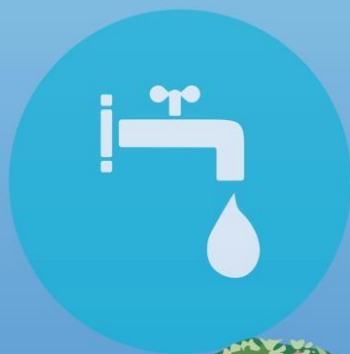


# Cartilha Informativa II ABASTECIMENTO DE ÁGUA





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO  
(PMSB): ABASTECIMENTO DE ÁGUA

*Saiba mais e participe!*

MACAPÁ -AP 2024



## Coordenação e Organização

Alan Cavalcanti da Cunha  
Alaan Ubaiera Brito  
Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha

## Elaboração

Alexsandro dos Santos Reis  
Alaan Ubaiera Brito  
Alan Cavalcanti da Cunha  
Helenilza Ferreira Albuquerque  
Cunha

Elizandra Perez Araújo  
Carlos Armando Reyes Flores  
Paula Josiane Lod Monteiro

## Colaboradores

Arialdo Martins da Silveira Júnior  
Daguinete Maria Chaves Brito  
Adenilson Costa de Oliveira

Taís Silva Sousa  
Paulo Bezerra Gibson  
Elizandra Perez Araújo  
Ilana Syanne Martins Uchôa

## Designer e Diagramação

Alaan Ubaiera Brito  
Bárbara Patricia Lima Pena  
Carlos Armando Reyes Flores  
Ilana Syanne Martins Uchôa

## Capa

Carlos Armando Reyes Flores  
Bárbara Patrícia Lima Pena  
Ilana Syanne Martins Uchôa

## Distribuição e Informações

Universidade Federal do Amapá - UNIFAP  
Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas (DCET)  
Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento (DMAD)  
Laboratórios de Fenômenos de Transporte, Hidráulica e Saneamento  
Ambiental e Laboratório de Química, Saneamento e Modelagem Ambiental  
Rod. Josmar C. Pinto, km 02 – Jard. Marco Zero, 68903-419, Macapá-AP

Macapá-AP  
2024



## FICHA CATALOGRÁFICA

É permitida a reprodução parcial ou total desta publicação, desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP

Elaborado por Mário das Graças Carvalho Lima Júnior – CRB-2 / 1451

---

P712 Plano Municipal de Saneamento Básico: abastecimento de água / coordenadores e organizadores, Alan Cavalcanti da Cunha, Alaam Ubaiara Brito, Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha. - Macapá: TEDPLAN, UNIFAP, 2024.  
1 recurso eletrônico. [Cartilha]. 47 páginas.

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

Cartilha informativa II

1. Saneamento básico – Amapá. 2. Plano municipal de saneamento. 3. Sistema de abastecimento de água 4. Limpeza urbana. I. Cunha, Alan Cavalcanti da, coordenador e organizador. II. Brito, Alaam Ubaiara, coordenador e organizador. III. Cunha, Helenilza Ferreira Albuquerque, coordenadora e organizadora. IV. Título.

CDD 23. ed. – 628.1

---

BRASIL. Ministério da Educação. Universidade Federal do Amapá. Plano Municipal de Saneamento Básico: abastecimento de água. Coordenadores e organizadores: Alan Cavalcanti da Cunha, Alaam Ubaiara Brito, Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha. Macapá: TEDPLAN, UNIFAP, 2024. [Cartilha]. 47 páginas.



## APRESENTAÇÃO

**Alan Cavalcanti da Cunha** | Coordenador Geral

Esta cartilha tem como principal objetivo apresentar as diretrizes fundamentais para a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico do seu município (PMSB), em especial a dimensão “água de abastecimento” em municípios do estado do Amapá. Atualmente estão sendo desenvolvidos cinco PMSB que beneficiarão os seguintes municípios: Calçoene, Ferreira Gomes, Oiapoque, Pedra Branca do Amapari e Tartarugalzinho nos próximos 2 anos.

O objetivo geral desta 2ª cartilha, dentre cinco existentes, é resumir didaticamente conhecimentos básicos sobre apenas três principais sistemas de “abastecimento de água” existentes no estado do Amapá, por serem estes três os mais conhecidos na literatura: a) sistemas de abastecimento de água convencional, b) sistemas de compactos abastecimento de água e c) sistemas alternativos de abastecimento de água (SAAA) ou de base tecnológica social, mais utilizados na zona rural, como o Salta-z/FUNASA.

Nesta 2ª cartilha trataremos também de conceitos, princípios e aplicações gerais, de modo que os participantes adquiram conhecimentos básicos e informações suficientes para o desenvolvimento participativo das comunidades junto ao projeto, doravante denominado TEDPLAN (Fase II).

TEDPLAN é uma sigla que significa “Termo de Execução Descentralizada para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico”. É uma solução administrativo-financeira utilizada pelas instituições do Governo Federal, tal como a FUNASA - Ministério da Saúde, para repassar recursos financeiros diretamente para universidades ou institutos de pesquisa, tal como a Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), sendo este recurso financeiramente executado por uma Fundação de Apoio à Pesquisa (FUNDAPE-AC).



Mais detalhes sobre como funciona o Projeto TEDPLAN (Fase II) recomendamos a referência da 1ª cartilha <sup>[1]</sup>, na qual é explicada a dinâmica operacional da UNIFAP referente ao apoio técnico especializado às Prefeituras Municipais na elaboração dos seus PMSB. Portanto, o TEDPLAN executa uma estratégia eficiente para auxiliar prefeituras com dificuldades financeiras ou poucos recursos técnicos disponíveis para elaborarem seus PMSB, devido estes últimos serem geralmente complexos e caros. Mas é importante ressaltar que apenas os municípios com populações iguais ou menores que 50 mil habitantes (pequenos municípios) podem ser contemplados pelo Projeto TEDPLAN. Por exemplo, Macapá e Santana foram excluídos, todavia, pelos motivos de que já têm seus respectivos PMSB.

Esta 2ª cartilha trata apenas da dimensão “água de abastecimento” e seus temas correlatos, detalhando informações básicas e necessárias para sua compreensão. Essa etapa é necessária para a consolidação do curso de capacitação dos agentes municipais, sociedade civil e outros potenciais participantes neste processo.

Neste sentido, são apresentados os fundamentos técnicos das componentes desta dimensão, iniciando com o ciclo hidrológico e o conceito de bacia hidrográfica como unidade legal de estudos de recursos hídricos, bem como a importância das chuvas ou precipitação (águas pluviais) para a manutenção do ciclo hidrológico, manutenção do escoamento superficial e recarga dos aquíferos subterrâneos, e até conceitos adicionais relacionados com o ciclo hidrológico e mudanças climáticas, tópico referente à evaporação e infiltração de água subterrânea etc). Assim, são apresentadas metodologias básicas para auxiliar os agentes municipais se orientarem na construção do PMSB e ao longo deste processo.

É importante frisar que a linha base de todo o PMSB é o Termo de Referência (TR), considerado como a “Bíblia” ou o “Guia” principal de elaboração de PMSB recomendado pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) <sup>[2]</sup>.



O objetivo geral desta cartilha é informar sobre as diretrizes básicas para a compreensão da dimensão de água de abastecimento para auxiliar os participantes na elaboração do PMSB, usando linguagem simples e direta. Trata-se de um suporte didático para permitir e estimular a comunicação, participação e o controle social durante a elaboração do PMSB pela sociedade.

Conhecer bem as dimensões do saneamento básico torna as atuais e futuras decisões mais fáceis e produtivas na construção do PMSB e por este motivo o conhecimento a ser adquirido consta no TR <sup>[2]</sup> e o seu roteiro deve ser respeitado e cumprido durante todas as etapas de capacitação e elaboração do PMSB.

Nesta 2ª cartilha, por exemplo, a dimensão água de abastecimento será constantemente discutida. Mas será detalhada todas as etapas relevantes dos sistemas de abastecimento de água (SAA): mananciais, captação de água, adução, tratamento, elevação (bombeamento), reservação e distribuição. Além disso, é importante a abordagem de temas transversais, tais como observar a legislação e as normas técnicas (Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT). Somente esta base de conhecimento gerará mais subsídios técnicos para os comitês Executivos e de Coordenação do projeto TEDPLAN (Fase II).

Do ponto de vista do saneamento básico a dimensão “água de abastecimento” é a dimensão mais importante. Porque, no final das contas, os serviços de saneamento de água são os “produtos finais mais demandados pela sociedade”. Portanto, é a dimensão que mais impacta na saúde humana, apesar de compreendermos que as demais dimensões (esgoto, drenagem e resíduos sólidos) também são muito importantes para oferecer completude, segurança, qualidade e confiabilidade desses serviços e a partir da disponibilidade e abrangência das infraestruturas.

Neste contexto, é importante lembrar que, no estado do Amapá, há pelo menos dois contextos históricos que deverão ser considerados no PMSB: **1)** o Novo Marco Legal do Saneamento



(NMLSB) <sup>[3]</sup> e 2) a recente privatização do setor (pelo menos nas dimensões água e esgoto sanitário).

Além da falta de infraestrutura e deficiências na qualidade dos serviços de saneamento básico, há um grande desafio para o setor no enfrentamento do problema da poluição e do comprometimento de mananciais <sup>[4]</sup>, com potenciais reflexos sobre doenças de notificação compulsória de transmissão hídrica - NCTH <sup>[5]</sup>.

É importante avaliar que no estado do Amapá não somente há reflexos da histórica falta de planejamento e investimento na saúde pública <sup>[6]</sup>, mas também ocorreu uma profunda deterioração e abandono da infraestrutura existente da dimensão água de abastecimento. O problema é grave nas sedes municipais localizadas, mas muito pior nas áreas rurais ou do interior do estado <sup>[7]</sup>.

É importante destacar que o abastecimento de água está associado a aspectos econômicos, sendo evidente a dificuldade do poder público em fornecer estruturar e manter os serviços de água potável em quantidade e qualidade suficiente e adequada à população urbana e rural dos pequenos municípios brasileiros <sup>[8]</sup>.

Por exemplo, a Lei nº 11.445/07 e o Novo Marco Legal do Saneamento Básico cobram dos gestores e concessionárias o cumprimento das diretrizes da política nacional de saneamento. E dentre suas competências destaca-se a universalização do sistema de abastecimento de água potável, quantificada por uma série de indicadores de saneamento e saúde pública. Isto é, todos têm o direito e o acesso ao serviço público de saneamento básico de boa qualidade <sup>[7] [9] [10]</sup>.

Os financiadores e gestores do setor normalmente se guiam por indicadores de saneamento básico <sup>[11]</sup>, com o objetivo de compreender como os PMSB, bem como os programas, projeto e ações nele contidos, impacta outros indicadores, como os de saúde





pública e a universalização dos serviços de saneamento básico <sup>[7] [12]</sup>  
<sup>[13] [14] [15]</sup>.

As entidades reguladoras dos serviços de abastecimento de água têm como um dos principais desafios a formulação e a implementação de resultados que impactem sobre os indicadores e permitam avaliar e gerenciar operacionalmente a eficiência da produção e até da perda de água nos sistemas de abastecimento executados pelas prestadoras de serviço <sup>[7] [13] [14] [15] [16]</sup>.

Um aspecto relevante são os problemas de saúde pública, como as doenças de transmissão hídrica (doenças diarreicas agudas principalmente), a qual é realizada diante da suspeita ou confirmação de doença ou agravamento, mediante o atendimento de normas técnicas estabelecidas pela Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS/MS) <sup>[7] [15]</sup>. A comunicação de doenças à autoridade de saúde competente é realizada pelos responsáveis por estabelecimentos públicos ou privados educacionais, de cuidado coletivo, de serviços de unidades laboratoriais, instituições de pesquisa e pelo cidadão <sup>[5]</sup>.

No Brasil, a probabilidade de crianças menores de um ano serem hospitalizadas ou chegarem a óbito por doença diarreica aguda, nas microrregiões brasileiras, é maior nas regiões Norte e Nordeste. Ou seja, doenças diarreicas têm raízes multifatoriais que poderiam ser evitadas se houvesse cuidados infantis adequados, acesso a serviços de saúde e boas condições de saneamento básico <sup>[17] [18]</sup>.

Os usos mais frequentes da água que podem afetar a saúde do homem são classificados da seguinte forma: ingestão direta, preparação de alimentos, higiene pessoal e do ambiente, agricultura, processos industriais e atividades de lazer <sup>[7] [19]</sup>. A qualidade da água ingerida depende da fonte, do controle e do tipo de processo de tratamento, desde sua origem, passando por diversas operações unitárias até alcançar a rede de distribuição, cujos parâmetros de controle quantitativo e qualitativo devem ser



necessariamente monitorados, em condições potáveis, e, assim, evitar a propagação de doenças de transmissão hídrica <sup>[20]</sup> <sup>[21]</sup>.

Nesta 2ª cartilha serão apresentadas informações sobre a importância da água como fonte primária de alimentação e higiene, além das tecnologias mais usuais para compor os diferentes sistemas de abastecimento de água (SAA) existentes no estado do Amapá. Assim, um aspecto importante a ser considerado nesse contexto tentar mostrar como alguns indicadores operacionais de abastecimento de água refletem-se sobre a eficiência dos serviços e infraestruturas disponíveis, bem como seus impactos nos indicadores de saúde pública, cujos projetos dependem do cumprimento de requisitos e das normas técnicas brasileiras <sup>[22]</sup> <sup>[23]</sup> <sup>[24]</sup>.

Isto é, não basta apenas as infraestruturas e os serviços de saneamento serem ofertados. É necessário que tenham boa qualidade. E o principal indicador da qualidade dos serviços é o cumprimento da legislação (Portaria nº 888 de 2021, referente à qualidade da água). Mas não somente à qualidade da água, mas também a quantidade e a constância ofertada. Portanto os serviços precisam ser monitorados para que os gestores públicos, concessionárias, agências fiscalizadoras, sociedade civil, usuários etc., todos cumpram sua parte no exercício de suas funções e, conseqüentemente, atentos ao cumprimento legal e de qualidade dos serviços.

Além disso, relatar o quanto estes serviços e infraestruturas impactam na melhoria dos indicadores de saúde, o objetivo fim de todas as dimensões do saneamento. E, se a melhoria dos serviços reduz a ocorrência de doenças, provavelmente seus impactos e eficiência decorrerão de um bom planejamento que produz impactos positivos na gestão e em práticas eficientes da política de prevenção de doenças pelos serviços de saneamento básico.

Os PMSB são fundamentais para que os municípios possam compreender sua realidade. Mas não somente isso, é uma



oportunidade da sociedade em preencher muitas lacunas acerca deste tema que é o setor de saneamento básico no estado do Amapá e, portanto, também da Amazônia<sup>[25]</sup>.



# SUMÁRIO

A importância da água para as atuais futuras e gerações.....	13
O ciclo hidrológico e sua relação com saneamento básico .....	14
Bacia hidrográfica, consumo de água e sua qualidade .....	16
O que é um sistema de abastecimento de água - SAA? .....	19
Sistema de abastecimento de água (saaa) como solução alternativa – zona rural.....	28
Novo marco legal do saneamento: lei 14.026/20:dimensão “água de abastecimento”.....	29
Abastecimento de água para comunidades rurais .....	37
Tecnologia social - salta-z: uma solução alternativa de abastecimento de água rural na Amazônia.....	38
Benefícios do PMSB para o município no contexto do abastecimento de água.....	39
Referências.....	40



# A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA PARA AS ATUAIS FUTURAS E GERAÇÕES

A disponibilidade da água é uma das questões ambientais no centro das discussões sobre sustentabilidade. Isso porque a água não é igualmente distribuída nas regiões. Embora a Terra seja conhecida como “planeta água”, somente 2,5% da água do globo é doce, ou seja, própria para consumo. Como se não bastasse, desta pequena fração de água doce cerca 69% encontram-se nas geleiras, e por isso está indisponível e 30% são de águas subterrâneas, isso significa que somente 1% da água doce do mundo está acessível para o consumo humano pois encontra-se em rios <sup>[26]</sup>.

É notável o privilégio do Brasil no que se refere às condições hídricas, porque o país possui grande parte da disponibilidade de água doce e isso criou no brasileiro a falsa crença de que a água é infinita e, portanto, seu uso e desperdício não comprometeria a segurança hídrica, em especial sua qualidade, algo frequente na Amazônia. O fato é que a água é o maior bem de uso comum de todos e é essencial para atendimento das necessidades humanas (alimento, higiene e saúde), atividades econômicas e a conservação dos ecossistemas aquáticos.

Dentro das formas de consumo humano, destacam-se a geração de energia, a indústria, a mineração, o turismo e lazer, pesca e aquicultura, navegação, abastecimento humano rural, abastecimento animal, irrigação e lançamento de efluentes. Mas de acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA), o diagnóstico de distribuição da água identificou um déficit de reservação de água tratada e de cobertura de rede e de ligações



para o atendimento das populações urbanas, principalmente no Norte e Nordeste <sup>[27]</sup>.

Assim, o desperdício de água aliado a falta de saneamento de muitas regiões do Brasil, comprometeria o meio ambiente ecologicamente equilibrado para as atuais e futuras gerações, visto que a água é um dos recursos naturais mais valioso.

## O CICLO HIDROLÓGICO E SUA RELAÇÃO COM SANEAMENTO BÁSICO

O ciclo hidrológico é o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e atmosfera, impulsionado principalmente pela energia solar associada à gravidade e rotação da Terra.

A *superfície da terrestre* abrange os continentes e os oceanos, incluindo a parte porosa que recobre os continentes (solos, rocha) e o reservatório formado pelos oceanos. Parte do ciclo hidrológico constitui a circulação da água na própria superfície terrestre (no interior e na superfície dos solos e rochas, no oceano e nos seres vivos).

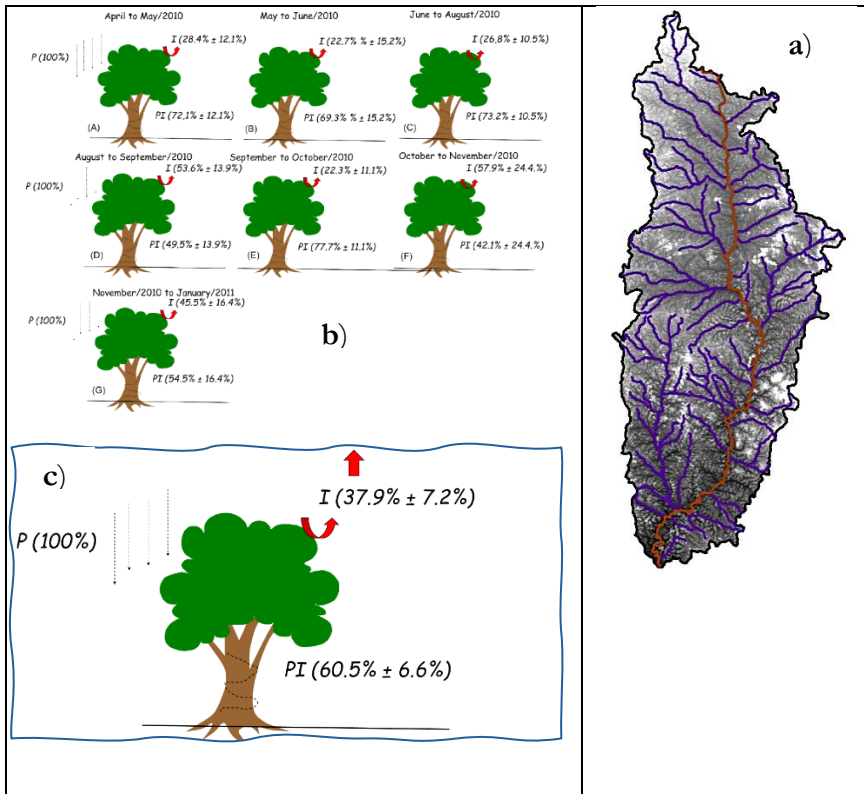
A *atmosfera* também possui uma grande variedade de condições físicas. Mas a maioria dos fenômenos atmosféricos ocorre numa “fina” camada com 8 a 16 km de espessura, chamada de troposfera, onde está armazenada quase 90% da umidade atmosférica.

A água que circula no interior da atmosfera constitui-se numa fase do ciclo hidrológico. E as trocas entre as circulações da superfície terrestre e da atmosfera, fechando o ciclo hidrológico, ocorre em dois sentidos: a) no sentido superfície-atmosfera (fundamentalmente na forma de vapor, com evaporação e evapotranspiração) e b) sentido atmosfera-superfície terrestre, onde a transferência de água ocorre em qualquer forma física



(chuva, gelo e outros). Mas é importante que o ciclo só é fechado em nível global.

Na Figura abaixo, ilustramos alguns detalhes importantes do ciclo hidrológico básico em uma floresta na Amazônia (a FLONA - Floresta Nacional do Amapá) [28].



**Figura:** modelo conceitual de um balanço hídrico em uma bacia hidrográfica típica do Amapá: **a)** bacia hidrográfica do rio Falsino (Floresta Nacional do Amapá - FLONA); **b)** variações do ciclo hidrológico na FLONA-AP entre abril de 2010 a novembro de 2011; **c)** balanço geral do ciclo hidrológico e vapor d'água total retornado para a atmosfera.

A figura acima indica como a água é reciclada em uma floresta, no presente caso, uma síntese da figura anterior. Isto é, a chuva (Precipitação = PI) representa 100% da água que entra no sistema

(bacia hidrográfica). Parte da chuva escoa pelas folhas, troncos e raízes ( $PI = 60\% \pm 6,6\%$ ) e o restante é interceptado pelas folhas e retorna para a atmosfera ( $I = 37,9\% \pm 7,2\%$ ).

A ilustração do ciclo hidrológico na FLONA -AP, utilizada aqui como exemplo, demonstra a importância da conservação das florestas e da vegetação em geral nas áreas urbanas e rurais. Até porque sua função é manter os serviços ambientais, hídricos e ecossistêmicos nas bacias hidrográficas. Além disso, garante o fluxo e a qualidade da água, principalmente sua reservação para o consumo humano (captação dos sistemas de abastecimento de água).

No exemplo dado, o valor de  $PI = 60\% \pm 6,6\%$  é considerável e, geralmente, é a quantidade de água que escoa para os rios e lençóis freáticos. Quanto menos vegetação, menor é a capacidade de retenção das águas, podendo causar inundações e alagamentos nas cidades e até a paralização do abastecimento público.

## BACIA HIDROGRÁFICA, CONSUMO DE ÁGUA E SUA QUALIDADE

Uma bacia hidrográfica é uma área geográfica constituída pela topografia da terra, onde toda água que precipita, por meio da chuva, converge para um único ponto de saída como um rio principal, lago ou oceano. As bacias hidrográficas são unidades fundamentais na gestão e na compreensão dos recursos hídricos, pois ajudam a determinar como a água se desloca através do ambiente e como as atividades humanas podem afetar sua qualidade e quantidade <sup>[29]</sup>.



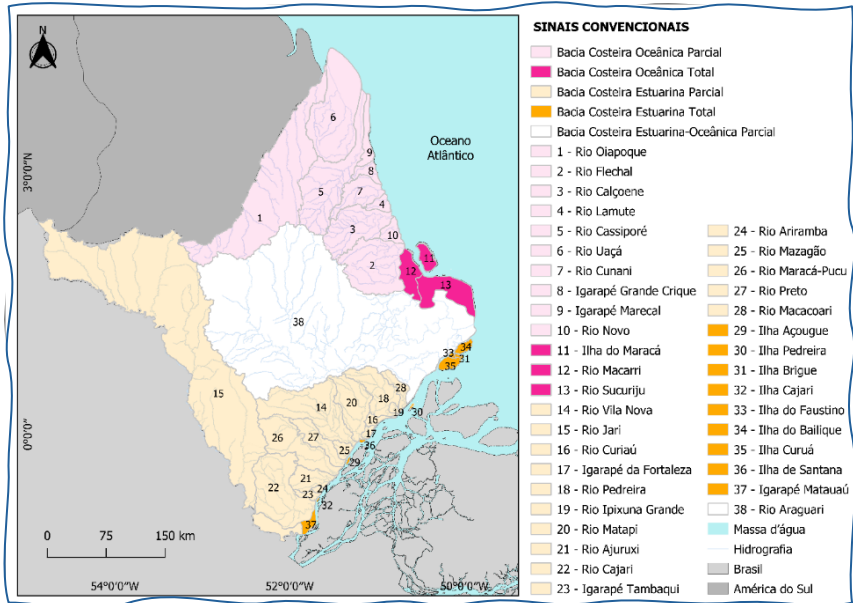
Nesse sentido, as bacias hidrográficas desempenham um papel importante no consumo de água e na sua qualidade como, por exemplo, no fornecimento de água, pois são fontes primárias de





água doce para muitas regiões. Os rios e lagos, dentro de uma bacia, fornecem água para consumo humano, agricultura, aquicultura, indústrias, entre outras atividades essenciais para melhora da qualidade de vida [30].

Na figura abaixo são indicados os contornos físicos e as localizações de todas as bacias hidrográficas do Estado do Amapá, subdivididas por dois setores: oceânico e estuarino [31].



**Figura:** Identificação e classificação das bacias costeiras do estado do Amapá.

Além disso, a qualidade da água nos corpos d'água em uma bacia hidrográfica é fundamental para garantir segurança do consumo humano e para sustentar os serviços ecossistêmicos. A poluição industrial, agrícola e urbana pode afetar negativamente a qualidade da água em uma bacia, tornando-a inadequada para uso humano e prejudicando a vida aquática [32].

A gestão sustentável das bacias hidrográficas é essencial para garantir um suprimento confiável de água de qualidade. Isso envolve a implementação de práticas de conservação, controle de poluição, monitoramento da qualidade da água e regulamentação do uso da água para garantir que as demandas humanas e ambientais sejam atendidas de forma equitativa e sustentável [30].

**As atividades que ocorrem numa bacia hidrográfica interferem diretamente na qualidade da água. A bacia hidrográfica é conhecida como a unidade territorial básica de estudo e de gestão legalmente representativa em recursos hídricos.**

O planejamento e a gestão adequados desses serviços (hídricos principalmente) concorrem para a valorização, proteção e gestão equilibrada dos recursos ambientais e tornam-se essenciais para garantir a eficiência desse sistema. O objetivo final é a universalização dos serviços de saneamento e o atendimento de suas quatro dimensões (água, esgoto, “lixo” e drenagens). Além disso, o planejamento realizado em harmonia promove o desenvolvimento local e regional.

### **Conceitos: Água e seus padrões** (Port. de Consol. nº 5/2017)

*Água para consumo humano:* água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;

*Água potável:* água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido em legislação específica e que não ofereça riscos à saúde;

*Água tratada:* água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade;

*Padrão de potabilidade:* conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido em legislação específica;



*Padrão organoléptico:* conjunto de parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde.

*Controle da qualidade da água para consumo humano:* conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição;

*Vigilância da qualidade da água para consumo humano:* conjunto de ações adotadas regularmente pela autoridade de saúde pública para verificar o atendimento da Legislação pertinente, considerados os aspectos socioambientais e a realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana;

*Garantia da qualidade:* procedimento de controle da qualidade para monitorar a validade dos ensaios realizados.

## O QUE É UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - SAA?

O Sistema de abastecimento de Água (SAA), conforme o novo Marco Legal do Saneamento, a Lei nº 14.026 de 2020, é “constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição”<sup>[33]</sup>.

*Sistema de abastecimento de água para consumo humano:* instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinadas à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição.



*Rede de distribuição*: parte do sistema de abastecimento formada por tubulações e seus acessórios, destinados a distribuir água potável até as ligações prediais;

*Ligações prediais*: conjunto de tubulações e peças especiais, situado entre a rede de distribuição de água e o cavalete, este incluído.

Em outras palavras, um SAA é constituído por um conjunto de obras e instalações essenciais para transportar a água do local em que será captada a água (manancial) até a população consumidora de forma a atender a demanda de água com quantidade e qualidade compatível às formulações legais específicas. Um sistema de abastecimento conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021 do Ministério da Saúde compreende as formas coletivas e individuais conforme ilustração [27].

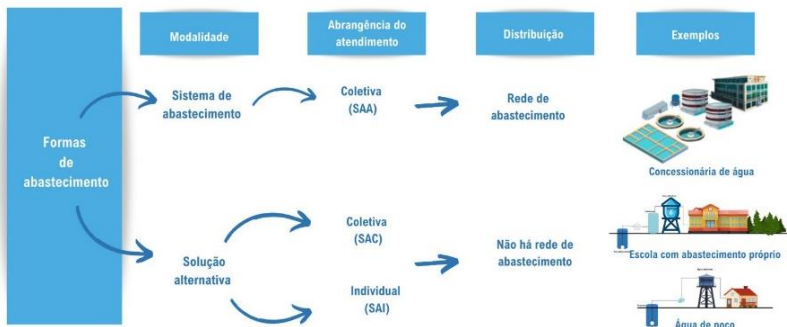
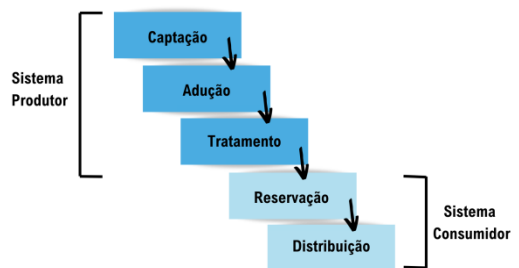


Figura: esquema didático representando um sistema de abastecimento de água convencional.

O sistema de abastecimento de água é classificado em dois tipos de sistema: o Sistema Produtor de água e o Sistema Consumidor. O primeiro é responsável por extrair a água dos mananciais e torná-la



própria ao consumo. Esse sistema abrange as etapas de captação, adução e tratamento da água. Já no caso do sistema consumidor envolve a reservação e distribuição, e é responsável pela condução da água tratada até os locais de consumo <sup>[34]</sup>. Em geral, um SAA pode ser resumido nas seguintes etapas:

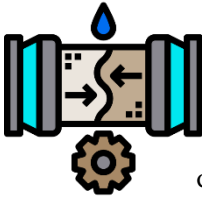
## Captação

Conjunto de dispositivos responsáveis por retirar a água do manancial que será destinada ao sistema de abastecimento. Os mananciais podem ser classificados como: superficial (rios, represas, lagoas, etc.) ou subterrâneo (poços rasos ou profundos). A escolha do manancial interfere diretamente nos processos da Estação de Tratamento de Água (ETA), pois mananciais que apresentem padrões de qualidade de água mais adequadas ao consumo humano, tendem a reduzir o custo com a aquisição de insumos, equipamentos e produtos químicos.



A Figura acima mostra ao fundo a captação de água bruta em Macapá, no rio Amazonas, onde parte do seu trecho é aérea, finalizando em uma ancoragem onde a adução se torna subterrânea (à frente).





## Adução

Conjunto de instalações responsável pelo transporte de água pelos condutos sem distribuir, porém, podem possuir ramificações. Esses condutos são denominados adutoras e são classificados conforme sua natureza em: adutoras de água bruta ou adutoras de água tratada.

As adutoras de água bruta transportam a água antes do tratamento, geralmente do ponto de captação até a estação de tratamento de água. As adutoras de água tratada geralmente conduzem da ETA até os reservatórios de distribuição, e destes até o ponto inicial da rede <sup>[34]</sup>.

O transporte da água pelas adutoras pode acontecer por gravidade ou recalque. As adutoras por gravidade levam a água de um ponto de maior altitude para um de menor altitude. No caso do recalque, a água é transportada de um ponto de menor altitude para um de maior altitude.

## Tratamento de Água

O tratamento de água consiste no processo de adequar a água aos padrões de qualidade para o consumo humano atendendo aos limites estabelecidos em Portaria pelo Ministério da Saúde, ou adequá-la para uso em determinado processo produtivo ou outro fim.

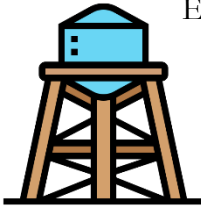
Esse tratamento ocorre em unidades construídas denominadas de estação de tratamento de água e abrangem algumas etapas até tornar a água própria



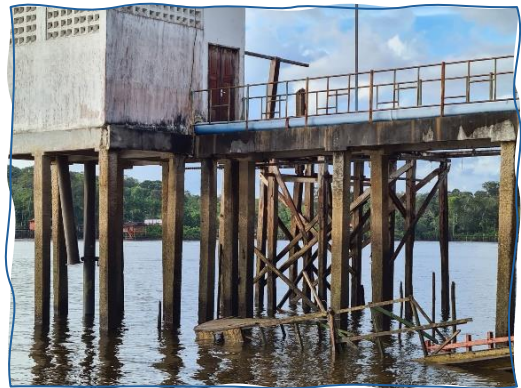
para o consumo. Após a captação da água e sua chegada à estação de tratamento, é recomendável que se coloque um medidor de vazão.

O medidor de vazão é o instrumento indispensável à operação não somente a ETA, mas a todo o sistema de abastecimento de água, importante para se avaliar o volume de água que entra na ETA, e, por consequência, ajustes operacionais de dosagem de produtos químicos, abertura/fechamento de comportas, etc <sup>[34]</sup>.

Em geral, estações de tratamento de água convencionais são constituídas das seguintes unidades: medição de vazão, tanque de mistura rápida ou coagulação, tanque de floculação, tanque de decantação, filtração e desinfecção e fluoretação. Em toda ETA também são construídas unidades em paralelo, a exemplo de filtros, para que, quando uma estiver em processo de manutenção/limpeza, as demais estejam em funcionamento e haja fornecimento constante de água tratada.



Em uma ETA para abastecimento público, a qualidade da água deverá estar de acordo com a Portaria GM/MS n° 888, de 4 de maio de 2021, publicada pelo Ministério da Saúde, atendendo aos limites máximos permitidos para os parâmetros físicos, químicos e biológicos.



**Foto:** captação de água superficial da Sede Municipal de Ferreira Gomes – AP, em fase de desativação.

Na Foto abaixo é mostrada a área onde fica localizada a ETA de Macapá e o seu antigo complexo de tratamento da ETAM situado



a aproximadamente 500 m da margem esquerda do rio Amazonas, onde é realizada a captação da água bruta de Macapá-AP [25].



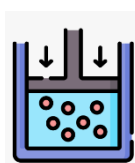
Figura com o mapa do sistema de captação e adução de água bruta da ETA de Macapá.



Foto: Estação de Tratamento de Água (ETA) de Vitória do Jari – AP. A classificação desta ETA é do tipo compacta, ideal para pequenas cidades.



Nos sistemas convencionais de tratamento de água, as águas são captadas de recursos hídricos superficiais como rios, córregos, lagos e represas. Na maioria das vezes, essas águas apresentam valores de cor e turbidez significativos e, por esse motivo, o tratamento envolve várias etapas. A escolha do local de captação é uma etapa primordial para assegurar a qualidade da água bruta e definir a melhor tecnologia a ser utilizada. Após, a medição de vazão ocorre os processos relacionados de tratamento para adequar a água ao consumo. [22] [23] [24] [35] [36]

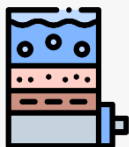


**Coagulação:** Tem como objetivo auxiliar as partículas presentes da água (impurezas) serem adsorvidas na superfície de substâncias químicas denominadas coagulantes. É muito comum o uso de sulfato de alumínio, cloreto férrico, sulfato ferroso clorado, sulfato férrico e cloreto de polialumínio. É muito comum esse processo receber o nome de mistura rápida, devido à alta velocidade das reações químicas. Isso é necessário que o coagulante seja completamente misturado em todo volume de água.



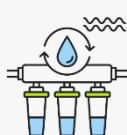
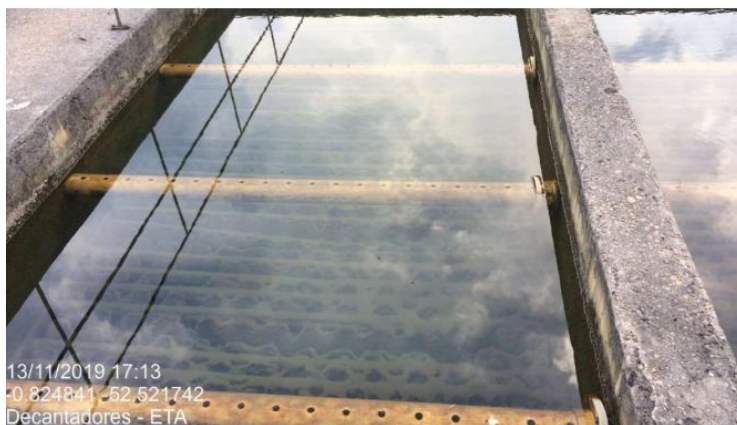
**Floculação:** Posteriormente, ao processo de coagulação e mistura do coagulante, a água segue para os tanques de floculação, que são dimensionados com objetivo de proporcionar a formação dos flocos pelas partículas desestabilizadas pelo coagulante. Nessa etapa, é fundamental o controle de velocidade para promover a agregação de flocos sem desmanchá-los [37].





**Decantação:** Nessa etapa, os flocos formados nos floculadores permanecerão tempo suficiente para que ocorra a sedimentação. Esse material sedimentado formará um resíduo sólido denominado lodo que deverá ser destinado adequadamente. Em outras

palavras, a decantação promove à remoção das impurezas da água por meio da gravidade, ou seja, devido ao seu peso as impurezas sedimentam no fundo do tanque de decantação da água, denominado de decantador <sup>[37]</sup>.



**Filtração:** Após a filtração, a água é direcionada a uma unidade em que consiste na retenção das partículas em suspensão não removidas na etapa de decantação. Pode ser removida também microrganismos



associados a estas partículas. Em águas como menor quantidade de sólidos, reduzida cor de turbidez, não há necessidade de passar pela etapa de decantação antes da filtração. Nesse caso, se o filtro receber a água diretamente coagulada ou floculada, a ETA é do tipo filtração direta <sup>[37]</sup>.



**Desinfecção:** A desinfecção da água consiste na eliminação de organismos patogênicos: vírus, bactérias, fungos, protozoários, etc. Embora uma parte desses organismos sejam removidos na etapa de decantação e filtração, é fundamental garantir a qualidade da água para evitar doenças e eliminar os organismos que não foram removidos pelas fases de tratamento anteriores. A desinfecção pode ser através da dosagem de cloro, radiação ultravioleta, ozônio etc <sup>[37]</sup>.



**Fluoretação:** Seu principal objetivo é a redução da incidência de cárie <sup>[38]</sup>. Consiste na dosagem de flúor à água. Pesquisas e levantamentos realizados no Brasil, EUA e Canadá demonstraram que redução da incidência de cárie, principalmente em crianças, após a distribuição de água contendo flúor <sup>[38]</sup>. Todavia, o processo de fluoretação tem sido sistematicamente abolido no Brasil em quase todos os SAA, devido às constantes polêmicas sobre seus efeitos colaterais e riscos à saúde pública <sup>[39]</sup>.

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAAA) COMO SOLUÇÃO ALTERNATIVA – ZONA RURAL

Define-se zona rural como a área que abrange qualquer domicílio isolado ou em aglomerado que não esteja localizado em sede de Município ou em perímetro urbano.

Em geral, nas zonas rurais ou remotas, são utilizadas Tecnologias Sociais de acesso à água (como o Salta-z). São definidas como o conjunto de técnicas e de métodos aplicados para captação, armazenamento, uso e gestão da água, desenvolvidos a partir da interação entre o conhecimento local e técnico, apropriados e implementados com a participação da comunidade;

Entende-se como equipamento público a instalação ou espaço de infraestrutura destinado aos serviços públicos de educação, saúde, assistência social e congêneres;

As soluções alternativas coletivas de abastecimento de água servem para o consumo humano, cuja modalidade de abastecimento coletivo é destinada a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição;

E a solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano é a modalidade de abastecimento de água para



consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares.

## Atenção!

A Solução Alternativa de Abastecimento de Água (SAAA):

- a) não substitui o Sistema de Abastecimento de Água (SAA);
- b) não dispensa o tratamento da água (desinfecção),
- c) não dispensa o controle da qualidade da água;
- d) não dispensa aplicações das normas técnicas e não dispensa a utilização de profissionais legalmente habilitados.

## NOVO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO: LEI 14.026/20: DIMENSÃO “ÁGUA DE ABASTECIMENTO”

O interesse em alterar o marco regulatório não é novidade e muito menos exclusividade do governo atual. Em 2018, ainda sob o governo de Michel Temer, houve duas tentativas, na forma de Medidas Provisórias, para alterar a então vigente **lei 11.445**, que regulava os serviços de saneamento básico no Brasil desde 2007<sup>[40]</sup>. As duas MPs (844/18 e 868/18) não chegaram a ser votadas pelo Congresso. Entidades da sociedade civil, como sindicatos e movimentos sociais, realizaram uma dura pressão e conseguiram impedir que a Medida Provisória fosse adiante. Mas então o que mudou em 2020 para a rápida aprovação da nova lei?



O Fórum Popular da Natureza defende que o novo marco legal do saneamento “foi adiante e conseguiu ser aprovado por ter sido colocado

para votação em meio a uma

**pandemia,**

sem

possibilidade de

mobilização

social”. Para o fórum, um

dos principais objetivos da nova lei é facilitar a privatização do setor por meio de uma das maiores mudanças que o novo marco traz: os contratos (Quadro 1) <sup>[41]</sup>.

De acordo com o Quadro 2, as principais mudanças em relação ao atendimento

aos

municípios

menores,

prazo para o

fechamento

dos “lixões”,

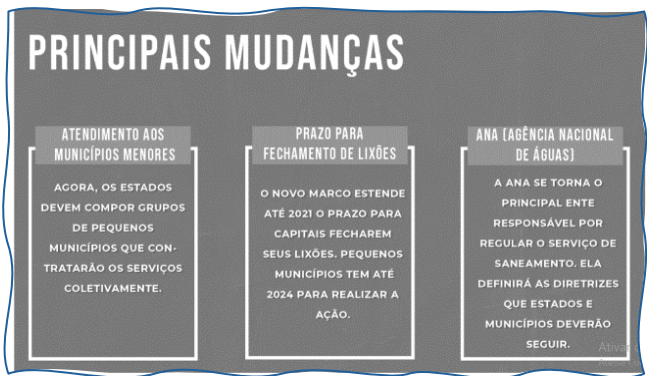
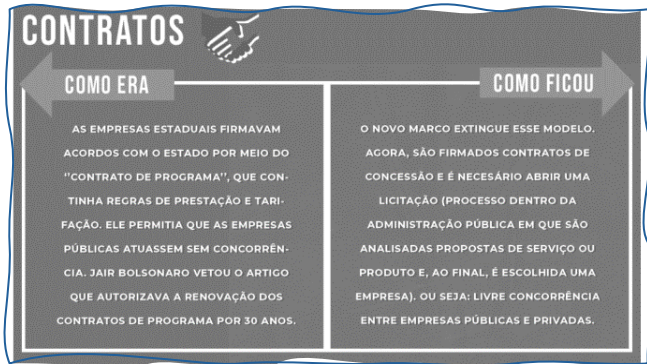
e papel da

Agência

Nacional de

Água (ANA)

<sup>[41]</sup>.



Com relação ao abastecimento de água e serviços de esgotamento sanitário todos os municípios compuseram um único “grupo”. Isto é, nas sedes municipais só há uma única concessionária: a Companhia de Saneamento do Amapá (CSA). Mas é importante



frisar que nas zonas rurais, ou urbanas não atendidas por contrato pela CSA, a responsabilidade é da IDEAS (Governo do estado do Amapá). Abaixo segue um fluxograma sobre como pode ser compreendido o NMLSB no Brasil <sup>[41]</sup>.



Figura: Entendendo o novo marco legal do saneamento <sup>[41]</sup>

O Projeto de Lei aprovado possibilita a entrada da iniciativa privada na prestação de serviços de saneamento e fixa o prazo de um ano para licitação obrigatória dos serviços. Nesse período, as empresas estatais de água e esgoto poderão renovar os contratos vigentes firmados com os municípios sem licitação, por até 30 anos. Porém, novos contratos desse tipo não poderão ser firmados a partir da aprovação da lei.

Os contratos de saneamento deverão definir metas de universalização que garantam o atendimento de, respectivamente, 99% e 90% da população com água potável e coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033. Aqueles que estão em vigor sem essas metas teriam até março de 2022 para se adaptar. Os novos contratos, decorrentes da licitação, estariam condicionados à comprovação da capacidade econômico-financeira para atingir essas metas.

A Agência Nacional de Águas (ANA) foi definida como reguladora de referência nacional, para resolver impasses, como a questão das indenizações, e possibilitar que municípios menores possam se unir em bloco para garantir a viabilidade econômico-financeira de um projeto (LNMLSB).

**Atenção!** As etapas de tratamento de água apresentadas anteriormente não têm uma regra para todas as Estações de Tratamento de Água. Lembre-se que foi abordado os processos mais comuns que ocorrem numa ETA do tipo convencional.



Em unidades compactas as etapas de tratamento possuem uma configuração diferenciada, ainda que ocorram praticamente os mesmos processos. Outro ponto a lembrar é que em sistema descentralizados ou em comunidades rurais, o tratamento da água deve levar em consideração a realidade de cada local. É preciso ter em mente necessidade de manutenção do sistema a ser adotado.

A escolha do manancial também influencia na tecnologia adotada. Quando o curso de água possui uma qualidade melhor, pode ser utilizado um tratamento mais simples que normalmente é composto unidades filtração direta seguido por desinfecção. Isso é suficiente para adentar aos padrões de potabilidade. Por fim, após o tratamento a água, esta é conduzida para o reservatório e então distribuída<sup>[34]</sup>.





## Reservação

É etapa consiste em armazenar a água em unidades conhecidas como reservatórios com objetivo de regularizar a vazão da água distribuída. Nos reservatórios são acumulados água para o fornecimento de água em períodos de interrupção na distribuição pelo sistema produtor e por garantir a água para eventuais emergências. É um dispositivo do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) que auxilia a equilibrar as vazões e as pressões nas redes de distribuição de água tratada.



## Rede de distribuição de água

Trata-se do conjunto de obras e instalações destinadas a conduzir a água até os pontos de consumo público, sempre de forma contínua e segura. Esse tipo de rede deve ficar em nível superior à rede de esgoto, evitar contaminação da rede de distribuição em caso de vazamentos da tubulação de esgoto <sup>[34]</sup>.



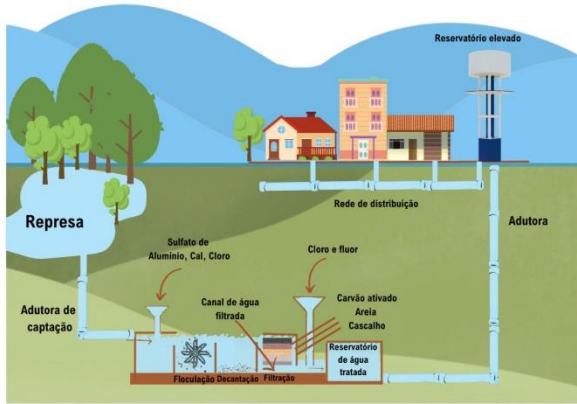


Figura: desenho esquemático de um SAA urbano típico no Brasil.

A rede de distribuição é mais comum em áreas urbanizadas como solução para o abastecimento de água das populações. No caso das zonas rurais, por serem zonas menos povoadas, associado às grandes propriedades e maior distância entre as residências dos habitantes, torna-se dispendiosa e inviável, pois são requeridas grandes extensões de tubulações para suprir o abastecimento de água de um número reduzido de habitantes.

Em cidades maiores, como as sedes municipais, os SAA são mais complexos e demandam mais tecnologia e os custos de tratamento são maiores. Mas também tendem a ser mais eficientes em termos de volume de água tratada/volume de água consumida.

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

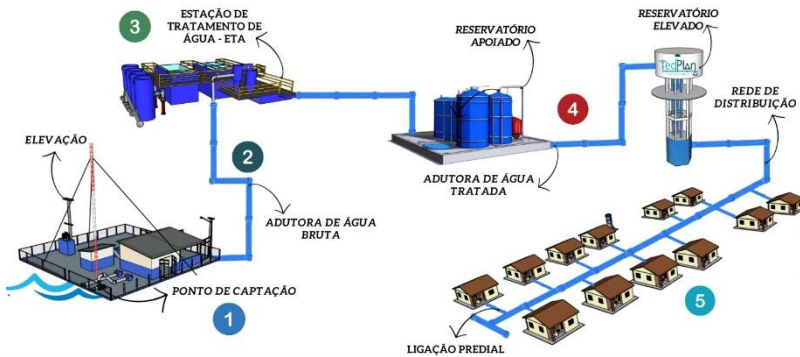


Figura: desenho esquemático de um SAA urbano típico no Brasil.

### Consumo de água potável nas residências

A figura abaixo ilustra o consumo padrão de água potável (tratada) por uma residência de alto padrão, considerando uma base de cálculo de consumo por membro familiar de aproximadamente 280 L/dia/pessoa dentro da residência e 280 L/dia utilizado para atividades fora da residência.

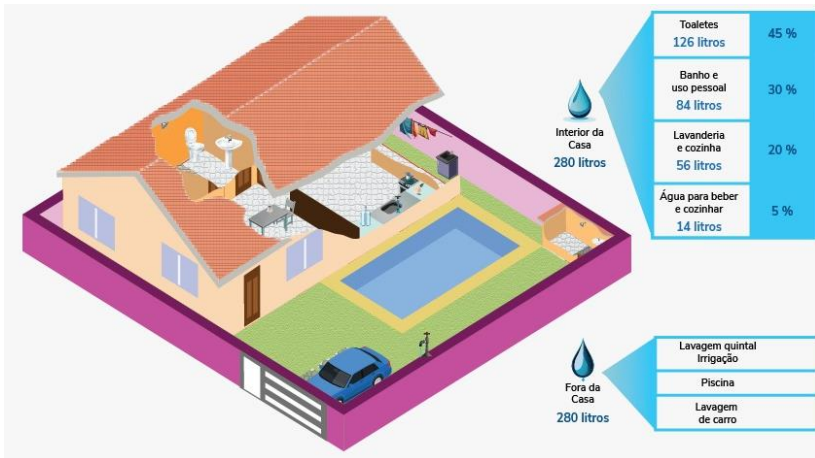


Figura: desenho esquemático de consumo de água por compartimentos de uma residência hipotética. Os dois quadros se referem ao consumo interno e externo na residência hipotética.

É importante observar no desenho da figura acima que no interior da residência o maior consumo de água é nos vasos sanitários (45%), seguido pelo consumo em banho e uso pessoal (30%), lavagem de roupa (20%) e água para beber e cozinhar (5%). Por outro lado, o consumo no exterior da residência a mesma quantidade total (proporcional a 280 L/dia/pessoa).

Esse desenho esquemático ilustra que a melhor forma de economizar água dentro de casa é reduzir o número de acionamento da descarga sanitária, seguida pela demora no banho e lavagem de roupa e cozinha. Mas o uso mais nobre da água é para beber e cozinha, no entanto essa quantidade só representa 5% do total. Isso quer dizer que aproximadamente 80 a 95% da água utilizada se transforma em águas servidas ou esgotos sanitários.

# ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA COMUNIDADES RURAIS

Conforme visto anteriormente, na zona rural as tecnologias destinadas ao tratamento da água precisam ser adequadas a realidade da população. A precariedade em que vive uma parcela da população rural, as desigualdades no acesso às soluções adequadas de saneamento apontam para a urgência de ações para minimizar essa problemática<sup>[42]</sup>.

Neste cenário, têm surgido estudos e tecnologias visando resolver essa problemática. Entre os sistemas alternativos simplificados que merece destaque está a solução alternativa coletiva de abastecimento de água (SALTA-z), concebida pela Fundação Nacional da Saúde (FUNASA)<sup>[43]</sup>.



Esse tipo alternativo de tratamento de água consiste na adequar a água aos padrões de potabilidade mediante técnicas convencionais de tratamento de água (coagulação, floculação, decantação, desinfecção e filtração) e seu diferencial está na aplicação de

zéolitas. como meio filtrante, além da utilização de dosadores de agentes coagulante e desinfetantes artesanais <sup>[43]</sup>.

## TECNOLOGIA SOCIAL - SALTA-Z: UMA SOLUÇÃO ALTERNATIVA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA RURAL NA AMAZÔNIA

Dentre as tecnologias de SAAA mais relevantes para o saneamento rural encontra-se o Salta-z. O Salta-z é uma solução alternativa coletiva de tratamento de água e está ser resumida na Figura abaixo:

### SAAA - SALTA-Z

Modelo Padrão recomendado pela Funasa-AM, para áreas de várzea e terra firme. Ordem de Serviço nº 58/2018 orienta os processos de implantação da solução alternativa coletiva de tratamento de água – Salta-z.

Figura: Esquema de um SAAA Salta-z. Detalhes construtivos e disposição das etapas de operações unitárias (floculação-coagulação, filtração e desinfecção com cloro) <sup>[44]</sup>.



Na Figura abaixo, o filtro em azul (mostrado no centro da foto acima) é formado pelos seguintes elementos construtivos descritos nos itens do 1 ao 4. Note que a água entra pela parte superior do sistema e após passar pelo leito filtrante sai pela parte inferior:



- 1) Carcaça do filtro em material PVC 300 mm de diâmetro por 1,50 m de altura;
- 2) Peças complementares, tubos de PVC de 40 mm, registros e demais conexões de 40 a 25 mm; Leito filtrante 1,10 m de altura disposto em 02 camadas (areia lavada e classificada de 1.70mm a 6,35 mm e carvão mineral Zeólita (z) com granulometria classificada de 0,4 a 1, mm);
- 3) Fluxo de trabalho normal registro 1 e 2;
- 4) Dispositivos de limpeza do meio filtrante, através do processo de retro lavagem, com manobras dos registros 3 e 4.

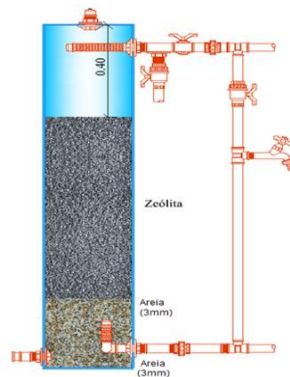


Figura: Detalhe do sistema de filtragem do SAAA Salta-z. Detalhes construtivos composição dos meios filtrantes: zeólita e areia <sup>[45]</sup>.

## BENEFÍCIOS DO PMSB PARA O MUNICÍPIO NO CONTEXTO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A região norte possui grande parte de todo o potencial hidrológico do Brasil, cerca de 73%, e abriga 8,3% da população. Mas apesar da região possuir essa grande disponibilidade as pessoas sofrem com o abastecimento de água potável <sup>[46]</sup>. Isso ocorre porque a Região Norte apresenta indicadores de Saneamento Básico muito baixos. No Estado do Amapá, sete dos dezesseis municípios, não possuem PMSB. Além disso, a Organização das Nações Unidas – ONU, estabelece a água limpa e saneamento como seu 6 (sexto) Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) para ser atingido até 2030 <sup>[47]</sup>.



O PMSB considera a realidade da população do estado do Amapá, principalmente no que diz respeito a falta de acesso ao fornecimento água potável, que por sua vez aumenta os problemas de saúde associado a doenças da falta de saneamento e abastecimento de água potável como a dengue, malária, leptospirose, cólera (diarreia), febre amarela, hepatite e diarreia e verminoses <sup>[48]</sup>.

O PMSB prevê a distribuição e qualidade de água igual para todo o município, seja em zona urbana ou rural. Dessa forma, o PMSB traz mudanças no cenário do município, principalmente do que diz respeito a melhoria da qualidade de vida da população, em especial da saúde pública, sustentabilidade, redução da desigualdade social, geração de emprego e renda, além da promoção da segurança jurídica redução de riscos regulatórios, melhorando a atratividade para investimentos públicos e privados municipal <sup>[49]</sup>.

## REFERÊNCIAS

- [1] A. C. d. Cunha, A. U. Brito e H. F. A. Cunha, *Plano Municipal de Saneamento Básico: dimensão institucional*, Macapá/AP, 2024.
- [2] Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde., Termo de Referência para Elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico, Brasília/DF: Funasa, 2018.
- [3] BRASIL, “Novo Marco Legal do Saneamento Básico (NMLSB),” [Online].
- [4] E. D. C. OLIVEIRA, A. C. CUNHA, N. B. SILVA, R. CASTELO-BRANCO, J. MORAIS, S. M. P. C., S. M. M. FAUSTINO, V. RAMOS e V. VASCONCELOS, “. Morphological and molecular characterization of cyanobacterial isolates from the mouth of the Amazon River,” *Phytotaxa (on-line)*, vol. 387, 2019.
- [5] L. R. VIANA, C. M. FREITAS e L. GIATTI, “Saúde ambiental e





- desenvolvimento na Amazônia legal: indicadores socioeconômicos, ambientais e sanitários, desafios e perspectivas,” *Saúde Sociedade*, vol. 25, 2015.
- [6] Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, “SNIS - Série Histórica,” 2023. [Online]. Available: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>. [Acesso em 10 março 2024].
- [7] E. P. ARAUJO, A. U. BRITO, A. C. CUNHA e H. F. A. CUNHA, “Indicadores de abastecimento de água e doenças de transmissão hídrica em municípios da Amazônia Oriental,” *ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ONLINE)*, vol. 26, pp. 1059-1068, 2021.
- [8] M. TSUTIYA, *Abastecimento de Água*, São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Saneamento da EPUSP, 2006.
- [9] BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, *Atlas do Saneamento. Introdução*, 2007.
- [10] BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento., *Diretrizes para a Definição da Política e Elaboração de Planos Municipais e Regionais de Saneamento Básico.*, 03/03/2009 ed., Brasília, DF, 2008.
- [11] TRATA BRASIL, “Ranking do Saneamento Básico 2023,” 2023.
- [12] e. a. KERRY J. HOWE, *Principles of Water Treatment*, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2012.
- [13] C. E. S. PACHECO, T. S. SOUSA, E. P. ARAUJO e A. C. CUNHA, “Dimensioning Urban Drainage Systems in Housing Subdivisions in the Amazon Using Different Hydrological Models,” *Journal of Geoscience and Environment Protection*, vol. 11, pp. 151-170, 2023.
- [14] T. S. SOUSA, C. J. T. VIEGAS, H. F. A. CUNHA e A. C. CUNHA, “Drainage and preliminary risk of flooding in an urban zone of Eastern Amazon,” *Journal of Geoscience and Environment Protection*, pp.



1-16, 2023.

- [15] C. J. T. VIEGAS, E. P. ARAUJO, T. S. SOUSA e A. C. CUNHA, “Variação geoespacial de indicadores de saneamento básico e de saúde dos ex-territórios federais na Amazônia,” *Revista Brasileira de Geografia Física*, 2024.
- [16] S. BIASUTTI e E. R. C. COELHO, “Normatização de indicadores de perdas de água: a experiência das agências reguladoras no Brasil,” *Revista DAE*, vol. 215, 2019.
- [17] H. F. BÜHLER, E. IGNOTTI, S. M. A. D. S. NEVES e S. S. HACON, “Análise espacial de indicadores integrados determinantes da mortalidade por diarreia aguda em crianças menores de 1 ano em regiões geográficas,” *Ciência & Saúde Coletiva*, vol. 19, 2014.
- [18] A. A. CABRAL e A. L. C. M. D. T. CUNHA, “Doenças Prevalentes na Infância: Diarreia e Desnutrição em uma Unidade de Saúde Bem Estruturada,” *Revista da Escola de Ciências Médicas de Volta Redonda*, vol. 1, 2018.
- [19] F. S. RITÁ, C. S. SANTOS e M. A. MORAIS, *Doenças de Veiculação Hídrica: empoderamento para Educação em Saúde*, Minas Gerais: Poços de Caldas, 2016.
- [20] E. e. a. CUNHA, “Morphological and molecular characterization of cyanobacterial isolates from the mouth of the Amazon River,” *Phytotaxa (online)*, vol. 387, 2019.
- [21] M. e. a. VON SPERLING, *Assessment of Treatment Plant Performance and Water Quality Data: A guide for Students, Researchers and Practitioners*, London: Aliance House 12 Caxton Street, 2020.
- [22] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, *ABNT NBR 12.212*, 1992.
- [23] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, *ABNT NBR 12.216*, 1992.



- [24] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, *ABNT NBR 12.217*, 1994.
- [25] J. P. S. AMARAL e A. C. CUNHA, “Qualidade da água em diferentes fases operacionais da Estação de Tratamento de Água de Macapá,” *Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais*, vol. 13, 2022.
- [26] BRASIL, “Agência Nacional de Águas e Saneamento,” 2024. [Online]. Available: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo16> de fev de 2024.. [Acesso em 16 Fevereiro 2024].
- [27] BRASIL, “Agência Nacional de Águas e Saneamento,” 2021. [Online]. Available: [https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes#cadernos\\_de\\_capacitacao](https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes#cadernos_de_capacitacao)>. Acesso em: 18 de fev de 2024.. [Acesso em 18 Fevereiro 2024].
- [28] L. L. OLIVEIRA, L. G. C. CANANI, A. .. L. BARRETO e A. C. CUNHA, “Hydric ecosystem services in a non-disturbed rainforest of the Amazon, Amapá, Brazil,” *NATURE AND CONSERVATION*, vol. 13, 2020.
- [29] V. L. I. TEODORO, D. TEIXEIRA, D. J. L. COSTA e B. B. O. FULLER, “Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local,” *Revista Brasileira Multidisciplinar*, pp. 137-156, 7 Janeiro 2007.
- [30] ANA, “Agência Nacional de Águas,” 2022. [Online]. Available: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/usos-da-agua>. [Acesso em 15 Fevereiro 2024].
- [31] T. S. SOUSA, E. P. ARAUJO e A. C. CUNHA, “Water surface variability in oceanic and estuarine coasts of Amapá/Brazil,” *Aquatic Sciences*, 2024.
- [32] MMA, “Ministério do Meio Ambiente,” 2022. [Online]. Available: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/agua-e-desigualdades>. [Acesso em 15 Fevereiro 2024].



- [33] BRASIL, Lei nº14.026/2020. Julho de 2020., 2020.
- [34] SENAI, Tratamento de Águas, Brasília: SENAI DN, 2013.
- [35] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT - NBR 12.211, 1992.
- [36] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT NBR 12.213, 1992.
- [37] C. A. Richter e J. M. Azevedo Neto, Tratamento de Água: Tecnologia Atualizada, Blucher, 1991.
- [38] M. LIBANIO, Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água, Campinas: Átomo, 2010.
- [39] M. C. P. e. a. CORREA, “Variação espacial do flúor em residências e correlação com a distância do sistema de abastecimento público da ETA de Macapá-AP,” *Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais*, vol. 12, 2021.
- [40] BRASIL, Lei n. 11.445 de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, 2007.
- [41] COTIDIANO UFSC, “COTIANO UFSC,” [Online]. Available: <https://cotidiano.sites.ufsc.br/34-milhoes-de-brasileiros-nao-possuem-acesso-a-agua-potavel/>. [Acesso em 2024 Março 2024].
- [42] B. B. e. a. SILVA, “Evidenciando experiências positivas em saneamento básico: visões do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR),” *Revista DAE*, p. 69–86, 2019.
- [43] W. B. SANTOS, *Análise da eficiência da solução alternativa coletiva de tratamento de água (SALTA- $\xi$ ) para a potabilidade aplicada ao semiárido brasileiro*, Capina Grande: UFCG, 2022.
- [44] TEDPLAN/UNIFAP, *Diagnóstico Técnico Participativo*, Laranjal do Jari, 2020.
- [45] R. P. AZEVEDO, *Avaliação dos materiais e dos aspectos construtivos de um filtro artesanal a base de zeólita aplicável em soluções alternativas de*



*abastecimento de água*, vol. 1, Campinas, 2017.

- [46] IBGE, “Panorama do Saneamento Básico no Amapá,” 2022.
- [47] BRASIL, “Agência Nacional de Águas e Saneamento,” 2023. [Online]. Available: <https://www.gov.br/ana/pt-br>. [Acesso em 18 Fevereiro 2024].
- [48] GI, “GI AMAPÁ,” 2018. [Online]. Available: <https://g1.globo.com/ap/amapa/noticia/2018/11/07/quinze-municipios-do-ap-registram-doencas-por-falta-de-saneamento-basico-aponta-pesquisa.ghtml>. [Acesso em 22 Fevereiro 2024].
- [49] BRASIL, “Agência Nacional de Águas e Saneamento,” 2024. [Online]. Available: [https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes#cadernos\\_de\\_capacidade](https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes#cadernos_de_capacidade)>. Acesso em: 20 de fev de 2024. [Acesso em 20 Fevereiro 2024].
- [50] TEDPLAN/UNIFAP, *Diagnóstico Técnico Participativo*, Mazagão, 2020.



## PARCEIROS:



**UNIFAP**  
Universidade Federal do Amapá



MINISTÉRIO DA  
SAÚDE

## Municípios participantes:



Calçoene



Ferreira Gomes



Oiapoque



Pedra Branca  
do Amapari



Tartarugalzinho

