



PLANO MUNICIPAL de SANEAMENTO BÁSICO



CADERNOS TEMÁTICOS SANEAMENTO BÁSICO

ABASTECIMENTO de ÁGUA POTÁVEL



Fundação
Nacional
de Saúde



Ministério da
Saúde

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA



PLANO MUNICIPAL de SANEAMENTO BÁSICO

CADERNOS TEMÁTICOS SANEAMENTO BÁSICO

ABASTECIMENTO de ÁGUA POTÁVEL



Fundação
Nacional
de Saúde



Ministério da
Saúde

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL (AA)	2
2.1 Soluções alternativas de abastecimento de água	3
3. MANANCIAL ABASTECEDOR	4
3.1 Escolha do manancial abastecedor	5
4. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL (SAA)	7
4.1 Estudos populacionais	8
4.2 Cobertura do abastecimento de água potável	10
4.3 Consumo per capita	11
4.3.1 Variações de consumo	11
4.4 Demanda de água potável	12
4.5 Componentes do Sistema de Abastecimento de Água potável	13
4.5.1 Captação de água bruta	14
4.5.2 Adução/subadução de água bruta e tratada	15
4.5.3 Estações elevatórias e/ou estações de recalque	19
4.5.4 Estação de Tratamento de Água (ETA)	21
4.5.5 Reservatórios	23
4.5.6 Rede de distribuição de água tratada	25
4.5.7 Ligação domiciliar	27
5. CONTINUIDADE DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL	28
6. PERDAS	29
6.1 Ligações clandestinas	31
7. MICRO E MACROMEDIÇÃO	32
8. EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS NO SAA	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mananciais abastecedores	4
Figura 2 – Sistemas de abastecimento de água potável isolado e integrado	7
Figura 3 – Sistema de abastecimento de água	14
Figura 4 – Classificação das adutoras	16
Figura 5 – Estações Elevatórias (típica e pressurizada)	20
Figura 6 – Fases do tratamento convencional	22
Figura 7 – Tipos de Reservatórios	24
Figura 8 – Ligação domiciliar e economias	27
Figura 9 – Instrumentos de micromedição	32
Figura 10 – Instrumentos de macromedição	33
Figura 11 – Plano de Emergências e Contingências	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de rede de distribuição	26
Quadro 2 – Origens e magnitudes das perdas	30
Quadro 3 – Eventos previsíveis	35
Quadro 4 – Nivelamento das emergências	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Faixa de servidão recomendadas para adutoras	18
--	----



1

INTRODUÇÃO

A água constitui um elemento essencial à vida e seu papel no desenvolvimento da civilização é reconhecido desde a antiguidade. Hipócrates¹ (460-354 A.C.) já afirmava a grande influência da água sobre a saúde humana.

Nos novos tempos, o homem tem necessidade de água de qualidade e em quantidade suficiente para todas suas necessidades, não só para proteção de sua saúde, como afirmou Hipócrates, mas também para o desenvolvimento das sociedades. Afirma a Organização das Nações Unidas que o acesso à água potável segura e ao saneamento básico adequado é um direito humano, fundamental para a redução da pobreza e para o desenvolvimento sustentável (ONU, 2010).

Neste contexto, os serviços públicos de saneamento básico devem prover o abastecimento de água potável em cada residência, tanto em área urbana quanto rural, para garantir a melhoria da saúde e das condições de vida da população (controle e prevenção de doenças, redução dos índices de mortalidade, promoção de hábitos higiênicos, dentre outras).

¹ Hipócrates de Cós: Médico grego (séc. V a. C.). Considerado o “Pai da Medicina”.

2

ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL (AA)

Os serviços públicos de abastecimento de água potável consistem na retirada da água de um determinado corpo hídrico para que a mesma seja fornecida à população com quantidade e qualidade e compatíveis e suficientes para o atendimento de suas necessidades.

Em uma comunidade, o sistema de abastecimento de água potável deve ser e estar bem planejado, construído, operado, mantido e conservado, para que a água não se torne veículo de transmissão de doenças e para que seus custos se mantenham em equilíbrio.

A Lei nº 11.445/2007 conceitua abastecimento de água potável como o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação, até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição.

A legislação também é clara ao expor que toda edificação permanente urbana será conectada à rede pública de abastecimento de água (excetuados os casos previstos nas normas do titular dos serviços públicos de saneamento básico, da entidade de regulação e de meio ambiente).

No caso de edificações localizadas em condomínios e/ou localidades de pequeno porte, a prestação dos serviços de AA poderá ser realizada por usuários organizados em cooperativas ou associações desde que autorizado pelo poder público.

Desta forma, quando da indisponibilidade de redes públicas acessíveis, o AA poderá ocorrer por meio de duas modalidades:

→ **Modalidade de abastecimento coletivo (SOLUÇÃO COLETIVA)** – aplicada em áreas urbanas ou áreas rurais com população mais concentrada (FUNASA, 2007);

→ **Modalidade de abastecimento individual (SOLUÇÃO INDIVIDUAL)** – aplicada para atender apenas a uma unidade de consumo² (Decreto Lei nº 7.217/2010).

² Unidade de consumo: unidade residencial, comercial, industrial considerada para efeitos de projeto, controle, monitoramento e faturamento.

Segundo o art. 5º da Lei nº 11.445/2007, as soluções individuais não constituem serviços públicos, desde que o usuário não dependa de terceiros para operar os serviços. Entretanto, soluções que atendam condomínios ou localidades de pequeno porte são consideradas como serviços públicos (art. 2º do Dec. 7.217/2010).

2.1 SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

É conceituada como uma modalidade de abastecimento distinta do sistema público e, da mesma forma, podem se dar na modalidade individual ou coletiva.

Em áreas suburbanas e periféricas, com características rurais ou mesmo em áreas de população mais concentrada, pode-se utilizar uma combinação dessas duas modalidades, algumas partes terão caráter coletivo e outras individual.

Diversas são as soluções alternativas para o AA, entretanto, em função dos custos tecnológicos as soluções mais utilizadas são:

→ Abastecimento pluvial (água de chuva) - alternativa de baixo custo, cujo volume é facilmente captado e armazenado em reservatórios (cacimbas, pequenos barramentos, etc.);

→ Abastecimento por outras fontes - tem sua aplicação em áreas de grande pluviosidade ou, em casos extremos, em áreas de seca onde se procura acumular a água da época chuvosa para a época de estiagem (reservatórios individuais ou comunitários, carros pipa, etc.).

IMPORTANTE!

O Ministério da Saúde, por meio da portaria MS 2.914/2011 determina que as soluções alternativas de abastecimento de água devem se cadastrar junto às autoridades sanitárias, realizar periodicamente análises de controle de qualidade de água e encaminhar os relatórios das mesmas à autoridade de saúde pública local. Estas ações contribuem diretamente para a promoção da saúde e bem estar dos consumidores desta água.

Destaca-se que a União apoiará a população rural dispersa e a população de pequenos núcleos urbanos isolados, que utilizem tecnologias sociais tradicionais, na contenção, reservação e utilização de águas pluviais para o consumo humano, especialmente a construção de cisternas, barragens simplificadas e produção de equipamentos específicos para essas práticas, independentemente da situação fundiária da área utilizada.

3

MANANCIAL ABASTECEDOR

Os mananciais têm grande participação nos sistemas de abastecimento de água, pois são as fontes naturais de onde se pode extrair a água para fins de abastecimento.

Devem ser considerados abastecedores todos os mananciais que apresentem condições sanitárias satisfatórias e que, isolados ou agrupados, apresentem vazão suficiente para atender à demanda máxima prevista em um determinado período de tempo (Ver capítulo 4).

De maneira geral, quanto à origem, os mananciais abastecedores podem ser classificados em manancial superficial, manancial subterrâneo e águas meteóricas (Figura 1).



Figura 1
Mananciais abastecedores

Os **mananciais superficiais** (rios, lagos, barragens) por serem as águas naturais potabilizáveis mais acessíveis, permitem o conhecimento do seu regime³ e favorecem a captação.

Os **mananciais subterrâneos** (lençóis do subsolo ou aquíferos), fornecem água de qualidade satisfatória para uso imediato, principalmente os mais profundos, porém apresentam inconvenientes de uma exploração trabalhosa e, às vezes, dispendiosa.

Os mananciais de **águas meteóricas** (chuva, neve e granizo) por serem naturais e potabilizáveis podem ser admitidas, em condições especiais, nos serviços de abastecimento de pequenos volumes.

Destaca-se que a utilização de qualquer manancial para abastecimento público, exceto águas meteóricas está sujeita a OUTORGA. A outorga é o instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos que tem o objetivo de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água. Garante ao usuário outorgado o direito de acesso à água, uma vez que regulariza o seu uso em uma bacia hidrográfica.

PARA LEMBRAR....

Águas Superficiais - correm naturalmente no solo;

Águas Subterrâneas - ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo;

Águas Meteóricas - encontradas na atmosfera em quaisquer de seus estados físicos;

Aquífero - corpo hidrogeológico com capacidade de acumular e transmitir água através dos seus poros, fissuras ou espaço resultantes da dissolução e carreamento de materiais rochosos.



PARA SABER MAIS SOBRE OUTORGA DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS E APROFUNDAR SEUS CONHECIMENTOS ACESSE WWW.ANA.GOV.BR

3.1 ESCOLHA DO MANANCIAL ABASTECEDOR

A escolha do manancial abastecedor constitui-se na decisão mais importante para a implantação de um sistema de abastecimento de água potável, seja ele de caráter individual ou coletivo.

Os fatores decisivos para a escolha do manancial recaem sobre a qualidade e a quantidade de sua água, a distância do local a ser abastecido e as implicações técnicas, econômicas e políticas que poderão surgir.

³ O regime de um manancial se constitui na forma como este é alimentado, ou seja, na origem das águas que o abastecem. Existem 3 tipos de regimes: pluvial (águas das chuvas), nival ou térmico (derretimento de geleiras) e misto. O rio Amazonas, por exemplo, tem regime misto, pois é abastecido pelas águas oriundas do derretimento da neve na Cordilheira dos Andes e por altos índices pluviométricos da região.

PARA APROFUNDAR O CONHECIMENTO....

O levantamento das condições sanitárias de qualquer manancial superficial, com vistas à escolha do ponto para captar a água, deve ser feito por inspeção sanitária realizada na sua bacia, complementada por análises de amostras de suas águas coletadas em pontos significativos e em períodos representativos.

A inspeção sanitária deve englobar o levantamento, com localização em planta, dos núcleos populacionais, das indústrias, das explorações agropecuárias e de qualquer outro agente poluidor, bem como suas características e seu regime de funcionamento.

O aumento da demanda por água é consequência direta do crescimento populacional e da ampliação de seus níveis de consumo e, tais fatores, exercem pressão sobre os mananciais abastecedores.

Além da pressão exercida, a degradação das áreas dos mananciais tem reflexos diretos no abastecimento de água provocando situações que irão comprometer a saúde, a qualidade de vida e o bem estar da população.

Entre as situações que causam degradação das áreas de mananciais e que merecem atenção e monitoramento constante, pode-se destacar: a ocupação desordenada do solo, em especial áreas vulneráveis como as Áreas de Proteção Ambiental (APP); práticas inadequadas de uso do solo e da água; falta de infraestrutura de saneamento (precariedade nos sistemas de esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais e resíduos sólidos); super exploração dos recursos hídricos; remoção da cobertura vegetal; erosão e assoreamento de rios e córregos; e atividades industriais que se desenvolvem descumprindo a legislação ambiental.

Por essas razões, medidas de controle da qualidade dos mananciais devem ser sempre adotadas. As medidas podem ter caráter preventivo (para se evitar ou minimizar impactos nos corpos hídricos) ou de caráter corretivo (aplicado para corrigir uma situação já existente).

4

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL (SAA)

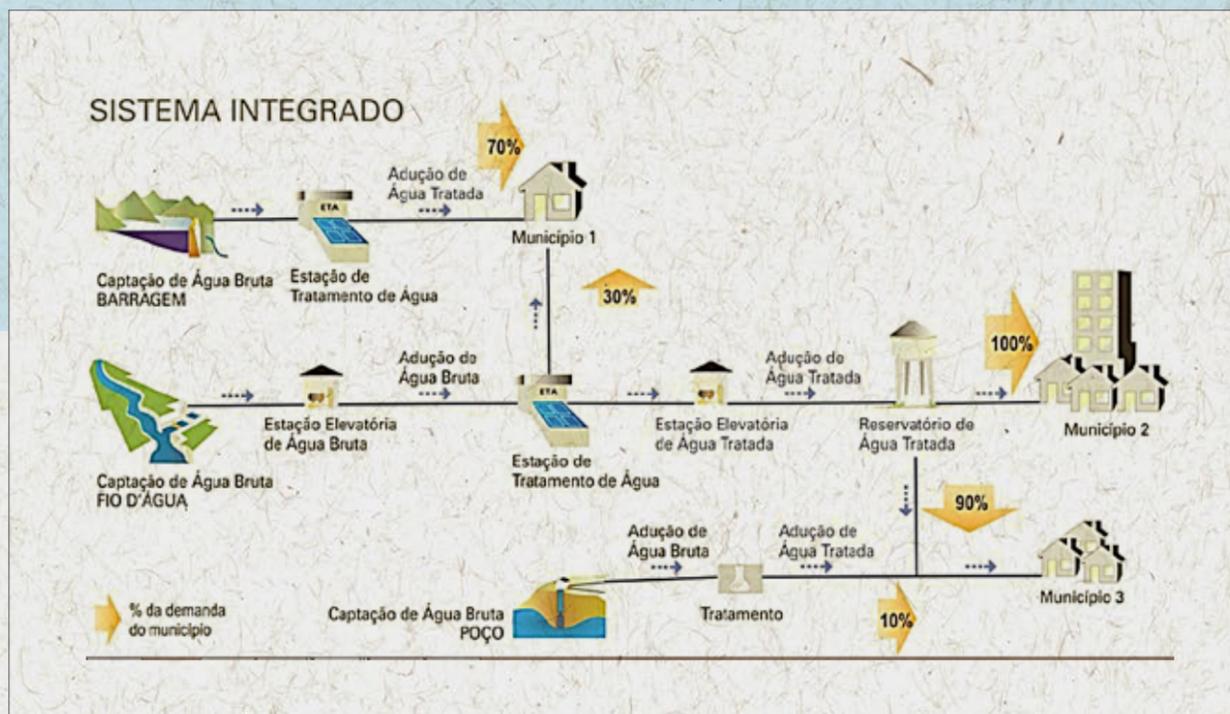
Um sistema público de abastecimento de água potável é constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias para o abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição (Lei nº 11.445/2007).

Os SAA implantados no Brasil podem ser classificados como isolados ou integrados. Os sistemas isolados têm a água captada de um único manancial e abastecem isoladamente bairros, setores ou localidades de um mesmo município enquanto os sistemas integrados atendem mais de um município, simultaneamente, a partir de um ou mais mananciais (Figura 2).

Figura 2

Sistemas de abastecimento de água potável isolado e integrado.





Fonte: ANA, 2015.

Entretanto, ao considerar a necessidade de se universalizar o acesso aos serviços de saneamento básico (princípios impostos pela Lei nº 11.445/2007) um SAA deve ser concebido e projetado para atender com eficácia, eficiência e economicidade a todos os domicílios de um município, para um determinado período.

4.1 ESTUDOS POPULACIONAIS

Para planejar ou projetar um SAA, é necessário que se conheça o contingente populacional a ser atendido, bem como sua evolução ao longo do tempo para projetar seu crescimento futuro.

A determinação da população futura é essencial para não projetar sistemas do saneamento básico dimensionados apenas para a população atual de uma cidade. Esse procedimento, muito provavelmente, inviabilizaria os sistemas logo após sua implantação por problemas de sub-dimensionamento.

Os principais métodos utilizados para possibilitar as projeções populacionais são: o crescimento aritmético, o crescimento geométrico, regressão multiplicativa, taxa decrescente de crescimento, curva logística, comparação gráfica de similaridade, razão e correlação e previsão com base em empregos.

Além de um estudo para determinar o crescimento da população é necessário ainda que sejam desenvolvidos estudos sobre a distribuição desta popu-

lação sobre a área do município, pois a ocupação das áreas urbanas e centrais, por exemplo, é significativamente diferenciada da ocupação nas áreas periféricas e rurais.

Denomina-se população de projeto, a população total a que o SAA atende e deverá atender num período de tempo determinado. Por isto, é necessário ser bastante criterioso nos estudos populacionais. A expressão geral que define o crescimento de uma população ao longo dos anos é dada por:

$$P = P_0 + (N - M) + (I - E)$$

Onde:

- P = população após "t" anos (habitantes);
- P₀ = população inicial (habitantes);
- N = nascimento no período "t" (habitantes);
- M = mortes, no período "t" (habitantes);
- I = imigrantes no mesmo período (habitantes);
- E = emigrantes no período (habitantes);
- t = período previsto para o estudo da população (anos).

Nos termos dos serviços públicos de saneamento básico, a população total de um município é dada pela somatória das populações residente, flutuante e temporária:

- **População residente:** aquela formada por pessoas que têm o domicílio como residência habitual, mesmo que ausente na data do censo por período inferior a doze meses;
- **População flutuante:** aquela que, proveniente de outras comunidades, se transfere ocasionalmente para a área em estudo, impondo ao sistema de abastecimento de água consumo unitário equivalente ao da população residente;
- **População temporária:** aquela que, proveniente de outras comunidades se transfere para a área em estudo, impondo ao sistema de abastecimento de água consumo unitário inferior ao atribuído à população residente, enquanto presente na área em função das atividades que aí exerce.

A população residente deve ser estimada de acordo com um dos seguintes critérios:

- Extrapolação de tendências de crescimento, definidas por dados estatísticos suficientes para constituir uma série histórica, observando-se a aplicação de modelos matemáticos (mínimos quadrados) aos dados censitários do IBGE (deve ser escolhida como curva representativa de crescimento futuro, aquela que melhor se ajustar aos dados censitários);
- Métodos que considerem os índices de natalidade, mortalidade, crescimento vegetativo e correntes migratórias;

Em ambos, devem ser considerados fatores que venham a alterar a tendência de evolução socioeconômica da região na qual esta se insere.

A Projeção populacional adotada deve ser atualizada a cada novo levantamento censitário do IBGE, por ocasião da implantação de etapas futuras e para as confirmações necessárias a serem realizadas nos períodos previstos para a revisão dos Planos Municipais de Saneamento Básico (a cada 4 anos).

Todas as discrepâncias apresentadas nos dados estatísticos, utilizados para definir a tendência de crescimento, devem ser devidamente estudadas e explicadas (quando a discrepância é decorrente de desmembramentos ou agregações, o fato deve ser convenientemente considerado, no que diz respeito à tendência de crescimento que está sendo pesquisada). A utilização de dados estatísticos não provenientes do IBGE exige a comprovação de confiabilidade.

Pode ser aceito estudo de crescimento de população, realizado com outra finalidade, desde que satisfaça os critérios apresentados acima.

As populações flutuante e temporária devem ser estimadas mediante critérios particulares, estabelecidos de acordo com os hábitos e costumes locais. Na ausência de dados estatísticos oficiais ou informações de outras fontes, poderá ser admitido para previsões de abastecimento dessas populações, que o número de estabelecimentos comerciais ou públicos tenha o mesmo fator de proporcionalidade da população residente.

Diante da população total estimada, será necessário conhecer a população atendida pelos serviços, que pode estar ou não sujeita ao abastecimento.

POPULAÇÃO ATENDIDA PELOS SERVIÇOS

A população atendida é a parcela da população que efetivamente se utiliza dos serviços públicos de abastecimento de água potável para seu consumo (população abastecida).

4.2 COBERTURA DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

A cobertura do abastecimento de água potável é representada em termos percentuais entre a população total e a população atendida pelos serviços.

Conhecer a cobertura do abastecimento de água permite identificar situações de desigualdade entre áreas do município e tendências que poderão demandar ações e estudos específicos (abastecimento por meio de outras fontes, construções e moradias irregulares, favelização, etc.), subsidiar análises de risco para a saúde associados a fatores ambientais (baixas coberturas favorecem a proliferação de doenças de veiculação hídrica) e, principalmente, subsidiar a avaliação das políticas públicas voltadas ao saneamento básico.

4.3 CONSUMO *PER CAPITA*

Demandado

A concepção de um sistema público de abastecimento de água exige o conhecimento da quantidade de água que o município ou a localidade demandam. Essa quantidade ou “demanda” é calculada em função do número de habitantes a ser abastecido, da quantidade de água necessária a cada indivíduo (segundo literaturas ou normas de referência), das características locais (clima, pluviometria, etc.) e das condições socioeconômicas da população.

As Normas Técnicas da ABNT recomendam adotar os seguintes valores *per capita*:

- Municípios com população acima de 50.000 habitantes: 200 a 300 L/hab.dia;
- Municípios com população inferior a 50.000 habitantes: 150 a 200 L/hab.dia.

Recomendam ainda que, caso se adote para efeitos de projeto, o consumo *per capita* de 100 L/hab.dia, as justificativas para esta opção devem ser apresentadas com seus devidos esclarecimentos.

Consumido

Quando o sistema já se encontra implantado, é possível determinar o volume consumido *per capita*, que depende da quantidade de água disponibilizada pelo sistema público de abastecimento e de sua regularidade, das características locais (clima, pluviometria, etc.), das condições socioeconômicas e da população atendida.

Como o volume produzido pode ser maior que o consumido é importante comparar o consumo demandado com aquele efetivamente consumido para não onerar o sistema em termos de custos desnecessários.

A Organização Mundial da Saúde indica como sendo o mínimo necessário para manter as necessidades de um indivíduo (saciar a sede, ter uma higiene adequada e preparar os alimentos) o valor de 100 L/hab.dia. Valores de volumes consumidos inferior ao recomendado deverão ser sempre investigados.

4.3.1 VARIAÇÕES DE CONSUMO

Nos SAA ocorrem variações de consumo significativas, que podem ser anuais, mensais, diárias, horárias e instantâneas. Algumas dessas variações de consumo devem ser consideradas no cálculo do volume consumido e a ser consumido. São elas:

- **Variações anuais:** o consumo *per capita* tende a aumentar com o passar do tempo e com o crescimento populacional. Em geral se aceita um incremento de 1% ao ano no valor desta taxa;

→ **Variações mensais:** as variações climáticas (temperatura e precipitação) promovem uma variação mensal do consumo. Quanto mais quente e seco for o clima maior é o consumo verificado. O consumo médio no inverno é aproximadamente 80% da média diária anual e no verão, acrescenta-se mais de 15% desta média;

→ **Variações diárias:** o volume distribuído num ano dividido por 365 permite conhecer a vazão média diária anual. A relação entre o maior consumo diário verificado e a vazão média diária anual fornece o coeficiente do dia de maior consumo que é representado por “K1”. Assim, K1 é igual à vazão média do dia de maior consumo dividido pela vazão média diária anual.

→ Seu valor varia entre 1,2 e 2,0 dependendo das condições locais (o valor usualmente adotado no Brasil para K1 é 1,20). Observa-se que as normas para projetos adotadas em cada localidade ou região estabelecem o valor do coeficiente do dia de maior consumo a ser adotado em estudos.

→ **Variações horárias:** ao longo do dia têm-se valores distintos de picos de consumo. Via de regra, o consumo é maior nos horários de refeições e menor no início da madrugada. Entretanto haverá uma determinada hora do dia em que a vazão de consumo será máxima. O coeficiente da hora de maior consumo (K2), que é a relação entre o máximo consumo horário verificado no dia de maior consumo e o consumo médio horário do dia de maior consumo.

4.4 DEMANDA DE ÁGUA POTÁVEL

Considera-se demanda de água o volume que deve ingressar no SAA para satisfazer as necessidades dos usuários/consumidores, acrescida das perdas e dos desperdícios. Por esta razão é importante que seja conhecida, além do consumo *per capita* a real demanda de água em uma comunidade, ou seja, o quanto se requer de água tratada para satisfazer as necessidades desta comunidade.

A ABNT recomenda também que para um estudo das demandas deverão ser consideradas as vazões médias, máxima diária e máxima horária utilizando-se as seguintes equações:

Vazão média: $Q_{méd.} = P.q./86.400$ (L/s)

Vazão máxima diária: $Q_{máxdia} = P.q.K1.C/86.400$ (L/s)

Vazão máxima horária: $Q_{máxhor} = P.q.K1.K2.C/86.400$ (L/s)

Onde:

P = população (habitantes)

q = consumo per capita de água (L/hab.dia)

$K1$ = coeficiente de reforço para o dia de maior consumo

$K2$ = coeficiente de reforço para a hora de maior consumo

PARA LEMBRAR . . .

Vazão ou caudal é o volume de determinado fluido que passa por uma determinada seção de um conduto livre ou forçado, por uma unidade de tempo. Ou seja, vazão é a rapidez com a qual um volume esco.



PARA SABER MAIS SOBRE O CONTEÚDO DAS NORMAS TÉCNICAS E APROFUNDAR SEUS CONHECIMENTOS ACESSE WWW.ABNT.ORG.BR

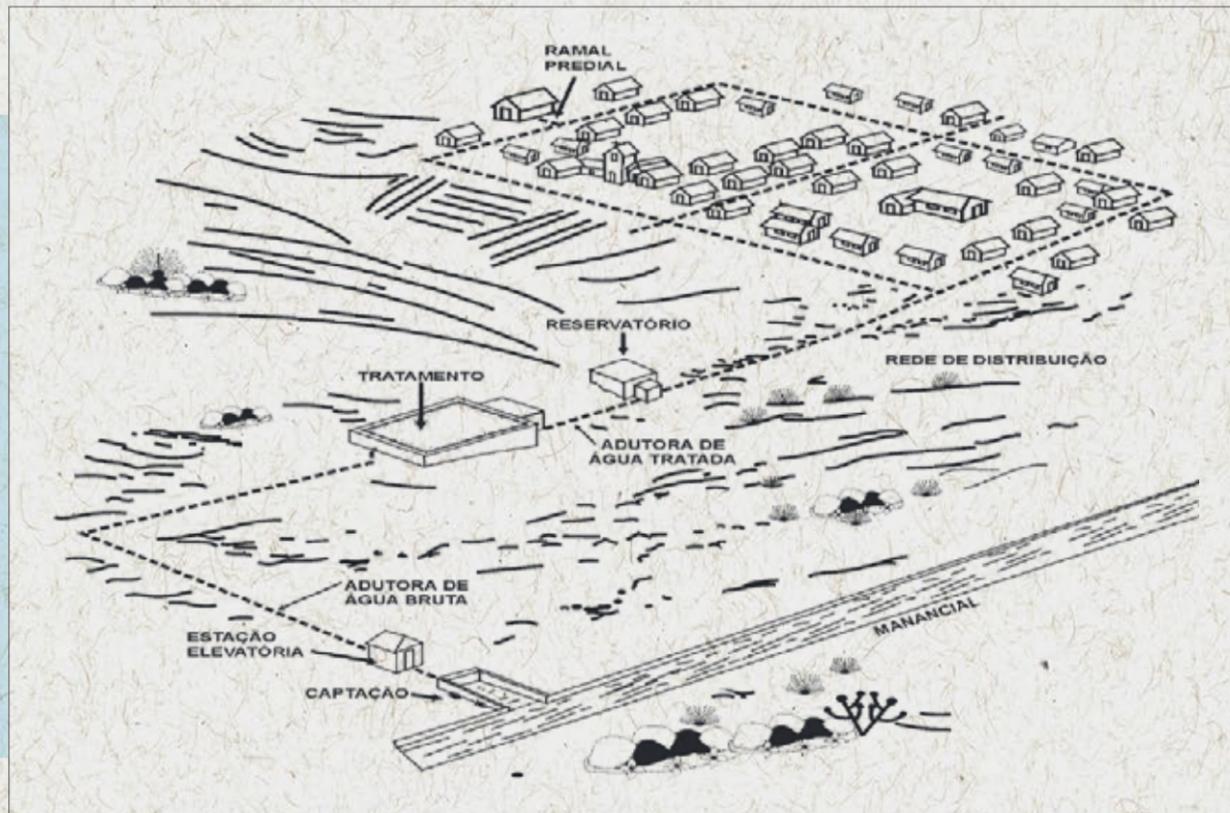
4.5 COMPONENTES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

Via de regra, um sistema de abastecimento de água potável é composto pelas seguintes infraestruturas e serviços:

- Captação de água bruta;
- Adução e subadução de água bruta e tratada;
- Estações elevatórias e/ou estações de recalque;
- Estação de tratamento de água;
- Reservatórios;
- Rede de distribuição de água tratada;
- Ligação domiciliar.

A Figura 3 apresenta, de forma esquemática, um sistema público de abastecimento de água potável, no qual a captação é realizada a partir de um manancial superficial.

Figura 3 – Sistema de abastecimento de água



Fonte: Manual Saneamento FUNASA, 2007.

4.5.1 CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA

A captação de água bruta pode ser definida como o conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto a um manancial para a retirada de água destinada a um SAA.

Manancial superficial

Nos mananciais superficiais, a captação deve ser projetada e construída para que em qualquer época do ano sejam asseguradas condições de fácil entrada da água e, tanto quanto possível, da melhor qualidade encontrada no manancial. A depender das condições encontradas no manancial, é necessário barrar a água para que ela possa ser captada. Para possibilitar seu barramento são construídas barragens de nível (estruturas construídas no curso d'água para elevar o nível do manancial para que a água possa ser utilizada).

Manancial subterrâneo

A captação de água de um manancial subterrâneo (exploração) ocorre por meio da abertura de poços com a finalidade de captar a água. As águas subterrâneas podem ser retiradas através de poços rasos ou profundos (tubulares). Os poços rasos são escavados em locais onde o nível do freático é próximo à superfície, não necessitando de grandes escavações, porém, estão mais sujeitos à contaminação.

Já poços tubulares são perfurados a grandes profundidades, com o objetivo de atingir aos aquíferos, cujas principais vantagens são maior disponibilidade de água, a qualidade dessas águas e a possibilidade de serem perfurados em locais mais próximos ao uso desejado.

No caso de se planejar o sistema público com a utilização desse manancial, será necessário solicitar à Agência Nacional das Águas (ANA) uma autorização para perfuração do poço. Neste momento, é informado o local de perfuração, a expectativa de vazão e o tipo de aquífero esperado. Na análise para a autorização de perfuração verifica-se a existência de outros poços na região que poderiam ser afetados, ou mesmo riachos e córregos.

A análise de disponibilidade hídrica dos poços tubulares é realizada por meio de resultados de teste de bombeamento e da avaliação da recarga do aquífero (quantidade de água repostada por meio da infiltração das águas de chuva). É importante que a vazão máxima a ser captada seja sustentável em termos de recarga, uma vez que a superexploração (retirada excessiva de água) pode levar o aquífero à exaustão.

Note que uma cidade poderá ter um SAA misto, ou seja, a partir de águas superficiais e subterrâneas.

Manancial de águas meteóricas

Para o caso de utilização das águas pluviais, a captação pode ocorrer por meio de locais para o armazenamento dessas águas (pequenos barramentos, barreiros, cacimbas ou cisternas) e de poços rasos.

4.5.2 ADUÇÃO/SUBADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA E TRATADA

Adutoras são canalizações que se destinam a conduzir água entre as unidades que precedem a rede de distribuição. Não possuem derivações para alimentar distribuidores de rua ou ramais prediais. Há, entretanto, casos em que partem da adutora principal ramificações (subadutoras) para levar água a outros pontos fixos do SAA.

São canalizações de importância vital para o abastecimento, principalmente quando constituídas de uma só linha, como acontece na maioria dos casos. Qualquer interrupção que venham a sofrer, afetará o abastecimento de toda a população.

Por falta de especificações corretas dos materiais e pela inobservância das melhores técnicas construtivas, acidentes têm ocorrido com alguma frequência em muitos sistemas públicos de abastecimento, inclusive de grandes cidades, mesmo onde os recursos em material e pessoal são maiores.

As adutoras são assim classificadas (Figura 4):

a. Quanto à natureza da água transportada:

→ **Adutoras de água bruta (AAB):** transportam a água bruta da captação até a Estação de Tratamento de Água;

→ **Adutoras de água tratada (AAT):** transportam a água tratada da Estação de Tratamento de Água até os reservatórios de distribuição.

b. Quanto à energia para a movimentação da água:

→ Adutoras por gravidade

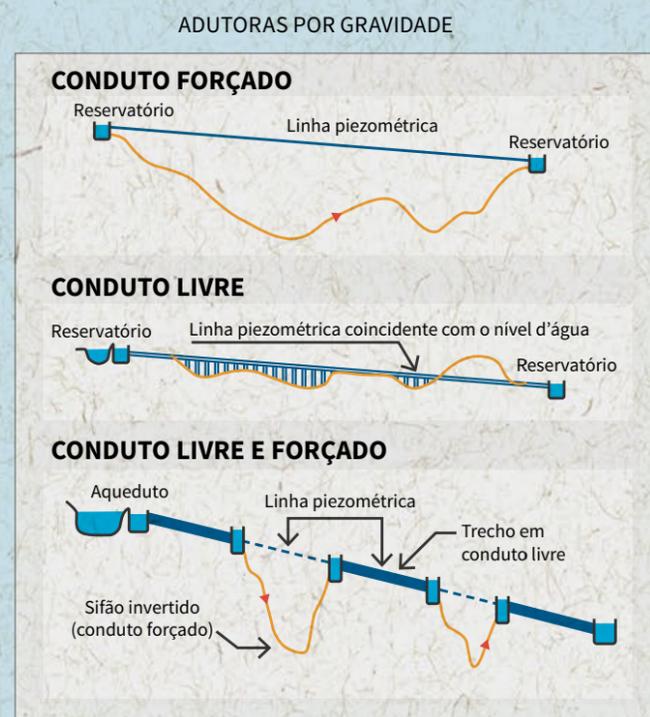
- em conduto forçado (tubos sujeitos a pressão superior à atmosférica);
- em conduto livre (canais, aquedutos ou tubos sujeitos à pressão atmosférica – muito pouco usados atualmente);

→ Adutoras por recalque (simples ou duplo);

→ Adutoras mistas (com trecho por recalque e outro por gravidade, ou vice-versa).

Destaca-se que o período de funcionamento da adução é determinado em função de seu dimensionamento hidráulico, ou seja, adutoras por gravidade podem funcionar 24h/dia e adutoras por recalque de 16 a 20h/dia com paradas de bombas previsíveis com vistas à economia de energia.

Figura 4 – Classificação das adutoras



ADUTORAS POR RECALQUE

RECALQUE SIMPLES



RECALQUE DUPLO



ADUTORAS MISTAS

ADUTORA MISTA



Fonte: Notas de aulas.

Diversos fatores devem ser considerados quando do traçado de adutoras, dentre os quais a topografia, as características do solo e as facilidades de acesso. Esses fatores têm importância na determinação final de seu custo de construção, operação e manutenção. Portanto deve-se sempre considerar o traçado mais direto possível evitando ou procurando contornar acidentes geográficos ou obstáculos naturais mais críticos e de difícil travessia (rios, grotas ou grandes depressões, cumes de morros, etc.). Note que aproximar adutoras de estradas pode facilitar sua implantação e manutenção futura.

Tecnicamente as adutoras são construídas por diversos materiais:

→ Tubos metálicos

- Aço;
- Ferro fundido dúctil;
- Ferro fundido cinzento (não mais fabricado no Brasil).

→ Tubos não metálicos

- Materiais plásticos (PVC, poliéster reforçado com fibra de vidro);
- Concreto protendido;
- Cimento amianto (não mais fabricado no Brasil).

IMPORTANTE!

Cada tipo de material apresenta uma série de vantagens e desvantagens.

É, portanto, difícil apontar o melhor material a ser utilizado, sem que haja um estudo cuidadoso para satisfazer a todos os requisitos desejados de resistência, durabilidade e economia.

A escolha dos materiais construtivos deve se dar em função da pressão da água a ser aduzida (os materiais devem resistir aos esforços internos, inclusive contra os transitórios hidráulicos, sem provocar trincas, arrebentamentos e vazamentos nas juntas), da economia associada (ter menor custo, ter durabilidade, resistir a ação de choques, permitir o menor número de juntas e facilitar a operação e manutenção) e em função de outros fatores, como por exemplo: características do local (declividade, tipo de solo, localização do lençol freático, etc.), disponibilidade de materiais (dimensões, espessuras, juntas e acessórios), propriedades do material (revestimentos, resistência à fadiga e à corrosão); pressões externas (peso da terra, carga do tráfego), etc.

Além disso, as especificações técnicas determinam que a faixa de servidão das adutoras deverá ser considerada em função do diâmetro das tubulações requeridas (Tabela 1).

Tabela 1 – Faixa de servidão recomendadas para adutoras

Faixas de Servidão ou Desapropriação	
Diâmetro da tubulação (mm)	Largura da faixa (m)
Até 400	2,00
Acima de 400 até 800	3,00
Acima de 800 até 1.500	4,00
Acima de 1.500	Estudar cada caso

IMPORTANTE!

Para diminuir o custo de implantação das adutoras, recomenda-se...

- A adutora deverá ser implantada, de preferência em ruas e terrenos públicos;
- Deve-se evitar traçado onde o terreno é rochoso, pantanoso e de outras características não adequadas;
- A adutora deve ser composta de trechos ascendentes com declividade não inferior a 0,2% e trechos descendentes com declividade não inferior a 0,3%, mesmo em terrenos planos;
- Quando a inclinação do conduto for superior a 25%, há necessidade de se utilizar blocos de ancoragem para dar estabilidade ao conduto;
- Não se devem executar trechos de adução horizontal; no caso do perfil do terreno ser horizontal, o conduto deve apresentar alternadamente, perfis ascendentes e descendentes;
- São recomendados os traçados que apresentam trechos ascendentes longos com pequena declividade, seguido de trechos descendentes curtos, com maior declividade.

4.5.3 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E/OU ESTAÇÕES DE RECALQUE

Estações Elevatórias (EE) são instalações de bombeamento de água (bruta ou tratada) destinadas a transportar a água a pontos mais distantes ou mais elevados, ou para aumentar a vazão de linhas adutoras.

- Podem apresentar, dependendo de seu objetivo e importância, as seguintes utilizações:
- Captar a água de mananciais de superfície ou poços rasos e profundos;
- Aumentar a pressão nas redes, levando a água a pontos mais distantes ou mais elevados;
- Aumentar a vazão de adução.

A depender das condições locais e de projeto, normalmente são instaladas após a Estação de Tratamento de Água para que ocorra o bombeamento da água até os reservatórios. Contudo, podem também ser instaladas entre reservatórios e, ainda, em algum trecho da rede de distribuição de água, nestes casos são utilizados pressurizadores de rede do tipo “booster”.

Figura 5 – Estações Elevatórias (típica e pressurizada)



Fonte: PM Porto Ferreira - SP e SEMAIS, Município de Canelinha-SC.

PARA SABER MAIS...

Pressurizadores de rede do tipo booster não dispõem de poço de sucção, pois normalmente são instalados diretamente na adutora ou na rede principal de abastecimento de água.

A utilização das EE em SAA elevam despesas de operação devido aos gastos com energia; são vulneráveis a interrupções e falhas no fornecimento de energia; exigem operação e manutenção especializada, aumentando ainda mais os custos com pessoal e equipamentos; etc.

No entanto, dificilmente um SAA de médio ou grande porte deixa de contar com uma ou mais estações elevatórias.

As estações elevatórias típicas são formadas por:

- Casa de bombas (edificação própria destinada a abrigar os conjuntos moto-bomba). Deve ter iluminação e ventilação adequadas e ser suficientemente espaçosa para a instalação e movimentação dos equipamentos, incluindo espaço para a parte elétrica (quadro de comando, chaves, etc.);
- Bomba (equipamento encarregado de succionar a água, retirando-a do poço de sucção e pressurizando-a em seu rotor que a impulsiona para recalque). Podem ser classificadas de uma maneira geral em: turbobombas ou bombas hidrodinâmicas (bombas radiais ou centrífugas, as mais usadas para abastecimento público de água; bombas axiais; bombas diagonais ou de fluxo misto) e bombas volumétricas, de uso comum na extração de água de cisterna (bombas de êmbolo ou bombas de cilindro de pistão);
- Motor de acionamento (equipamento encarregado do acionamento da bomba. O tipo de motor mais utilizado nos sistemas de abastecimento de água é o acionado eletricamente);

- Linha de sucção (conjunto de canalizações e peças que vão do poço de sucção até a entrada da bomba);
- Linha de recalque (conjunto de canalizações e peças que vão da saída da bomba até o reservatório ou ponto de recalque);
- Poço de sucção (reservatório de onde a água será recalçada. Sua capacidade ou volume deve ser estabelecido de maneira a assegurar a regularidade no trabalho de bombeamento)

4.5.4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)

Podem ser caracterizadas como o conjunto de infraestruturas e instalações operacionais destinadas a tratar a água bruta. O objetivo do tratamento da água é melhorar sua qualidade, retirando impurezas que podem causar danos à saúde humana, sejam elas de origem química, física ou biológica, bem como melhorar as suas propriedades organolépticas⁴.

IMPORTANTE!

Qualquer água, sob o ponto vista técnico, pode ser tratada!

No entanto, o risco sanitário e o custo do tratamento podem ser tão elevados que tornam seu tratamento inviável.

A escolha do tipo de tratamento a ser empregado depende diretamente das análises de parâmetros encontrados na água bruta. A resolução CONAMA nº 357/2005 define esses parâmetros em função do enquadramento dos corpos d'água.

PARA LEMBRAR . . .

O enquadramento de corpos d'água estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo. Mais do que uma simples classificação, o enquadramento deve ser visto como um instrumento de planejamento, pois deve tomar como base os níveis de qualidade que deveriam possuir ou ser mantidos para atender às necessidades estabelecidas pela sociedade e não apenas a condição atual do corpo d'água em questão. O enquadramento busca “assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas” e a “diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes” (art. 9º, Lei nº 9.433/1997).

A classe do enquadramento de um corpo d'água deve ser definida em um pacto acordado pela sociedade, levando em conta as prioridades de uso da água. A discussão e o estabelecimento desse pacto ocorrem no âmbito do Sistema

⁴ **Propriedades organolépticas da água:** características que podem ser percebidas pelos sentidos humanos como cor (incolor), odor (inodoro) e sabor (insípido).

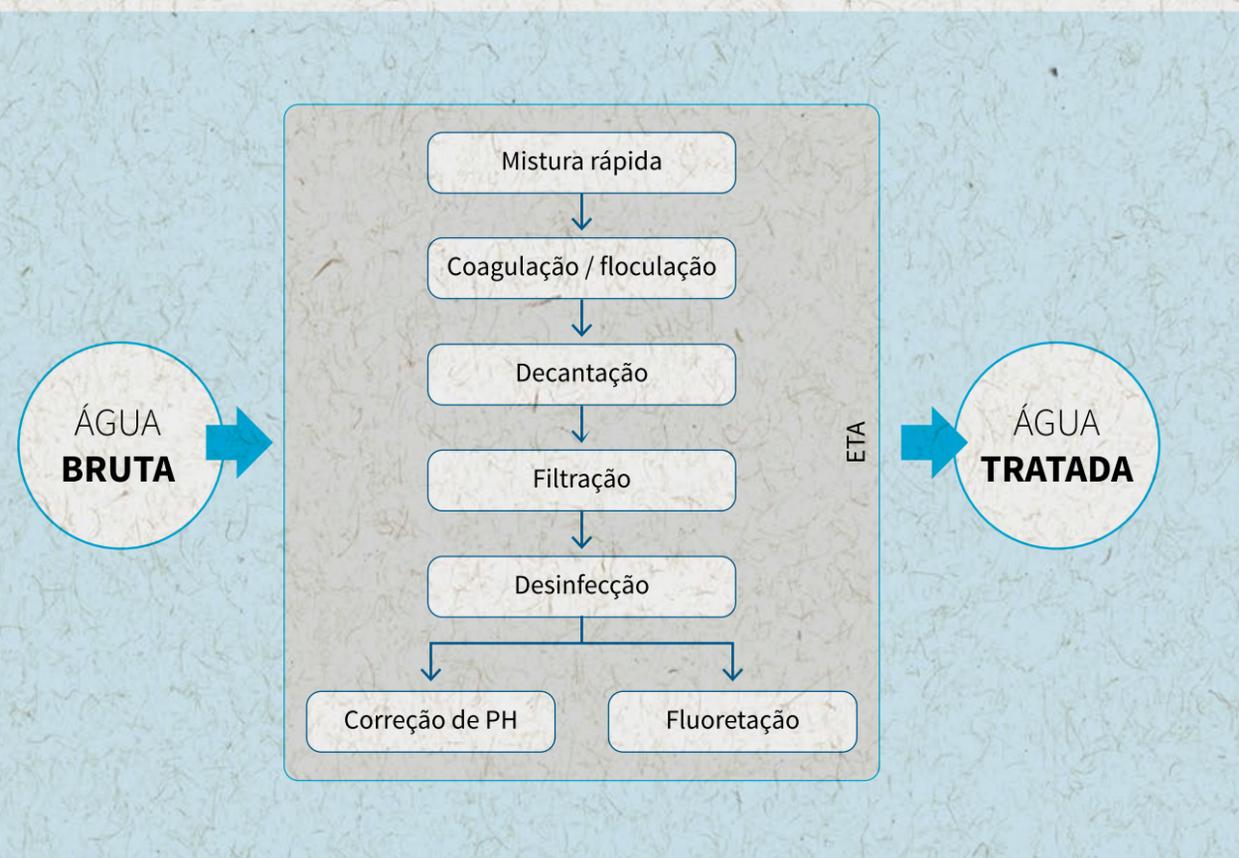
Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh). O enquadramento é referência para os outros instrumentos de gestão de recursos hídricos (outorga e cobrança) e instrumentos de gestão ambiental (licenciamento e monitoramento), sendo, portanto, um importante elo entre o Singreh e o Sistema Nacional de Meio Ambiente.

Essa análise deve ser a mais completa possível para obter as informações necessárias sobre os processos de tratamento a que deverá ser submetida a água que se pretende usar.

Muitas vezes, a complexidade e, por conseqüência, o custo do tratamento pode ser tão alto que justifica a troca de manancial. Outras vezes, a água a ser utilizada é de tão boa qualidade que não exige tratamento, ou exige tratamento simplificado.

Normalmente, as águas superficiais são turvas, possuem cor e arrastam microrganismos em seu escoamento. Na maioria dos casos, o tratamento indicado para potabilização dessas águas é o convencional, basicamente composto das seguintes fases ou operações, conforme apresenta a Figura 6.

Figura 6 – Fases do tratamento convencional



Outros processos podem, eventualmente, serem necessários, tais como, aeração para remoção de ferro e manganês, absorção em carvão ativado para remoção de produtos orgânicos que promovam gosto e odor, troca iônica para redução de dureza, etc., e sua adoção depende exclusivamente dos resultados das análises da água bruta.

ATENÇÃO MÁXIMA!

Três requisitos devem ser levados em conta para que um SAA seja considerado apropriado: qualidade da água bruta, tecnologia de tratamento e capacidade de sustentação do sistema.



PARA SABER MAIS SOBRE SISTEMAS E PROCESSOS DE TRATAMENTO DAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO ACESSE WWW.PMSS.GOV.BR/INDEX.PHP/RECESA

4.5.5 RESERVATÓRIOS

Os reservatórios são unidades hidráulicas de acumulação e passagem de água, situados em pontos estratégicos do SAA, de modo a atenderem as seguintes situações:

Garantia da quantidade de água (demandas de equilíbrio, de emergência e de anti-incêndio);

- Garantia de adução com vazão e altura manométrica⁵ constantes;
- Menores diâmetros no sistema;
- Melhores condições de pressão.

Reservatórios são dimensionados para manterem a vazão e a altura manométrica do sistema de adução constantes e devem armazenar água nos períodos em que a capacidade da rede for superior à demanda e para complementar o abastecimento quando a situação for inversa.

Podem ser classificados de acordo com seu posicionamento no solo (Figura 7):

- Enterrado: quando completamente embutido no terreno;
- Semienterrado ou semiapoiado: altura líquida com uma parte abaixo do nível do terreno;
- Apoiado: laje de fundo apoiada no terreno;
- Elevado: reservatório apoiado em estruturas de elevação;
- *Stand pipe*: reservatório elevado com a estrutura de elevação embutida de modo a manter contínua o perímetro da secção transversal da edificação.

⁵ Altura manométrica: energia por unidade de peso que o sistema solicita para transportar o fluido do reservatório para a rede, com uma determinada vazão.

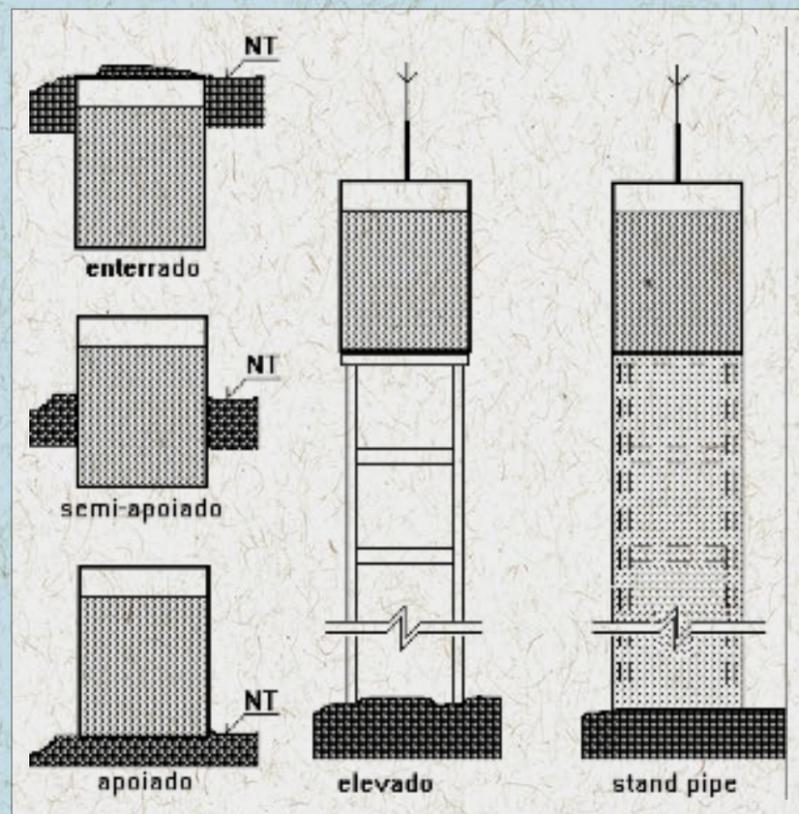
IMPORTANTE!

Para evitar contaminação e desperdício de água, os reservatórios devem estar em boas condições de infraestrutura.

Os mais usuais em SAA são os semienterrados e os elevados. Os elevados são projetados para quando há necessidade de garantia de uma pressão mínima na rede e as cotas do terreno disponíveis não oferecem condições para que o mesmo seja apoiado ou semienterrado, isto é, necessita-se de uma cota piezométrica de montante superior à cota de apoio do reservatório no terreno local.

De forma geral, os reservatórios são construídos em concreto armado, alvenaria, concreto protendido, aço ou fibra de vidro.

Figura 7 – Tipos de Reservatórios



Fonte: Mídia digital.

IMPORTANTE!

Desde que as cotas do terreno sejam favoráveis, a preferência será pela construção de reservatórios semienterrados, dependendo dos custos de escavação e de elevação, bem como da estabilidade permanente da construção, principalmente quando a reserva de água for superior a 500 m³. Reservatórios elevados com volumes superiores implicam em custos significativamente mais altos, notadamente os de construção, e preocupações adicionais com a estabilidade estrutural.

Quando os volumes a armazenar forem grandes, principalmente acima dos 800 m³, e houver necessidade de cotas piezométricas superiores a do terreno na saída do reservatório, a opção mais comum é a construção de um reservatório elevado conjugado com um semienterrado. Neste caso toda a água distribuída pela rede à jusante será bombeada do reservatório inferior para o superior à medida que a demanda for solicitando, mantendo-se sempre um volume mínimo no reservatório superior de modo a manter a continuidade do abastecimento em caso de interrupção neste bombeamento.

4.5.6 REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA

Entende-se por rede de distribuição o conjunto de peças especiais (tubulações) destinadas a conduzir a água tratada até as instalações prediais, ou os pontos de consumo público, sempre de forma contínua e segura.

A rede de distribuição é formada por dois tipos de tubulação, que são denominados condutos:

- **Condutos principais:** também chamados tronco ou mestres, são as canalizações de maior diâmetro, responsáveis pela alimentação dos condutos secundários.
- **Condutos secundários:** de menor diâmetro, são os que estão intimamente em contato com os prédios a abastecer.

Para que o traçado dos condutos principais seja menos oneroso/custoso deve-se considerar o tipo de pavimentação das ruas, ruas de menor intensidade de trânsito, proximidade de grandes consumidores, dentre outras.

De forma geral, as redes são definidas conforme a disposição de seus condutos principais conforme apresenta o Quadro 1.

Quadro 1 – Tipos de rede de distribuição

Tipo	Características	Detalhe
Espinha de peixe	Os condutos principais são traçados, a partir de um conduto principal central (mestre), com uma disposição ramificada que faz jus aquela denominação. É um sistema típico de cidades que apresentam desenvolvimento linear pronunciado.	
Grelha	Os condutos principais são sensivelmente paralelos, ligam-se em uma extremidade a um conduto principal e têm os seus diâmetros decrescendo para a outra extremidade.	
Anel (malhada)	Os condutos principais formam circuitos fechados nas zonas principais a serem abastecidas: resulta a rede de distribuição tipicamente malhada. É um tipo de rede que geralmente apresenta uma eficiência superior aos dois anteriores.	

Como a circulação da água nos condutos principais ocorre em um único sentido, uma interrupção acidental em um desses condutos prejudica sensivelmente as áreas situadas à jusante da seção onde ocorreu o acidente.

Na rede em que os condutos principais formam anéis ou malha, uma eventual interrupção do escoamento em um trecho não ocasionará transtornos no abastecimento das áreas à jusante, pois a água efetuará um caminhamento diferente através de outros condutos principais.

IMPORTANTE!

Diâmetro mínimo das tubulações principais das redes calculadas como malhada:

- 150 mm quando abastece zonas comerciais ou zonas residenciais com densidade igual ou superior a 150 hab.km².
- 100 mm quando abastece as demais zonas de núcleos urbanos, cuja população de projeto é superior a 5.000 habitantes.
- 75 mm para núcleos urbanos cuja população de projeto é igual ou inferior a 5.000 habitantes.

Diâmetro interno mínimo dos condutos secundários: 50 mm



PARA SABER MAIS SOBRE A ELABORAÇÃO DE PROJETO HIDRÁULICO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO WWW.ABNT.ORG.BR

4.5.7 LIGAÇÃO DOMICILIAR

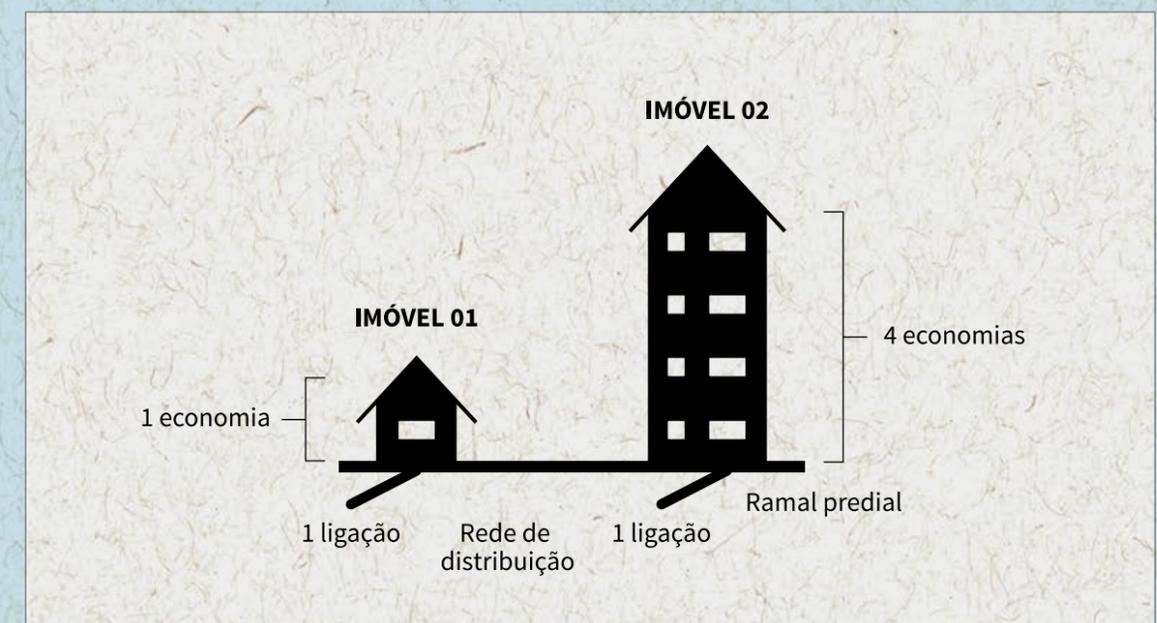
Uma das grandes dificuldades ao se conceber, projetar ou interpretar um SAA é compreender as diferenças existentes entre ligações e economias para possibilitar atender e prever a demanda de água em um município no tempo determinado (Figura 8).

Ligação domiciliar é a instalação que une a rede de distribuição à rede interna de cada imóvel (comercial, industrial, público ou residencial) fazendo a água chegar.

Economia é definida como o imóvel ou subdivisão de um imóvel com ocupação independente e/ou razão social própria, dotado de instalações sanitárias privativas ou comuns, para uso dos serviços de abastecimento de água.

Para que seja possível controlar, medir e registrar a quantidade de água consumida em cada imóvel instala-se um hidrômetro junto à ligação.

Figura 8 – Ligação domiciliar e economias



5

CONTINUIDADE DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

O abastecimento é considerado contínuo quando o sistema, em todas as suas partes, é dotado de condições operacionais para que, em qualquer instante, haja água na rede distribuidora com pressão e quantidade suficiente, conforme condições normatizadas.

É considerado descontinuo, quando há interrupção do fornecimento de água ou, embora haja fornecimento, a pressão é insuficiente para atender o imóvel.

Entretanto, poderão ocorrer interrupções programadas no SAA por necessidade de efetuar reparos, modificações ou melhorias de qualquer natureza. Sempre que forem programadas interrupções deverá ser dada ampla divulgação (data, locais ou trechos da interrupção, estimativa do tempo de reparo, horário previsto para normalização do atendimento, etc.) para que o usuário tenha conhecimento e possa programar-se no período previsto de interrupção.

Lei nº 11.445/2007 - art. 43

“A prestação dos serviços atenderá a requisitos mínimos de qualidade, incluindo a regularidade, a continuidade e aqueles relativos aos produtos oferecidos, ao atendimento dos usuários e às condições operacionais e de manutenção dos sistemas, de acordo com as normas regulamentares e contratuais.”

Assim, a prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverá obedecer ao princípio da continuidade, podendo ser interrompida pelo prestador nas hipóteses de:

- Situações que atinjam a segurança de pessoas e bens, especialmente as de emergência e as que coloquem em risco a saúde da população ou de trabalhadores dos serviços de saneamento básico;
- Manipulação indevida, por parte do usuário, da ligação predial, inclusive medidor, ou qualquer outro componente da rede pública;
- Necessidade de efetuar reparos, modificações ou melhorias nos sistemas por meio de interrupções programadas.

6

PERDAS

Conforme apresentado, o sistema de abastecimento de água potável caracteriza-se pela captação da água bruta e seu tratamento, transporte e fornecimento à população. Durante todo o processo é possível ocorrer perdas (desperdícios) de água a ser distribuída.

Importante lembrar que as perdas são contabilizadas no consumo de uma população (Ver Capítulo 4).

As perdas podem ser reais e aparentes e ocorrem em função de diversas origens e magnitudes, sendo, portanto, um fator complexo de se prever, sobretudo se não houver procedimentos de medição. O Quadro 2 apresenta as diversas origens e magnitudes das perdas físicas e aparentes de um SAA.

Quadro 2 –Origens e magnitudes das perdas

Localização	Origens	Magnitude
Adução da água bruta	Vazamento nas tubulações	Variável, em função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Limpeza do poço de sucção	
Tratamento	Vazamentos estruturais	Significativa, em função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Lavagem dos filtros	
	Descarga de lodo	
Reservação	Vazamentos estruturais	Variável, em função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Extravasamentos	
	Limpeza	
Adução de água tratada	Vazamento nas tubulações	Variável, em função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Limpeza do poço de sucção	
	Descargas	
Distribuição	Vazamentos na rede	Significativa, em função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Vazamento em ramais	
	Descargas	
Ligações clandestinas/irregulares		
Ligações sem hidrômetros		
Hidrômetros parados		
Hidrômetros que subestimam o volume consumido		
Ligações inativas reabertas		
Erros de leitura		
Número errado de economias		

Perdas Físicas (reais)

Perdas Aparentes (comercial)

As perdas estão diretamente associadas à qualidade da infraestrutura e da gestão dos SAA e por consequência vinculadas às características intrínsecas do prestador desses serviços públicos.

A redução das perdas físicas ou reais diminui os custos inerentes ao SAA, pois propicia um menor consumo de energia, de produtos químicos e de outros insumos, utilizando as instalações existentes para ampliação da oferta, sem a necessidade de expansão do sistema.

No caso das perdas aparentes ou comerciais, sua redução permite aumentar a receita tarifária, melhorando a eficiência dos serviços prestados e o desempenho financeiro do prestador dos serviços.

IMPORTANTE!

No Brasil, o índice de perdas se mantém e é considerado elevado (40%).

O PLANSAB solicita que esse índice deve ser reduzido a 30% até o ano de 2033.

Para explicar a existência de perdas de água em patamares acima do aceitável, algumas hipóteses podem ser levantadas: falhas na detecção de vazamentos; redes de distribuição funcionando com pressões muito altas; problemas na qualidade da operação dos sistemas; dificuldades no controle das ligações clandestinas e na aferição/calibração dos hidrômetros; ausência de programa de monitoramento de perdas; dentre outras hipóteses.

Índices de perdas elevados, demonstram a necessidade dos prestadores de serviços atuarem em ações para a melhoria da gestão, a sustentabilidade da prestação dos serviços, a modernização de sistemas e a qualificação dos trabalhadores, dentre outras.

A proposição de medidas visando a redução e o controle das perdas enseja o conhecimento de parâmetros (tais como volumes, pressões, níveis, etc.) que permitem qualificar a situação em que se encontra determinado sistema público de abastecimento de água potável.

Torna-se fundamental o estabelecimento da cultura da medição (Ver Capítulo 7), de forma a apropriar-se continuamente de parâmetros hidráulicos e elétricos, do balanço hídrico, do completo diagnóstico do SAA e de sua modelagem hidráulica, com base no real funcionamento do sistema.

Para se alcançar um cenário como esse, é necessário que se tenha estruturado um “plano de ação” com vistas à redução e ao controle das perdas, coerente com a disponibilidade de recursos financeiros, humanos e materiais, considerando os custos e benefícios resultantes.

6.1 LIGAÇÕES CLANDESTINAS

São consideradas ligações efetuadas de forma irregular pelo usuário que conecta o imóvel diretamente à rede de distribuição para impossibilitar a real contabilização do consumo de água.

Ligações clandestinas são consideradas fraudes ao SAA e como tal, são práticas proibidas. Dentre as fraudes mais comuns estão as irregularidades provocadas nos hidrômetros, ligações diretas da rede de abastecimento e desvios de água antes do hidrômetro.

Tais ligações, comprometem a estrutura física da rede de distribuição em função de infiltrações, vazamentos e contaminações, devido ao material inadequado utilizado para este tipo de procedimento.

Ligações clandestinas constituem dano ao patrimônio público e são consideradas crime de furto (artigo 155 parágrafo 3º do Código Penal).

7

MICRO E MACROMEDIÇÃO

A micro e macromedição são sistemas de medição conceituados pela Metrologia. Constituem-se em instrumentos indispensáveis à operação eficaz de sistemas públicos de abastecimento de água potável, pois o conhecimento das diversas variáveis proporcionadas pela medição, permite explorar as melhores formas de operação de todas as partes constituintes do sistema.

Entende-se por micromedição a medição do consumo realizada no ponto de abastecimento de um determinado usuário, independente de sua categoria ou faixa de consumo, preferencialmente por meio de instrumento de medição individualizada.

Basicamente a micromedição compreende a medição permanente do volume de água consumido, registrado periodicamente por meio de hidrômetros (Figura 9).

Figura 9 – Instrumentos de micromedição



Fonte: Mídia digital.

Macromedição é o conjunto de medições realizadas no sistema público de abastecimento de água, desde a captação de água bruta até as extremidades de jusante da rede de distribuição, para estimativa e avaliação dos parâmetros operacionais hidráulicos (vazão, pressão e nível).

Os medidores envolvidos na macromedição são normalmente de maior porte que os usados na micromedição, podendo, no entanto, ocorrer que um medidor de grande porte seja usado em micromedição, como no caso de um grande consumidor industrial, por exemplo (Figura 10).

Figura 10 – Instrumentos de macromedição



Fonte: Mídia digital.



PARA SABER MAIS SOBRE METROLOGIA E SUA IMPORTÂNCIA ACESSE
WWW.MCIDADES.GOV.BR

8

EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS NO SAA

A garantia da qualidade da água para consumo humano está cada vez mais associada à incorporação de metodologias de avaliação e gestão de riscos, bem como a práticas de boa operação dos sistemas públicos de abastecimento de água.

Neste sentido, a Organização Mundial de Saúde recomenda o desenvolvimento de Planos de Segurança da Água (PSA), privilegiando, assim, uma abordagem de segurança preventiva em detrimento da metodologia clássica de monitoramento de sua conformidade.

Os Planos de Segurança da Água (PSA) são instrumentos que identificam e priorizam perigos e riscos em um sistema de abastecimento de água, desde o manancial até o consumidor, visando estabelecer medidas de controle para reduzi-los ou eliminá-los e estabelecer processos para verificação da eficiência da gestão preventiva.



PARA SABER MAIS SOBRE O PSA ACESSSE WWW.FUNASA.GOV.BR

Apesar de todo o sistema de abastecimento de água ser objeto de monitoramento no âmbito do processo de controle estabelecido, podem ocorrer eventos que, por sua natureza, advêm de situações excepcionais, tais como desastres naturais (inundações, secas, etc.), ações humanas e outros incidentes inesperados, que apresentem relevante impacto negativo na qualidade da água e, conseqüentemente, possam pôr em perigo a saúde pública.

Na possibilidade de se registrar eventos de conseqüências problemáticas (Quadro 3), a legislação do setor demanda a concepção de Ações de Emergência para seu combate.

Quadro 3 – Eventos previsíveis

Tipo de evento	Descrição				
Desastres naturais	<ul style="list-style-type: none"> • Inundações • Ventos ciclônicos • Erosões • Condições meteorológicas extremas (raios, temperatura anormal, seca) 				
Ações humanas	<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: middle;">Internas</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Sabotagem • Vandalismo • Roubo • Acidentes com produtos químicos perigosos • Danos de equipamentos </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: middle;">Externas</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Sabotagem/bioterrorismo • Vandalismo • Acessos indevidos • Acidentes com produtos químicos perigosos </td> </tr> </table>	Internas	<ul style="list-style-type: none"> • Sabotagem • Vandalismo • Roubo • Acidentes com produtos químicos perigosos • Danos de equipamentos 	Externas	<ul style="list-style-type: none"> • Sabotagem/bioterrorismo • Vandalismo • Acessos indevidos • Acidentes com produtos químicos perigosos
Internas	<ul style="list-style-type: none"> • Sabotagem • Vandalismo • Roubo • Acidentes com produtos químicos perigosos • Danos de equipamentos 				
Externas	<ul style="list-style-type: none"> • Sabotagem/bioterrorismo • Vandalismo • Acessos indevidos • Acidentes com produtos químicos perigosos 				
Incidentes inesperados	<ul style="list-style-type: none"> • Incêndio • Ruptura ou queda de energia no abastecimento • Falhas em equipamentos mecânicos • Interrupção do abastecimento de água • Contaminação por produtos químicos utilizados na ETA • Acidentes construtivos • Problemas com pessoal (perda de operador, emergência médica) • Contaminação acidental (surto epidêmico, ligações cruzadas acidentais) 				

Ações de emergência especificam de forma clara, os responsáveis pela coordenação das medidas a tomar, os esquemas alternativos para o abastecimento de água nos casos de emergência, bem como um plano de comunicação para alertar e informar os usuários e consumidores⁶. Devem refletir as etapas essenciais necessárias para iniciar, dar continuidade e encerrar a resposta a uma emergência.

As emergências a considerar podem ser agrupadas em níveis de alerta, conforme a gravidade demonstrada pela situação (Quadro 4)

⁶ No direito público, usuário é aquele que se utiliza dos serviços públicos (relação poder público/concessionária/usuário) e consumidor, aquele que consome o produto gerado pela prestadora dos serviços (concessionária/consumidor).

Quadro 4 – Nivelamento das emergências

NÍVEL 1	Situação anormal	Incidente, anomalia ou suspeita que, por suas dimensões ou localização, não representam uma ameaça para além do local onde foi produzida.
NÍVEL 2	Situação de perigo	Acidente que pode evoluir para situação de emergência se não houver uma ação corretiva imediata, contudo, o sistema se mantém em funcionamento.
NÍVEL 3	Situação de emergência	Acidente grave ou calamitoso, descontrolado ou de difícil controle que originou ou pode originar danos pessoais, materiais ou ambientais. Requer ação corretiva imediata para recuperação do controle e minimização das consequências.

As ações a serem estabelecidas para atendimento das emergências devem ser concisas, objetivas e de fácil implementação. Os procedimentos necessários não necessitam ser exaustivos, porém deverão trazer a informação crítica nas fases iniciais da resposta e orientar para a resposta operacional.

Sempre que possível, a informação deve ser apresentada sob a forma de “check-list” e de esquemas funcionais, para possibilitar uma fácil e rápida compreensão das recomendações a serem colocadas em prática.

Ressalta-se que as ações de emergência deverão ser revistas sempre que se justifique pois são partes dinâmicas do planejamento, ou seja, tanto as variáveis sofrem modificações como também os recursos que deverão ser empregados em cada ação.

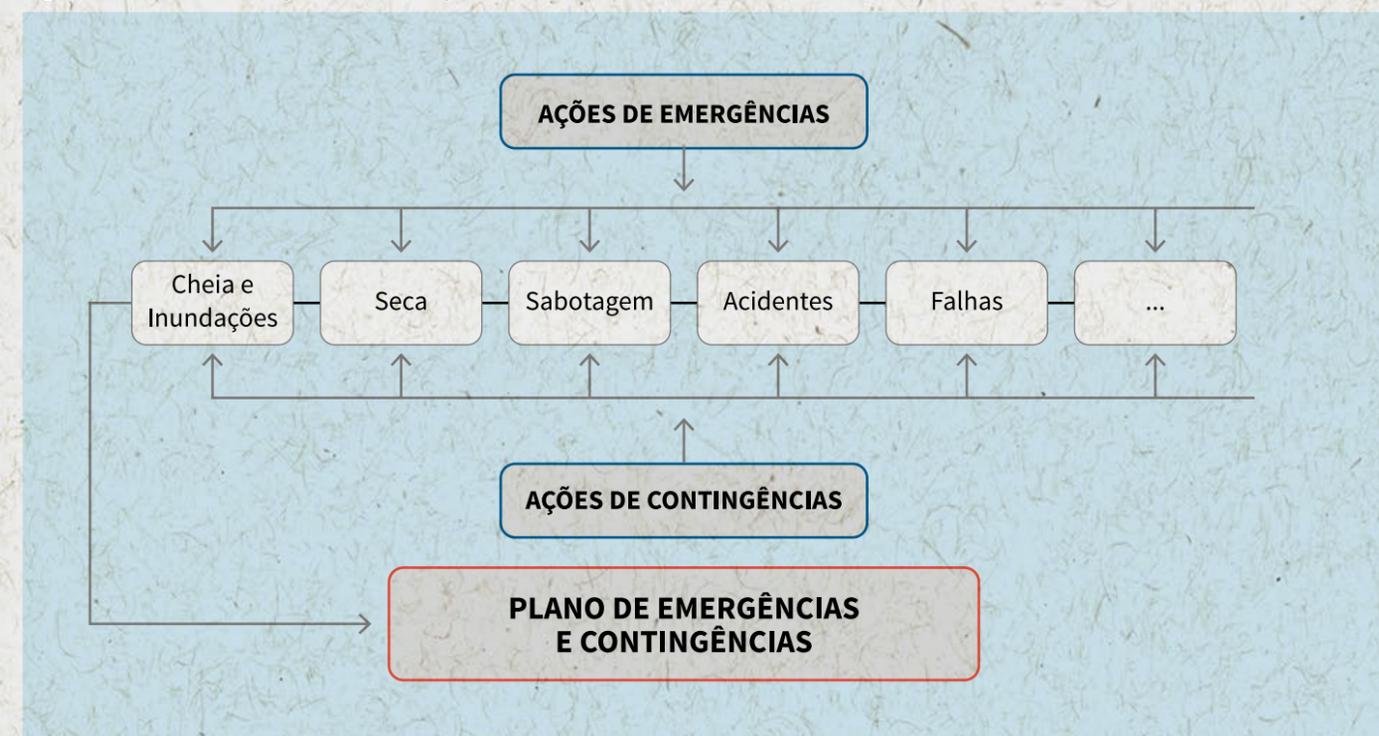
Para dar respostas às situações de emergência é necessário, ainda, que se conceba as Ações de Contingências.

Ações de contingência consubstanciam-se em ações estruturadas e organizadas a serem acionadas quando constatada uma situação de emergência, a fim de restabelecer o sistema afetado. Devem ocorrer por meio de ações integradas, baseadas em procedimentos e abordagens técnico-científicas, utilizando como apoio uma base de dados e informações georreferenciadas, com o envolvimento de múltiplos atores. Inclui ações de prevenção, preparação, resposta, mitigação e recuperação.

Na necessidade de dar respostas aos diversos tipos de eventos previstos ou previsíveis, aconselha-se elaborar e adotar um único documento que se constituirá no Plano de Emergências e Contingências (PEC) para possibilitar o atendimento do art. 19 da Lei nº 11.445/2007.

O PEC deverá conter o conjunto de procedimentos de contingências para dar respostas a cada uma das situações de emergência previstas (Figura 11).

Figura 11 – Plano de Emergências e Contingências



IMPORTANTE....

Em situação crítica de escassez ou contaminação de recursos hídricos que obrigue à adoção de racionamento, declarada pela autoridade gestora de recursos hídricos, o ente regulador poderá adotar mecanismos tarifários de contingência, com objetivo de cobrir custos adicionais decorrentes, garantindo o equilíbrio financeiro da prestação do serviço e a gestão da demanda.

A tarifa de contingência, caso adotada, incidirá, preferencialmente, sobre os consumidores que ultrapassarem os limites definidos no racionamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - NBR 12211:1992 - Estudo de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água – Procedimento

ABNT - NBR 12212:1996 - Poço tubular - Projeto de poço tubular para captação de água subterrânea

ABNT - NBR 12213:1992 - Projeto de sistemas de captação de água de superfície para abastecimento público – Procedimento

ABNT - NBR 12214:1992 - Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público – Procedimento

ABNT - NBR 12215:1991 - Projeto de adutora de água para abastecimento público - Procedimento

ABNT - NBR 12216:1992 - Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público

ABCON – Associação Brasileira de Concessionária. Disponível em: <<http://abconsindcon.com.br/>>. Acesso em: 18/08/2015.

ANA- Agência Nacional de Águas. **Atlas Brasil: abastecimento público de água- Panorama Nacional.** 2010.

ANA- Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/imagens/default.asp>>. Acesso em: 14/08/2015.

ASTOLPHO, S.M. – Serviços Públicos de Saneamento Básico, **Aulas técnicas**, 2015

AZEVEDO NETTO, J.M., et all. **Manual de Hidráulica**. Ed. Edgard Blucher Ltda. 8 ed. São Paulo, 1998.

ARIS- Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento. Disponível em: <<http://www.aris.sc.gov.br/biblioteca>>. Acesso em: 10/08/2015.

BELIVACQUA, A. L., et all. **Saneamento Básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI**. Revista de Administração Pública. Rio de Janeiro. 2011.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de Janeiro de 2007.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de Janeiro de 1997.

BRASIL. Decreto nº 7.217, de 21 de Junho de 2010.

BRASIL. Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de orientação para cadastramento das diversas formas de abastecimento de água para consumo humano / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2007.

Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS) Instrumentos das**

políticas e da gestão dos serviços públicos de saneamento básico. coord. Berenice de Souza Cordeiro. – Brasília: Editora, 2009

COMUSA- Companhia de Saneamento de Nova Hamburgo - RS. Disponível em: <<http://www.comusa.rs.gov.br>>. Acesso em: 19/08/2015.

DataSus- Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. Disponível em: <<http://datasus.saude.gov.br/>>. Acesso em: 11/08/2015.

FUNASA- Fundação Nacional de Saúde. **Saneamento Domiciliar- Manual de instruções de uso das melhorias sanitárias domiciliares**. 1. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2014.

FUNASA- Fundação Nacional de Saúde. **Manual de orientações técnicas para elaboração de propostas para o programa – Melhorias sanitárias domiciliares**. 1. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2014.

FUNASA- Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2007.

GALVÃO JUNIOR, A. C. et all. **A Informação no Contexto dos Planos de Saneamento Básico**. Fortaleza: Expressão Gráfica Editora, 2010.

HELLER, L.; PÁDUA V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. 1 v.

Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Cadernos temáticos para o panorama do saneamento básico no Brasil**. Rezende, S.C. (org.); Andrade Neto, C. O.; Campos, H. K. T.; Castro, J. E.; Cordeiro, B.; Galvão, E. A.; Galvão, A. K. A.; Gorsdorf, L. F.; Inojosa, R. M.; Montenegro, M. H.; Moraes, A. C. R.; Moura, R. M. G. R.; Paim, J. S.; Peixoto, J. B.; Souza, C.; Teixeira, J. B.; Wartchow, D., (autores). Brasília: 2011.

Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Brasília. 2013.

Organização Pan-Americana da Saúde. **Avaliação de impacto na saúde das ações de saneamento: marco conceitual e estratégia metodológica**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004. Disponível em <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/eng_impacto.pdf>.

Organização Pan-Americana da Saúde. **Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima**. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

SNIS- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos- 2013**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 18/05/2015.

TRATA BRASIL. **Saneamento e Saúde**. 2007.

TRATA BRASIL. **Manual do Saneamento Básico**. 2012.

TRATA BRASIL. **Benefícios econômicos da expansão do saneamento**. 2014.

TSUTUYIA, M. T., et all. **Abastecimento de Água. 3 ed**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

CRÉDITOS

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE

Márcio Endles Lima Vale - Presidência
Antonio Arnaldo Alves de Melo - Diretoria Executiva
Patrícia Valéria Vaz Areal - Departamento de Engenharia de Saúde Pública
Thiago Martins Milhim - Departamento de Administração
Dayany Schoecher Salati - Coordenação de Assistência Técnica à Gestão em Saneamento
Clesivânia Santos Rodrigues - Coordenação de Assistência Técnica à Gestão em Saneamento
Nilton José de Andrade - Superintendente Estadual do Espírito Santo
Noel Carlos Fernandes Freire - Coordenador do Núcleo Intersectorial de Cooperação Técnica do Espírito Santo
Maria de Fátima Oliveira Chaves - Superintendente Estadual Substituta do Maranhão
Raimundo Rodrigues dos Santos Filho - Coordenador do Núcleo Intersectorial de Cooperação Técnica do Maranhão

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

Sidney Luiz de Matos Mello - Reitoria
Antonio Claudio Lucas da Nóbrega - Vice-reitoria
Estefan Monteiro da Fonseca - Coordenação Geral
Jefferson Ribeiro Fernandes - Coordenação de Mobilização Social e Institucional
Juliana Cerqueira Pamplona Silva - Coordenação Adjunta de Mobilização Social

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL

Karin Schipper Segala - Coordenação Técnica
Silvia Martarello Astolpho - Coordenação Técnica
Leonardo Hasenclever de Lima Borges - Revisão

Projeto gráfico e diagramação - Disarme Grafico
Impressão - Grafitto
Impresso no Brasil
Junho de 2016

Esta publicação compõe a coleção de cinco Cadernos Metodológicos elaborados como material didático do Projeto "Fortalecendo capacidades municipais para elaboração, implementação e gestão de Planos Municipais de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos", realizado por meio do **Termos de Execução Descentralizada (TED 01/2014 e TED 03/2014)** assinado entre a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) dos Estados do Maranhão e Espírito Santo, respectivamente e a Universidade Federal Fluminense (UFF). Leia também outros quatro cadernos - Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas; Esgotamento Sanitário; Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos e Mobilização Social.



Fundação
Nacional
de Saúde



CONTATOS

0800 940 1288

CONTATO@SANEAMENTOMUNICIPAL.COM.BR

WWW.SANEAMENTOMUNICIPAL.COM.BR



Fundação
Nacional
de Saúde



Ministério da
Saúde

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA