis Pasteur, pesquisador francês, descobriu e provou que tais doenças infecciosas eram causadas por microrganismos, sendo que tal descoberta não foi suficiente para extinguir epidemias relacionadas a estes microrganismos.

Segundo Opas (2001), citado por Philippi Junior (2005, p. 187), a ausência ou ineficiência de sistemas como o de abastecimento de água e, a coleta e o tratamento de águas residuárias, associado à falta de informação e conscientização do hábito da higiene, são responsáveis por 7% de todas as mortes e doenças em todo o mundo.

No século XX, conforme o que afirma Cavinatto (2003), um sanitarista brasileiro chamado Saturnino de Brito, destacou-se pelo seu excelente trabalho, onde, até 1930, conseguiu fazer com que todas as capitais brasileiras possuísem sistemas de distribuição de água e coleta de esgotos. O que se percebe é que somente no ano de 1973 foi criado um Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) visando incentivar as obras de saneamento básico e melhorar as condições de vida da população, e somente em 1981, o país adotou a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), com leis severas para tentar evitar a deterioração dos recursos naturais, porém, o

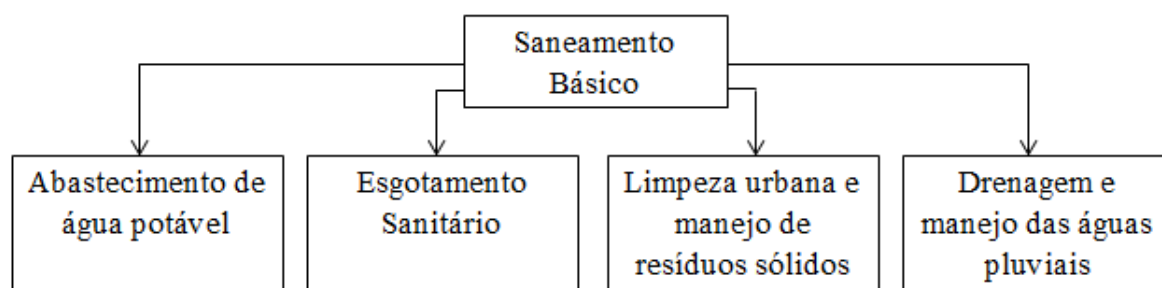
saneamento básico nunca acompanhou o ritmo acelerado de crescimento da população e das áreas urbanas.

Galvão Junior, Melo e Monteiro (2013) afirmam que o modelo de prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário presente no Brasil, lembra a época do Planasa, onde houve o incentivo à criação das Companhias Estaduais de Saneamento Básico (Cesbs), regionalizando os serviços e aplicando mecanismos de forma que os ganhos de escala nos centros metropolitanos permitissem ampliar a cobertura dos serviços em localidades com menos retorno econômico. E outro modelo institucional de destaque na operação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, é o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), sendo que este predomina na operação de iniciativa local.

Segundo a Lei Nº 11445 (2007, p. 2), o saneamento básico é dividido conforme o fluxograma 1. Deste modo, tais itens podem ser contextualizados da seguinte maneira:

- a) Abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- b) Esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;
- c) Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;
- d) Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

Fluxograma 1 - Divisão do Saneamento Básico



Fonte: Adaptação da Lei Nº 11445

3 SANEAMENTO BÁSICO REGIONAL – ABRANGÊNCIA DA FAI – FACULDADE DE ITAPIRANGA

Ao analisar os dados disponíveis no SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), constatou-se que a maioria da população rural dos municípios pesquisados não recebe água potável. Na tabela 01 é possível observar, em números, a situação em que se encontra cada município de abrangência da FAI Faculdades.

Tabela 02: Informações sobre Abastecimento de Água Potável Nos Municípios de Abrangência Da FAI - Faculdades De Itapiranga

UF	Município	Concessionária	População			Abastecimento percentual			Fonte
			Total	Urbana	Rural	Total	Urbano	Rural	
SC	Belmonte	CASAN	2.696	1.302	1.394	50,07%	100,00%	3,44%	SNIS, 2014
SC	Caibi	CASAN	6.259	3.601	2.658	65,59%	100,00%	18,96%	SNIS, 2014
SC	Descanso	CASAN	8.558	4.259	4.299	46,72%	93,87%	0,00%	SNIS, 2014
SC	Iporã do Oeste	CASAN	8.769	4.298	4.471	59,92%	100,00%	21,38%	SNIS, 2014
SC	Itapiranga*	P. Municipal	16.253	8.033	8.220	98,15%	100,00%	96,34%	SNIS, 2014
SC	Mondai	CASAN	11.034	6.800	4.234	63,47%	100,00%	4,79%	SNIS, 2014
SC	Palmitos	CASAN	16.266	10.023	6.243	62,48%	100,00%	2,24%	SNIS, 2014
SC	Riqueza	CASAN	4.775	2.126	2.649	57,09%	100,00%	22,65%	SNIS, 2014
SC	Santa Helena	P. Municipal	2.331	863	1.468	72,93%	100,00%	57,02%	SNIS, 2014
SC	São João do Oeste	P. Municipal	6.235	2.189	4.046	64,54%	100,00%	45,35%	SNIS, 2014
SC	São Miguel do Oeste	CASAN	38.575	34.069	4.506	75,27%	85,22%	0,00%	SNIS, 2014
SC	Tunápolis		4628	1878	2.750	80,77%	100,00%	67,64%	Município
RS	Barra do Guarita	CORSAN	3.226	1.432	1.794	59,33%	100,00%	26,87%	SNIS, 2014
RS	Bom Progresso	CORSAN	2.285	1.125	1.160	60,92%	100,00%	23,02%	SNIS, 2014
RS	Caiçara	CORSAN	5.125	1.611	3.514	34,32%	100,00%	4,21%	SNIS, 2014

RS	Derrubadas	CORSAN	3.173	896	2.277	36,09%	100,00%	10,94%	SNIS, 2014
RS	Esperança do Sul	P. Municipal	3.268	843	2.425	100,00%	100,00%	100,00%	SNIS, 2014
RS	Frederico Westphalen	CORSAN	30.409	24.600	5.809	90,38%	100,00%	49,66%	SNIS, 2014
RS	Humaitá	CORSAN	5.109	2.970	2.139	65,61%	100,00%	17,86%	SNIS, 2014
RS	Miraguaí	CORSAN	4.985	2.124	2.861	56,69%	100,00%	24,54%	SNIS, 2014
RS	Palmitinho	CORSAN	7.163	3.512	3.651	48,43%	98,78%	0,00%	SNIS, 2014
RS	Pinheirinho do Vale	CORSAN	4.739	964	3.775	23,46%	100,00%	3,92%	SNIS, 2014
RS	Redentora	CORSAN	10.938	3.212	7.726	29,27%	99,69%	0,00%	SNIS, 2014
RS	Seberi	CORSAN	11.176	6.075	5.101	58,31%	100,00%	8,66%	SNIS, 2014
RS	Sede Nova	CORSAN	3.070	1.612	1.458	58,89%	100,00%	13,44%	SNIS, 2014
RS	Taquaruçu do Sul	CORSAN	3.084	1.210	1.874	43,29%	100,00%	6,67%	SNIS, 2014
RS	Tenente Portela	CORSAN	14.056	9.064	4.992	61,02%	94,63%	0,00%	SNIS, 2014
RS	Tiradentes do Sul	CORSAN	6.432	2.089	4.343	23,35%	71,90%	0,00%	SNIS, 2014
RS	Três Passos	CORSAN	24.656	19.603	5.053	87,41%	100,00%	38,55%	SNIS, 2014
RS	Vicente Dutra	CORSAN	5.264	2.342	2.922	36,99%	83,13%	0,00%	SNIS, 2014
RS	Vista Alegre	CORSAN	2.893	1.211	1.682	49,26%	100,00%	12,72%	SNIS, 2014
RS	Vista Gaúcha	CORSAN	2.867	1.003	1.864	35,47%	100,00%	0,75%	SNIS, 2014

Fonte: SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Ministério das Cidades. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. Brasília: 2014.

4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Libânio (2010) define tratamento de água como sendo a remoção das partículas suspensas e coloidais, matérias primas, seus microrganismos, ou seja, todas as substâncias possíveis de causar danos à saúde humana que por ventura possam estar presentes nas águas naturais, isso com menor custo de implantação, operação e manutenção, cuidando sempre o meio.

A Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) (2016), define Estação de Tratamento de Água como “a parte do sistema de abastecimento de água onde ocorre o tratamento da água captada na natureza visando a potabilização para posterior distribuição à população”.

São Etapas do tratamento de água:

CAPTAÇÃO

Captação de águas é a coleta de modo adequado das águas naturais de mananciais subterrâneos ou superficiais, poços ou de águas da chuva, para posterior tratamento em estação de tratamento de água e distribuídas para a população.

A Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul - Sanesul (2016) define captação como:

Aquelas realizadas para coletar de modo adequado as águas naturais de nascentes, represas ou depósitos subterrâneos (mananciais), elas variam conforme as condições locais, hidrológicas, topográficas e, para as águas subterrâneas, também segundo condições hidrogeológicas.

Conforme Jr e Martins (2005 p. 125), “a captação pode ser feita em mananciais de águas superficiais, subterrâneas ou meteóricas”. A captação de água superficial é realizada em córregos, rios, lagos, represas e todas as formas de captação de contenção de águas pluviais, sendo que podem ser tomadas por elevação de barragem de elevação de nível ou por meio de bombeamento de água a partir de bombas de sucção (JR; MARTINS, 2005).

Garcez (1976) afirma que a captação de águas superficiais deve atender alguns requisitos como: garantia de funcionamento, qualidade das águas e economia da instalação. Com relação a garantia de funcionamento, Garcez (1976) cita algumas medidas que devem ser obedecidas quanto a captação de águas superficiais como:

- a) Quantidade de água
 - A quantidade de água deve ser suficiente nas épocas de estiagem, quando a captação está colocada diretamente no curso d'água;
 - Quando a vazão em época de estiagem for menor e a vazão média anual for maior que a demanda média, devem ser construídos reservatórios de acumulação;
 - A vazão média anual for inferior a demanda, deve se procurar outra manancial que possa fornecer a quantidade de água necessária;
- b) Conhecimento do nível mínimo e máximo do manancial, sendo que o mínimo é necessário para colocação abaixo da cota mínima e o máximo deve ser observado para segurança estrutural do sistema de captação;
- c) Proteção contra ondas, correnteza e impactos de corpos flutuantes;
- d) Proteção contra desmoronamentos, inundações e obstruções;
- e) Localização da captação: quando o manancial apresentar pouca oscilação de nível, pode ser instalada junto à margem; com muita oscilação de nível,

deve se afastar a captação da margem, instalando caixas de tomada de água simples, tubos perfurados e quando se tratar de grandes instalações, instalação de torres de tomada.

A Resolução 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.”, traz em seu Art. 3:

As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

As águas doces, conforme a Resolução 357, art. 4º, são classificadas em:

I – classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II – classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III – classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e

e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV – classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;

b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;

c) à pesca amadora;

d) à recreação de contato secundário; e

e) à dessedentação de animais.

V – classe 4: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

As águas doces, para ter condições de qualidade, devem seguir as condições e padrões, dispostos na Seção II, da Resolução 357, de 17 de março de 2005, do CONAMA, dispostos na tabela 3:

Tabela 3 - Condições e padrões de qualidade da água

PARÂMETRO	CLASSE DE ÁGUA DOCE			
	I	II	III	IV
Materiais Flutuantes	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes
Óleos e Graxas	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	Toleram-se Iridescências
Substancias que Comuniquem Odor ou Sabor	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	
Corantes provenientes de Fontes Antrópicas	Virtualmente Ausentes	Não Permitida	Não Permitida	
Resíduos Sólidos	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	Virtualmente Ausentes	
DBO (5 dias a 20 C) (mg/L O ₂)	6	5	10	
OD (mg/L O ₂)	6	5	4	2
Turbidez (UNT)	40	100	100	
Cor Verdadeira		75	75	
pH	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,9 a 9,0	6,0 a 9,0

Fonte: CONAMA, Resolução 357, 17 de março de 2005.

As águas subterrâneas, chamadas de aquíferos com formações geológicas com poros ou espaços abertos em seu interior, geralmente não precisam de tratamento para o consumo, devido ao processo de filtragem do subsolo. São compostos por poços rasos e profundos, nascentes e galerias de infiltração (JR; MARTINS, 2005).

As camadas superiores do aquífero são consideradas lençóis freáticos ou aquíferos livres e confinados ou artesianos quando localizadas entre duas camadas impermeáveis. Em aquíferos livres ou lençóis freáticos a extração da água pode ser extraída com a abertura de poços rasos com até vinte metros de profundidade e nos confinados, a extração se dá por meio de perfuração de poços tubulares profundos, sendo as profundidades variáveis dependendo da localização. Quando a perfuração atinge o depósito de água, esta se eleva até o nível do topo do aquífero e por muitas vezes além da superfície do solo (JR; MARTINS, 2005).

ADUÇÃO

A SANESUL (2016), define como adução “a tubulação usada para a condução da água do ponto de captação até a ETA, e da ETA até os reservatórios de distribuição, sem a existência de derivações para alimentar as canalizações de ruas e ramais prediais.”

As adutoras podem transportar dois tipos de água: água bruta, que transporta a água do ponto de captação até a Estação de Tratamento; e água potável, que conduz a água tratada até o consumidor final (SANESUL, 2016).

As adutoras podem ser de dois tipos, com relação à operação: condutos livres, onde a operação acontece por gravidade com a superfície livre com a ação da pressão atmosférica. Neste conduto a água ocupa parcialmente a seção do escoamento; e condutos forçados, quando a água ocupa toda a seção de escoamento e podem ser por recalque (bombeamento) ou por gravidade (JR; MALHEIROS, 2005).

Garcez (1976, p. 62) caracteriza condutos livres:

Líquido em escoamento com a superfície livre constantemente sob pressão atmosférica. A linha piezométrica efetiva está contida, em todo o percurso, nessa superfície livre. Em terrenos acidentados exige um desenvolvimento muito grande ou a construção de obras de arte para a transposição das depressões.

Conforme Martins e Martins (2004), condutos forçados, “são aqueles que se desenvolvem dentro das canalizações onde a pressão é diferente da atmosférica, ou seja, a pressão efetiva é diferente de zero”.

Netto (1998), define um conduto forçado como o tubo “no qual o líquido escoar sob pressão diferente da atmosférica. A canalização funciona, sempre, totalmente cheia e o conduto é sempre fechado.”

BOMBAS E SISTEMA DE RECALQUE

Conforme Cirilo et al (2003, p. 145), as bombas hidráulicas são destinadas ao transporte e/ou elevação de fluídos, ainda conforme Cirilo et al (2003) as bombas mais utilizadas nos sistemas de recalque de águas podem ser classificadas em:

- a) Bombas volumétricas: que utilizam a variação de volume do líquido no interior de uma câmara fechada para provocar a variação da pressão. São as bombas de rotativas e de pistão pois a variação de volume gera ação de movimentos rotativos ou alternativos;
- b) turbobombas: esse tipo de bomba é a mais utilizada atualmente. Composta por rotor que se movimento dentro de uma carcaça, que pela ação do motor geram a movimentação do liquido que converte parcialmente em pressão no interior da bomba, aumentando a posição que os líquidos podem atingir através de tubos de recalque. As turbobombas podem ser de sucção simples ou dupla, sendo que a última permite a sucção de líquidos de ambos os lados, permitindo assim o maior equilíbrio do rotor, e são as mais indicadas para recalque de grandes vazões, pois estão sujeitas a esforços mais elevados.

Com relação ao eixo entre a bomba e o motor, podem estar na posição vertical ou horizontal, sendo que o eixo vertical permite reduzir a altura geométrica de sucção, enquanto as horizontais são consideradas com custo normalmente mais baixo (CIRILO et al, 2003).

A trajetória da água no rotor pode ser: radiais ou centrífugas, quando esta trajetória se faz dentro de um plano radial sendo impelida pela força centrífuga do centro para fora; axiais, quando o fluxo de água se dá em direção do eixo da bomba, indicadas para grandes vazões e baixas alturas manométricas; e as bombas mistas ou diagonais, onde o fluxo é diagonal ao eixo, sendo um tipo de bomba intermediária entre as centrífugas e axiais (CIRILO et al, 2003).

Para a instalação de bombas e recalque de água, alguns aparelhos são imprescindíveis para o bom funcionamento da mesma, os principais aparelhos destacados por Cirilo et al (2003) são os seguintes:

- a) Válvula de pé com crivo: é uma válvula de retenção que é instalada na parte da extremidade inferior do tubo de sucção da água. Esta válvula tem a função de impedir o retorno da água quando a bomba para de funcionar permitindo que a tubulação permaneça sempre cheia.
- b) Motor de Acionamento: tem como objetivo fornecer energia mecânica à bomba;

- c) Bomba: é o dispositivo que adiciona energia ao escoamento da água;
- d) Válvula de retenção: é um aparelho que protege a bomba quando ela desliga evitando o retorno da água e permite que a tubulação permaneça cheia;
- e) Válvula ou registro: instalado logo após a válvula de retenção. Tem a função de controlar a vazão e fazer a manutenção da bomba, permitindo a manutenção da água dentro da tubulação de recalque.

Todos estes aparelhos são essenciais para o bom funcionamento, a única que se torna desnecessária é a válvula de pé com crivo, somente quando a sucção da água for negativa, ou seja, quando o conjunto de motobomba for instalado está abaixo do nível de sucção da água. Quando este conjunto for acima do nível, é considerado sucção positiva (CIRILO, et al, 2003).

Para o dimensionamento e instalação de sistema de recalque de água devem ser observados alguns parâmetros hidráulicos para o bom funcionamento desta estação sendo:

- a) Altura manométrica: Cirilo et al (2003) define altura manométrica como “a energia absorvida por unidade de peso de líquido ao atravessar a bomba, ou seja, é a energia na saída da bomba menos a energia da entrada.

A altura manométrica é calculada utilizando a formula a seguir:

$$H_s = h_s + \Delta h_s \text{ e } H_r = h_r + \Delta h_r \quad (1)$$

Onde:

H_s = altura manométrica de sucção

h_s = altura geoétrica de sucção

Δh_s = perda de carga na sucção

H_r = altura manométrica de recalque

h_r = altura geoétrica de recalque

Δh_r = perda de carga na recalque

- b) Potência de rendimento do conjunto elevatório: conforme Cirilo et al (2003, p. 152), a potência hidráulica “é o trabalho realizado sobre o líquido ao passar pela bomba em um segundo”.

A equação que expressa essa condição de potência hidráulica, no caso brasileiro em CV (cavalo Vapor) e que determina a potência de bomba que deve ser utilizada é a seguinte:

$$P_h = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_m}{75} \quad (2)$$

Sendo:

P_h =Potência Hidráulica em CV;

γ = Peso específico d água em N/m³ ($\gamma \cong 1000 \text{ kgf/m}^3$);

Q = Vazão bombeada em m^3/s ;

H_m = Altura manométrica em m.

COAGULAÇÃO (MISTURA RÁPIDA)

Libânio (2010) define coagulação como sendo a desestabilização das partículas coloidais e suspensas, sendo usual o uso de um sal de alumínio ou ferro. “Richter e Netto (1991), definem coagulação como um “processo através do qual os coagulantes são adicionados a água, reduzindo as forças que tendem a manter separadas as partículas em suspensão”. Netto (1998), define coagulante como “processo químico que visa aglomerar impurezas que se encontram em suspensões finas, em estado coloidal, em partículas sólidas que possam ser removidas por sedimentação ou filtração”.

A mistura rápida tem a função de dispersar o coagulante na água e deve ser a mais homogênea, uniforme e o mais rápido possível, pois a quantidade de coagulantes utilizados são muito pequenos em comparação com o volume de água a ser tratada, sendo na ordem de 60 a 70 g/m^3 . O sulfato de alumínio adicionado, encontra-se na faixa de 25 a 35 mg/L quando adicionado a 5%, representando 500 a 700 cm^3/m^3 de água (RICHTER; NETTO 1998).

Para a escolha do tipo de coagulante devem ser consideradas algumas características da água que será tratada, este deve ter, segundo Libânio (2010, p. 162), “a capacidade de produzir precipitados e espécies hidrolisadas em dissociação no meio aquoso, capazes de desestabilizar ou envolver as partículas suspensas e coloidais presentes nas águas naturais”.

Os coagulantes devem ser escolhidos levando em consideração o custo do coagulante, à tecnologia de tratamento, os produtos químicos que se associam ao mesmo e a adequabilidade à água bruta, conforme tabela 8 (LIBÂNIO, 2010).

Tabela 4 - Coagulantes primários geralmente utilizados

Nome Comercial	Fe (%) ou Al_2O_3	Ponto de Congelamento ($^{\circ}C$)	Dosagens Usuais (mg/L)	Massa Específica (kg/m^3)	Disponibilidade
Sulfato de Alumínio	8,3 a 17,1	-8	10 a 60	600 a 1400	Sólido ou Líquido
Cloreto Férrico	12 a 14	-20 a -50	5 a 40	1425	Líquido (39 a 45%)

Sulfato Ferroso Clorado	10 a 12,5	-40	5 a 25	1470	Líquido (16 a 20%)
Sulfato Férrico			5 a 40	1530 a 1600	Sólido e Líquido (17%)
Cloreto de polialumínio	6 a 10,5	-12	<10	900	Sólido

Fonte: Libânio (2010, p. 163).

Conforme Rubim, (2012), em publicação na Revista TAE, define os principais coagulantes químicos utilizados para o tratamento de água:

Sulfato de Alumínio - O Sulfato de Alumínio é um dos principais agentes coagulantes utilizados, possui forma química $Al_2(SO_4)_3$, composto de cor cristalina branco ou incolor, também conhecido como composto anidro (sem água) ou composto hidratado.

Cloreto Férrico – Também denominado Percloreto de Ferro, com forma química $FeCl_3$, sua principal aplicação está no tratamento de água potável, industrial, residuárias e tratamento de lodo além de outras aplicações industriais como no tratamento de superfícies metálicas, tintas e pigmentos, na corrosão de placas para a preparação de circuitos impressos usados em eletrônica e outras.

Policloreto de Alumínio (PAC) - O Policloreto de Alumínio é um composto inorgânico, completamente solúvel em água e com alta eficiência na floculação em uma grande faixa de pH, inclusive em baixas temperaturas, remove eficientemente a carga orgânica/inorgânica do líquido a ser tratado, sua fórmula química é $Al_n(OH)_m.Cl_{3n-m}$.

FLOCULAÇÃO

Segundo a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN (2016), floculação é o “processo que ocorre logo após ou simultaneamente com a coagulação e cuja característica fundamental é a formação de aglomerados gelatinosos chamados flocos, resultantes da reação entre o produto químico coagulante e as impurezas da água”.

A floculação é um conjunto de fenômenos físicos, com a finalidade de reduzir as partículas suspensas presentes na água, onde é feita a agitação do líquido em tempo, fazendo com que ocorram choques entre as partículas anteriormente desestabilizadas pelo coagulante formando flocos que em seguida são removidos pela sedimentação/flotação ou por unidades de filtração (LIBÂNIO, 2010).

Brasil (1992a) determina que em grandes estações de tratamento de água, os ensaios para determinar o período de detenção no tanque de floculação e os gradientes de velocidade que devem ser aplicados sejam realizados entre 20 e 30

minutos para flocladores hidráulicos e 30 a 40 minutos para os mecanizados. Em casos onde os ensaios não forem realizados, o gradiente de velocidade máximo adotado no primeiro compartimento, deve ser de 70 s^{-1} e mínimo, no último de 10 s^{-1} .

Para os tanques de floclação mecanizados, ver figura 02, os tanques devem ser subdivididos em três compartimentos por cortinas ou paredes instalados em série, interligados e de forma para reduzir a possibilidade de passagem direta da água de uma abertura para outra, sendo que estas aberturas devem ser dimensionadas no tamanho ideal para não prejudicar o gradiente de velocidade, que deve ficar igual ou inferior a velocidade do compartimento anterior (BRASIL, 1992a).

Figura 02: Modelo de Floclador Mecânico



Fonte: ACQUATRAT, 2016

Para flocladores hidráulicos (figura 03), a agitação da água deve ser feita por meio de chicanas ou outros dispositivos que alterem o fluxo da água nos sentidos horizontal, vertical e helicoidal. Estas chicanas devem ter espaçamento máximo de 60 cm, sendo que devem ser de fácil remoção. As chicanas devem resistir os esforços decorrentes da movimentação da água de um compartimento para outros (BRASIL, 1992a).

Figura 03: Modelo de Floclador Hidráulico



Fonte: UFCG, 2013

DECANTAÇÃO

A NBR 12.216 de 1992, define decantadores como “unidades destinadas à remoção de partículas presentes na água, pela ação da gravidade. Podem ser convencionais, ou de baixa taxa, e de elementos tubulares, ou de alta taxa”.

Após o processo de floculação, as partículas aglutinadas adquirem um peso e tamanho suficientes, ou seja, o peso específico destas partículas é maior que o peso da água, fazendo com que elas se depositem ao fundo do reservatório de decantação, onde observa-se a sedimentação. A água é removida por meio de vertedouros superficiais, constituindo a decantação. Para maior eficiência dos tanques de decantação, deve-se reduzir ao máximo a turbulência da água (NETTO, 1998).

As principais finalidades da sedimentação da água Netto (1998) destaca as seguintes: remoção da areia, remoção das partículas sedimentáveis finas, sem coagulação (decantação simples) e retenção dos flocos: sedimentação após coagulação.

A quantidade de decantadores que devem ser instaladas depende do volume de água trata na ETA, sendo que para estações com capacidade inferior a 1.000 m³/dia em operação contínua e estações com até 10.000 m³/dia, com um período inferior a 18 h/dia, é necessária a instalação de apenas uma unidade de decantação. Para estações com capacidade maior de 10.000 m³/dia e funcionamento maior que 18 horas/dia ou onde os decantadores são mecanizados devem contar com pelo menos dois decantadores com dimensões iguais (ABNT, 1992).

A entrada da água nos reservatórios de decantação deve ser separada por uma cortina de distribuição de água que tem a função de distribuir uniformemente o fluxo

de água floculada, evitando assim os efeitos de turbulência no depósito de decantação (LIIBÂNIO, 2010).

A NBR 12.216, recomenda que o dimensionamento da cortina deve ter a largura e altura útil do decantador e ter o número máximo de orifícios possível respeitando a distância igual ou inferior a 50 cm entre os mesmos (BRASIL, 1992a).

Quando se tratar de decantadores de fluxo vertical, a entrada de água deve ser feita por pontos, fendas ou por borda inferior de cortina, para assegurar a uniformidade da água em toda a área superficial do decantador (BRASIL, 1992a).

A disposição final do lodo acumulado no processo de sedimentação pode ser feita de várias maneiras, sendo que a mais usada ainda é o lançamento nos recursos hídricos da região, apesar da rígida legislação existente no país. Outras formas de disposição podem ser utilizadas como a utilização de lagoas de lodo, aplicação em solos, disposição em aterros sanitários, lançamento em estações de tratamento de esgoto e fabricação de produtos, como tijolos, refratários, pavimentação de estradas e produção de cimentos (LIBÂNIO, 2010).

Conforme Libânio (2010) a coleta da água geralmente se dá pela instalação de tubos perfurados de PVC instalados na superfície unidade de decantação. Outra forma de coleta pode ser a instalação de calhas de seção retangular (figura 04) ou com fundo convexo.

Figura 04: Coleta de água decantada (Calha)



Fonte: ACQUATRAT, 2016

FILTRAÇÃO

A filtração consiste em purificar a água fazendo-a passar por camadas porosas capazes de reter impurezas. Essas camadas geralmente compostas por areia, sendo que podem ser utilizados outros produtos como carvão dura e a granada (NETTO, 1998).

Segundo Libânio (2010, p. 309), a filtração é “um processo que tem como função primordial a remoção de partículas responsáveis pela cor e turbidez, cuja presença reduziria a eficácia da desinfecção na inativação de organismos patogênicos”.

Para Richter e Netto (1991, p. 195) “a filtração é um processo de separação sólido – líquido, envolvendo fenômenos físicos, químicos e às vezes, biológicos. Visa a remoção das impurezas da água por sua passagem através de meio poroso”.

Os filtros podem ser classificados em dois tipos: filtros lentos e filtros rápidos, sendo filtros lentos utilizados quando a água apresenta pouca turbidez e baixa cor, são águas do tipo B, ou que se enquadrem neste tipo após o seu tratamento, onde não é exigido o tratamento químico e; filtro lento quando a velocidade que a água atravessa no sistema filtrante é baixa, sendo formado por uma camada de areia, de outra camada com material mais poroso colocado sobre a areia, permitindo filtração de taxas ainda mais elevadas (RICHTER; NETTO, 1991).

Segundo a NBR 12.216 de 1992, no item 5.11.2, determina “a camada filtrante deve ser constituída de areia, com as seguintes características: espessura mínima de

0,90 m; tamanho efetivo de 0,25 a 0,35 mm; coeficiente de uniformidade menor que 3".

A mesma NBR determina que ainda devem ser instalados dois filtros funcionando em paralelo e que tenha dispositivo para eliminação da primeira água filtrada.

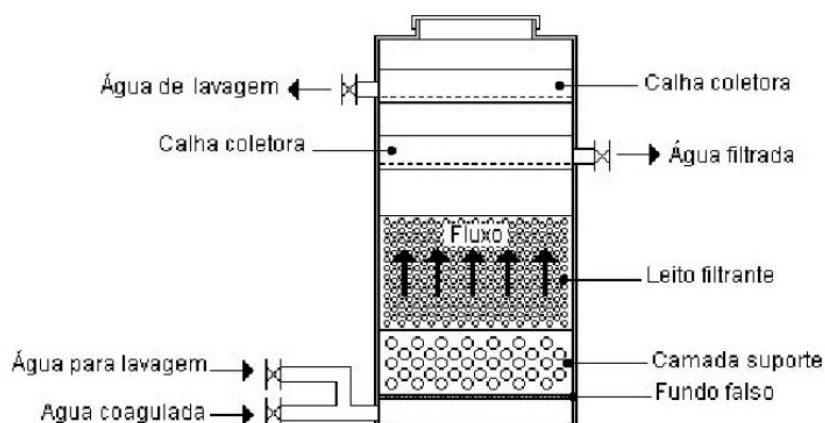
Para a concepção de um projeto, o projetista deve levar em consideração as condições locais, características do meio filtrante e a carga hidráulica, sendo que um filtro em funcionamento pode ter os seguintes limites de filtração: filtros com uma camada: entre 120 a 360 m³/m²xdia e filtros com dupla camada, entre 240 a 600 m³/m² por dia (RICHTER; NETTO, 1991).

A quantidade de filtros, e suas dimensões, dependem do tamanho da ETA, do número de etapas, de fatores econômicos, do arranjo geral e das condições de lavagens. Em estações de tratamento de água grandes o número de filtros de ter dimensões convenientes para as tubulações e comportas e condições econômicas mais vantajosas levando em consideração o custo de válvulas e aparelhos, sendo que os maiores filtros não excedam a área de 170 m² (RICHTER; NETTO, 1991).

Os filtros rápidos diferem, com relação ao filtro lento, na velocidade de filtração método de construção e modo de operação. Possuem um sistema de autolavagem, invertendo o fluxo normal de funcionamento. Os filtros rápidos podem ser construídos com camadas filtrantes simples ou duplas, e com fluxo ascendente (filtros com camadas simples) ou descendente (camadas simples ou duplas), sendo classificados em ascendentes e descentes (NETTO, 1998).

Os filtros ascendentes (figura 05), ou filtros russos, são aqueles cujo fluxo de água se dá de baixo para cima, e são utilizados quando a água, após receber os coagulantes, passa direto para a fase de filtração, ou seja, a água não passa pelos processos de floculação e decantação. A retenção dos flocos, formados durante a coagulação, ficam retidos nas camadas filtrantes do filtro (RICHTER; NETTO, 1991).

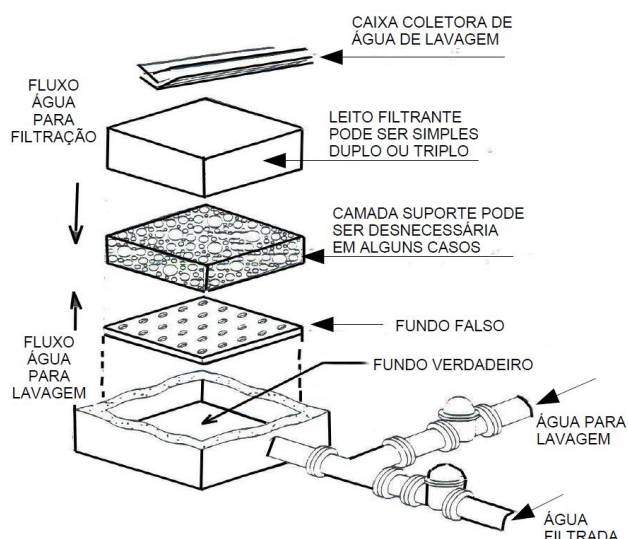
Figura 05: Modelo de Filtro de Fluxo Ascendente



Fonte: OLIVEIRA, 2014

Na filtração de fluxo descendente (figura 06) a água percorre o caminho de cima para baixo, e passa do material mais fino para o mais grosso. Podem ser de camadas simples (areia) como de camadas duplas (areia e antracito). Este tipo de filtro deve ser lavado em intervalos de 20 a 40 horas, dependendo das características da água a ser filtrada, fazendo a inversão do fluxo da água, ou seja, de baixo para cima (SANESUL, 2016b).

Figura 06: Modelo de Filtragem Descendente



Fonte: SANEAGO, 2006

DESINFECÇÃO

Conforme Richter e Netto (1991, p. 280) “a desinfecção tem por finalidade a destruição de microrganismos patogênicos presentes na água”.

Garcez (1976, p. 181), conceitua desinfecção como um “processo de tratamento que visa a eliminação dos germes patogênicos eventualmente presentes na água”. Já Netto (1998, p. 486), define “a desinfecção da água para fins de abastecimento constitui média que, em caráter corretivo ou preventivo, deve ser obrigatoriamente adotada em todos os sistemas públicos”.

A desinfecção deve ser realizada, pois não é possível remover todos os microrganismos presentes na água pelos métodos físico-químicos utilizados em uma estação de tratamento de esgoto (RICHTER; NETTO, 1991).

Os principais produtos que são utilizados no processo de desinfecção para tratamento de águas de abastecimento público são: cloro, hipoclorito de sódio, cal clorada, sendo que utiliza-se dosadores chamados de cloradores ou hipocloradores (NETTO, 1998).

A desinfecção por cloro é a mais empregada nas estações de tratamento de água em todo o planeta, pois é um desinfetante que atende a praticamente a todos os critérios para a potabilização final da água. Apesar de ser utilizado com o objetivo principal a desinfecção, o cloro ainda é utilizado para controle de sabor e odor, prevenção de crescimento de algas, remoção de ferro e manganês, remoção de cor e controle do desenvolvimento de biofilmes em tubulações (LIBÂNIO, 2010).

Conforme a NBR 12.216/1992, o cloro é fornecido por meios líquidos e gasosos, devendo ser adicionado a água, aproximadamente, a quantidade de 5mg/L, com mais 1 mg/L para realizar a oxidação e preparo dos compostos. Deve se prever o estoque mínimo de 30 dias para estações que fazem o tratamento de até 10.000 m³/dia e quando o consumo for de 50 kg/dia, deve ser previsto a utilização de cloros de 1 tonelada.

CORREÇÃO DE pH

O pH da água consiste num índice que determina a acidez, neutralidade ou basicidade de uma substância. O conhecimento sobre o pH existente na água, é importante pra o operador da ETA determinar o procedimento para reduzir ou aumentar o alcalinizante para atingir o pH correto de floculação da água. Com relação a água tratada, esta não pode ser ácida, pois a acidez tem alto grau de corrosividade que afetam as tubulações de ferro, nem pode ser básica, pois gera gosto a água. (BISPO, 2008)

O pH pode ser medido utilizando pH-metros, que segundo Bispo (2008), são “aparelhos dotados de um eletrodo cuja extremidade é inserida no líquido a medir. Essa extremidade é composta por membrana seletiva onde ocorre troca iônica”.

A Portaria 2.914, de 14 de dezembro de 2012, recomenda o teor máximo de pH, para distribuição de água, seja mantido entre 6,0 a 9,5. (BRASIL, 2012).

Os produtos mais utilizados para manter e promover a alcalinidade correta do pH, ou seja, a correção do mesmo, são a Cal Virgem (CaO), Cal Hidratada (Ca(OH)₂) e a barrilha (Na₂CO₃),

FLUORETAÇÃO

Libânio (2010, p. 445) define a fluoretação ou fluoração como “a etapa do tratamento no qual se objetiva conferir, para algumas águas elevar, determinação de fluoreto (F) à água tratada por meio de aplicação de compostos de flúor”.

Presente em águas com pH inferior a 8,0 na forma iônica de fluoreto. Para remover o flúor presente, pode se usar alumina ativada ou carvão ativado como adsorventes ou junto com a precipitação de sulfato de alumínio (LIBÂNIO, 2010).

A fluoretação é feita na maioria das estações de tratamento de água com a aplicação de fluossilicato de sódio, fluoreto de sódio e ácido fluossilícico. Essas aplicações são comumente adicionadas na forma de soluções aquosas. A quantidade de fluoreto na água, para consumo humano, leva em consideração as médias de temperaturas máximas diárias no local onde a estação é operada, como destacado na tabela abaixo (LIBÂNIO, 2010).

O ácido fluossilícico é um líquido bastante solúvel e corrosivo, portanto, deve ser transportados em reservatórios apropriados como PVC, polietileno, polipropileno, acrílico e teflon. Por ser de natureza tóxica, deve ser armazenado em local fresco e ventilado. O ácido fluossilícico pode ser encontrado no mercado em soluções concentradas a 20%, ou seja, para cada 1000mL de solução existem 20% de ácido (FUNASA, 2012a).

Para o cálculo da quantidade de ácido fluossilícico, a ser usado para tratamento de águas, utiliza-se a equação fornecida pela FUNASA (2012a):

$$Q_{\text{ácido}} = \frac{Q_{ET} \times \text{teor de ion fluoreto a ser aplicado} \times \text{fator}}{(\text{concentração de ácido fluossilícico})} \quad (3)$$

Onde,

$$Q_{\text{ácido}} = L/\text{min}$$

$$Q_{ETA} = \text{vazão da ETA em } m^3/\text{min}$$

Teor de íon de fluoreto em g/m³

Fator de proporcionalidade = 1,263

Para a aplicação de ácido fluossilícico, são utilizadas bombas dosadoras e dosadores de nível constante.

O Fluossilicato de sódio, ao contrário ácido fluossilícico, tem pouca solubilidade, mas o mesmo poder corrosivo, portanto os dosadores devem ser de PVC, Polietileno, Polipropileno ou de teflon. Por ser de baixa solubilidade, o fluossilicato de sódio é aplicado de forma satura para a fluoretação das águas de consumo humano. O armazenamento deve ser feito em pilhas de no máximo 15 sacos, sem que haja compactação do produto. Os equipamentos para dosagem dessa solução são os cones de saturação, cilindro de saturação e tubulação de saturação, dosador por saturação multicamaras e bomba dosadora (FUNASA, 2012).

A equação da FUNASA (2012a) determina a quantidade de Fluossilicato de sódio que deve ser adicionado:

$$C_{Na_2SiF_6} = Q_{ETA} \times t \times FP \times T.I.F \quad (4)$$

Onde,

$$C_{Na_2SiF_6} = \text{Consumo diário de Fluossilicato de sódio em kg/d}$$

$$Q_{ETA} = \text{Vazão da ETA em } \frac{m^3}{\text{dia}}$$

FP = Fator de proporcionalidade = 1,65

T.I.F = Teor de íon Fluoreto a ser dosado = mg/L

A FUNASA (2012 a) recomenda que teor de íon fluoreto a ser dosado, deve obedecer as seguintes quantidades da concentração (tabela 9), levando em consideração a temperatura do ar no local onde será feita a dosagem.

Tabela 5 - Concentração de fluoreto recomendada em águas de consumo

Temperatura do ar (°C)	Concentração de fluoreto (mg/L)		
	Recomendada	Máxima	Mínima
10,0 - 12,1	1,2	1,7	0,9
12,2 - 14,6	1,1	1,5	0,8
14,7 - 17,7	1,0	1,3	0,8
17,8 - 21,4	0,9	1,2	0,7
21,5 - 26,3	0,8	1,0	0,7
26,4 - 32,5	0,7	0,8	0,6

Fonte: Libânio (2010).

5 CONCLUSÃO

Para trabalhar o abastecimento de água em pequenas propriedades e a implantação da estação compacta, o grupo GEPES, buscará parceria com a ADR e prefeituras, assim como terá que fazer todos os testes para garantir que o sistema forneça água potável as propriedades.

REFERÊNCIAS

- ACQUATRAT. **Floculadores Mecânicos**. Disponível em: <http://www.acquatrat.com/link_prod/prod_floculadores2.html>. Acesso em: 06 out. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.216: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992a.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de maio de 2005**. – In: Resoluções, 2005.
- BISPO, Eduardo Gomes. **Sistema de tratamento de água para o consumo humano**. São Paulo: Conselho Regional de Química - IV Região, 2008. 48 slides, color.
- CAIXA Econômica Federal. SINAPI: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 06 out. 2016.
- CASAN. **Estação de tratamento de água - ETA**. Disponível em: <<http://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/estacao-de-tratamento-de-agua-eta#0>>. Acesso em: 17 nov. 2016.
- CAVINATTO, V. M. **Saneamento Básico: Fonte de Saúde e Bem-Estar**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2003.
- CIRILO, José Almir et al (Org.). **Hidráulica Aplicada**. 2. ed. Porto Alegre: Abrh, 2003.
- FUNASA, Fundação Nacional da Saúde. **Apresentação de Projetos de Sistemas de Abastecimento de Água**. 2006. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2012/05/eng_abastec.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2016.

FUNASA, Fundação Nacional da Saúde. **Manual de fluoretação da água para consumo humano**. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/mnl_fluoretacao_2.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2016.

GARCEZ, Lucas Nogueira. **Elementos de Engenharia Hidráulica e Sanitária**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1976.

GALVÃO JUNIOR, A. C. (Org.); MELO, A. J. M. (Org.); MONTEIRO, M. A. P. (Org.). **Regulação do saneamento básico**. São Paulo: Manole, 2013.

_____. Lei Federal Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis Nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei Nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Lex**: coletânea de legislação: edição federal, Brasília, 2007.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3. ed. Campinas: átomo, 2010.

MARTINS, José Rodolfo S; MARTINS, Sidney Lázaro. **Hidráulica Básica: Condutos Forçados e Linhas de Recalque**. 2004. 49 f. Tese (Doutorado) - Curso de Hidráulica e Equipamentos Hidráulicos, Escola Politécnica USP, São Paulo, 2004.

_____. **NBR 2914**: Informação e documentação: sumário: apresentação. Rio de Janeiro, 2012.

NETTO, José Martiniano de Azevedo; ARAUJO, Roberto (coord.); FERNANDEZ, Miguel Fernandez y; ITO, Acácio Eiji. **Manual de Hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Blucher, 1998.

PHILIPPI JUNIOR, A. **Saneamento, Saúde e Ambiente**: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. São Paulo: Manole, 2005.

PHILIPPI JR, Arlindo; MARTINS, Getúlio. **Águas de Abastecimento**. In: PHILIPPI JR, Arlindo (ed.) Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. São Paulo: Manole, 2005.

RICHTER, Carlos A.; NETTO, José M. de Azevedo. **Tratamento de Água: Tecnologia Atualizada**. São Paulo: Blucher, 1991.

RUBIM, Cristiane. **Produtos Químicos para Tratamento de Água**. Disponível em: <<http://www.revistatae.com.br/noticialnt.asp?id=3915>>. Acesso em: 03 nov. 2016.

SANESUL. **Abastecimento de Água: A Captação de Água**. Disponível em: <<http://www.sanesul.ms.gov.br/conteudos.aspx?id=2>>. Acesso em: 20 out. 2016.

SANEAGO - Saneamento de Goiás S/A,. **Operação de Estação de Tratamento de Água**. Goiânia: s.n., 2006.

SANESUL. Esgotamento Sanitário: Soluções de Esgotamento Sanitário. Disponível em: <<http://www.sanesul.ms.gov.br/conteudos.aspx?id=8>>. Acesso em: 20 out. 2016.