

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA**

**Etec**

**PROFESSOR CARMELINO CORREA JUNIOR**

**Técnico em Meio Ambiente**

**Giseli Alves da Silva**

**Igor Capreti Nunes**

**José Otacílio de Paula Silveira**

**Marilda Mulato de Lima**

**PRESERVANDO O MEIO AMBIENTE: Usando racionalmente os  
recursos hídricos**

**Franca**

**2024**

**Giseli Alves da Silva**  
**Igor Capreti Nunes**  
**José Otacílio de Paula Silveira**  
**Marilda Mulato de Lima**

**PRESERVANDO O MEIO AMBIENTE: Usando racionalmente os recursos hídricos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Meio Ambiente da Etec Professor Carmelino Correa Junior, orientado pelo Prof. Márcio Fernando Silveira Rodrigues, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Meio Ambiente.

**Franca**  
**2024**

## **Resumo**

Este trabalho, com propósito exploratório, fruto de pesquisa bibliográfica com base em referências teóricas analisadas e publicadas anteriormente, visou conscientizar coletivamente o público para a importância e procedimentos necessários e possíveis para o uso racional dos recursos hídricos em geral, tanto no presente, como para salvaguardá-los para futuras gerações, contribuindo para a preservação do meio ambiente. Durante o desenvolvimento do trabalho, foi destacado o fato de que, embora a quantidade de água permaneça constante, sua qualidade tem sido comprometida ao longo do tempo, através da poluição, tornando-se cada vez mais escassa a água apropriada para consumo humano. Foi ressaltado a extrema relevância da água para preservação dos seres vivos, onde ela desempenha um papel fundamental em diversas funções orgânicas, ou seja, para a vida, sendo que, no corpo humano, representa cerca de 60% do peso corporal. Também, foi enfatizada alternativas para o seu uso, para sua conservação, de maneira consciente, racional e responsável, no dia a dia, em vários âmbitos da vida, evitando assim o seu desperdício, sugerindo por exemplo, formas mais eficientes de consumo, como seu reuso, através do reaproveitamento da água da chuva, medidas que contribuem para a sustentabilidade ambiental. Ainda, foi abordado o aspecto político relacionado ao fornecimento de água, considerando-a um direito básico a todos, com o pensamento de que, esse fornecimento de ser garantia do Estado. Em síntese, acredita-se que a conscientização e o engajamento da sociedade são essenciais para garantir a preservação da água, um bem precioso e finito que precisa ser cuidado por todos.

**Palavras-chave:** Meio ambiente. Poluição. Conservação. Reuso. Estado.

## **Abstract**

This work, with an exploratory purpose, the result of bibliographical research based on previously analyzed and published theoretical references, aimed to collectively raise public awareness of the importance and necessary and possible procedures for the rational use of water resources in general, both in the present and in the future. safeguard them for future generations, contributing to the preservation of the environment. During the development of the work, the fact was highlighted that, although the quantity of water remains constant, its quality has been compromised over time, through pollution, making water suitable for human consumption increasingly scarce. The extreme relevance of water for the preservation of living beings was highlighted, where it plays a fundamental role in several organic functions, that is, for life, and, in the human body, it represents around 60% of body weight. Also, alternatives were emphasized for its use, for its conservation, in a conscious, rational and responsible way, on a daily basis, in various areas of life, thus avoiding waste, suggesting, for example, more efficient forms of consumption, such as its reuse, through the reuse of rainwater, measures that contribute to environmental sustainability. Furthermore, the political aspect related to the supply of water was addressed, considering it a basic right for everyone, with the thought that this supply must be a guarantee of the State. In summary, it is believed that society's awareness and engagement are essential to guarantee the preservation of water, a precious and finite asset that needs to be taken care of by everyone.

**Keywords:** Environment. Pollution. Conservation. Reuse. State.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>2 DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Composição química da água.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Ciclo da água (ciclo hidrológico) .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Água potável.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4 O consumo de água no mundo e no Brasil.....</b>	<b>16</b>
<b>2.5 O tratamento da água para consumo.....</b>	<b>19</b>
<b>2.6 Água de reúso.....</b>	<b>23</b>
<b>2.7 Reaproveitamento da água da chuva.....</b>	<b>25</b>
<b>2.8 Poluição hídrica e as Doenças de veiculação hídrica.....</b>	<b>26</b>
<b>3 CONCLUSÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho (TCC), com o tema: PRESERVAR O MEIO AMBIENTE: Uso racional dos recursos hídricos, foi concebido com o requisito parcial para obtenção do título de técnico em Meio Ambiente junto Curso Técnico em Meio Ambiente da Etec Professor Carmelino Correa Junior, no ano de 2024.

Esse TCC foi fruto de pesquisa bibliográfica realizada com base em levantamentos teóricos analisados e publicados anteriormente por diversos autores, seja por meio escritos (livro, manuais, apostilas) ou por meios eletrônicos (artigos científicos na web), e teve como finalidade e objetivos (geral e específicos), conscientizar coletivamente o público para a importância e procedimentos necessários e possíveis para o uso racional dos recursos hídricos em geral, tanto no presente, como para salvaguardá-los para futuras gerações, contribuindo para a preservação do meio ambiente. A quantidade de água permaneça constante, sua qualidade tem sido comprometida ao longo do tempo, através da poluição, tornando-se cada vez mais escassa a água apropriada para consumo humano.

Diante desses motivos e outros mais (correlacionados e cabíveis), acredita-se que, sejam motivos justos para justificar a sua confecção, frente aos temas nele desenvolvidos, classificando-o como extremamente atual e de extrema necessidade, temas urgentes a serem pensados, analisados e discutido por toda sociedade.

Constituindo cerca de 60% do peso de um indivíduo adulto saudável, sendo a substância em maior quantidade dentro e fora dos seres vivos, a água encontra-se distribuída em dois compartimentos principais: o líquido extracelular e o intracelular, mantendo uma troca constante entre eles. A água possibilita a ocorrência de uma variedade de reações químicas essenciais para a manutenção dos seres vivos, ou seja, para a sua existência, já que ela é indispensável para o funcionamento dos organismos, sem ela, a vida não existiria (SANTOS, 2020).

Portanto, ao fazer parte da composição do plasma sanguíneo, torna-se fundamental para o transporte de substâncias como o oxigênio, nutrientes e sais minerais nos organismos, bem como também, é responsável pela formação da urina, que permite a eliminação de substâncias tóxicas que podem causar danos ao organismo, bem como, pela produção do suor (o qual também é responsável pela estabilização da temperatura corpórea), assim como da lágrima (evitando o

ressecamento das córneas, fazendo a sua limpeza), e outros mais diversas funções com benefícios ao corpo, sendo assim, recomendado para o bom funcionamento de nosso organismo, a ingestão de cerca de 03 litros de água doce potável por dia (SANTOS, 2020).

Destacando ainda a importância da água para os organismos vivos, pode-se afirmar que água é meio essencial para que todas as reações químicas, ocorram, atuando como um componente crucial para todos os tecidos do corpo, nutrindo-os e funcionando como solvente, tornando muitos solutos disponíveis para a função celular, como aminoácidos, glicose, minerais, vitaminas e outras moléculas de pequeno porte, além de transportá-los. A água também desempenha um papel vital na estrutura e função do sistema circulatório e mantém a estabilidade física e química dos fluidos intracelulares e extracelulares. Ela é indispensável para o processo de digestão, absorção e excreção, entre várias outras funções (SERAFIM; VIEIRA; LINDEMANN, 2004).

O Planeta Terra na verdade, até que poderia ser conhecido como Planeta Água pelo fato de possuir muito mais água do que terra propriamente dita. Porém, é comum se observar notícias nas mídias alertando que a água está acabando. No entanto, isso não procede, pois, a quantidade de água é praticamente a mesma desde cerca de dois bilhões de anos. Na verdade, o que vem acontecendo é que a qualidade dessa água tem se modificado intensamente ao longo do tempo, onde os poluentes gerados pelas atividades antrópicas, atingem os recursos hídricos, tornando-a cada vez mais escassa a água boa para consumo humano (SANTOS; PECHI, 2018).

Em 2018, a Organização das Nações Unidas destacou e continua a enfatizar a preocupante redução dos recursos hídricos potáveis ao longo do tempo. Esta tendência alarmante é atribuída ao consumo ineficaz de água, impulsionado pelo crescimento populacional, contaminação ambiental, exploração excessiva de aquíferos, e a crescente necessidade de água na agricultura e setores industriais. A ONU também aponta que, para enfrentar a escassez de água potável, é essencial implementar medidas corretivas que considerem tanto a oferta quanto a demanda, levando em conta a qualidade e a quantidade da água disponível (ONU, 2018).

É fundamental reconhecer a importância da água limpa para a sobrevivência de seres vivos, a estabilidade de ecossistemas, e o bem-estar de comunidades e economias. A contaminação da água pode levar à destruição de habitats naturais essenciais para a produção de alimentos e a conservação da diversidade biológica. A

maioria das águas doces poluídas desemboca nos mares, afetando negativamente as zonas costeiras, prejudicando a pesca e comprometendo a saúde de diversas espécies (ONU, 2018).

Apesar da necessidade se manter a qualidade da água doce, como anteriormente já dito, por ser essencial para a vida, a sua qualidade está sob crescente risco global. Isso se deve ao fato de que enormes quantidades de esgoto, muitas vezes sem o tratamento adequado e carregado de detritos industriais e agrícolas, são lançadas nas águas diariamente. Essa prática tem resultado em um aumento anual no número de mortes relacionadas à poluição da água, superando outras formas de violência, incluindo conflitos armados, conforme relatado pela ONU em 2018 (ONU, 2018).

A água considerada própria para consumo é aquela que, segundo a Organização Mundial de Saúde - OMS, possui aparência límpida e incolor, não tem cheiro (inodora), sem gosto (insípida), e está livre de qualquer microrganismo patogênico ou substância nociva em níveis prejudiciais à saúde. Esses critérios são utilizados para definir os padrões de qualidade da água (padrões de potabilidade) para que a água possa ser destinada ao uso e consumo dos seres vivos, seguindo assim as normativas internacionais e locais (ONU, 2018; SÃO PAULO, 2020).

Seguindo as normativas do Ministério da Saúde, a água apta para consumo deve cumprir os padrões estabelecidos em termos de qualidade microbiológica, físico-química e radiativa, conforme definido pelas Portarias nº 2.914/2011 e de Consolidação PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017. Esses critérios garantem que a água, independentemente de sua fonte, seja segura para o consumo humano, preparo de alimentos e higiene pessoal. Além disso, ressalta-se que a água destinada ao uso coletivo deve passar por processos de desinfecção ou cloração para garantir sua potabilidade (BRASIL, 2011; BRASIL, 2016; BRASIL, 2017).

Pelos motivos acima expostos e entre tantos outros, essa pesquisa teve como objetivos focar na importância da preservação dos recursos hídricos. O estudo visou promover a proteção e aprimoramento da qualidade da água em diferentes corpos hídricos, através de iniciativas tanto do setor público, quanto privado no Brasil, com ênfase especial para estudantes da Etec, bem como, para a população como um todo, buscando assim fomentar a conscientização e alteração de hábitos em relação à gestão dos recursos hídricos.



## 2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Esta abordagem, quanto a sua Natureza foi básica, quanto aos objetivos, foi exploratória e quanto ao objeto de estudo, foi uma pesquisa bibliográfica.

Por tratar-se de uma pesquisa de natureza básica, objetivou gerar conhecimentos que possam apoiar a veracidade e universais interesses, contribuindo assim de forma benéfica para a melhoria do meio ambiente (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Por tratar-se de uma pesquisa exploratória, teve como objetivo possibilitar uma maior familiaridade com o tema, visando torná-lo mais explícito, através de levantamento bibliográfico pertinente (GIL, 2007).

Por tratar-se de pesquisa bibliográfica, baseou-se em um levantamento de referências teóricas, previamente analisadas e publicadas: seja por meio escritos (livro, manuais, apostilas) ou por meios eletrônicos (artigos científicos na web), objetivando recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o tema (FONSECA, 2002).

Foram abordados tópicos como: fatores que causam a poluição hídrica; qual o conceito de água potável; as variadas doenças por transmissão hídrica; a ocorrência do ciclo da água (ciclo hidrológico); um comparativo do consumo de água no mundo versus o do Brasil; como é realizado o tratamento da água para consumo; conceito e utilização da água de reuso; como pode ser feito o reaproveitamento racional da água da chuva; composição da água no corpo humano - a água relacionada ao fator vida; a composição química da água; abordagem da conservação da água para o meio ambiente.

### 2.1 Composição química da água

Por meio da eletrólise, observa-se que a água é uma molécula de estrutura simples, formada pela associação de dois átomos de hidrogênio e por um átomo de oxigênio, razão da qual resulta a fórmula  $H_2O$ , podendo se apresentar em três estado físicos: sólido (gelo), líquido (em mares, oceanos, lagos, rios, aquíferos etc.) e gasoso (vapor d'água que se forma pela a evaporação da água dos córregos, lagos, rios,

mares e oceanos e na transpiração e respiração dos animais e vegetais) (HORNINK; HORNINK; HENRIQUE, 2016).

Para que as mudanças ocorram faz necessária a matéria atingir certas temperaturas, já que se deve fornecer ou retirar energia do meio ambiente ou de outro qualquer corpo que esteja em contato. Denomina-se solidificação a passagem da água do estado líquido para o sólido; fusão a passagem do estado sólido, para líquido; liquefação ou condensação a passagem do estado gasoso, para o estado líquido; vaporização, mudança do estado líquido para o estado gasoso [a qual pode acontecer pelo aumento de temperatura (ebulição) ou pela ação do vento (evaporação)]; e finalmente a sublimação, que é passagem do estado sólido para gasoso, ou vice-versa (DUARTE, 2001).

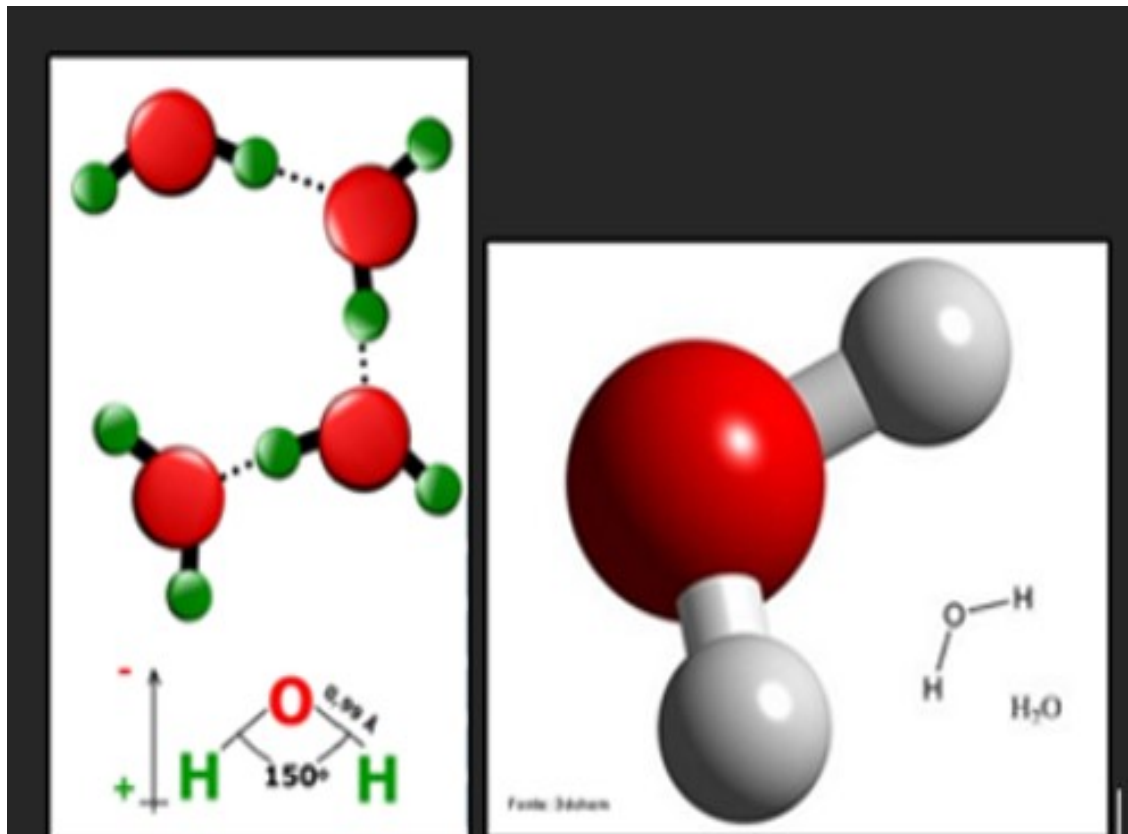
As teorias de Kossel, Lewis e Langmuir, ainda são válidas para explicar como os átomos da molécula de água adquirem estabilidade, quando sua configuração eletrônica se assemelha a de um gás nobre. Três coisas podem acontecer para que a molécula adquira essa configuração: o átomo: receber, ceder ou compartilhar elétrons. Isso dependerá da diferença da eletronegatividade relacionada ao potencial de ionização (que é a energia exigida para retirar um elétron de um átomo isolado no estado gasoso) (LOPES; ZAGO NETO; KRÜGER, 2011).

Quando a diferença de eletronegatividade for maior que 1,7, ocorre uma transferência de elétrons entre os diferentes átomos próximos um do outro (do mais baixo em potencial, para o mais alto em potencial), formando os cátions e ânions, favorecendo assim a ligação iônica. Na ligação iônica normalmente se forma um sólido iônico cristalino (LOPES; ZAGO NETO; KRÜGER, 2011).

Em uma diferença de eletronegatividade inferior a 1,7, a transferência de elétrons é improvável, ocorrendo neste caso a ligação covalente, que é uma associação de elétrons, completando o “octeto” de cada átomo participante, permitindo que adquiram a forma de um gás nobre (LOPES; ZAGO NETO; KRÜGER, 2011).

A figura 1 na página seguinte, representa uma molécula de água em 3D, identificando a ligação química, elementos químicos e moléculas envolvidas.

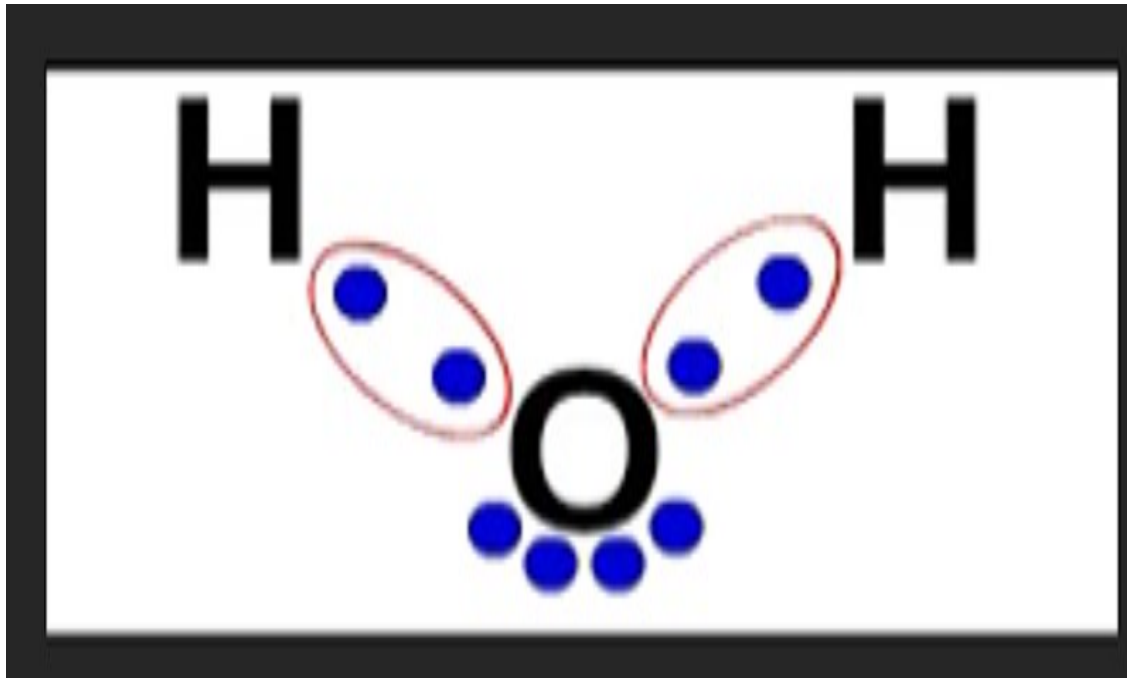
Figura 1 – Representação de uma molécula de água em 3 D



FONTE: (PARANÁ, 2020).

Também, conforme demonstrado na figura 2 da página seguinte - Fórmula eletrônica da água (Fórmula eletrônica de Lewis) - a água por ser uma molécula polar, o que significa que tem uma distribuição assimétrica de cargas, onde o átomo de oxigênio é mais eletronegativo (tem mais afinidade pelos elétrons) do que o átomo de hidrogênio, com isso, através de uma ligação covalente, ou seja, por compartilhamento de um par de elétrons, cada átomo de hidrogênio se liga ao do oxigênio. O oxigênio também possui um par de elétrons não compartilhados, sendo assim, forma-se quatro pares de elétrons em volta do átomo de oxigênio, onde dois elétrons do oxigênio estão envolvidos por ligações covalentes com átomo de hidrogênio (possuindo cargas positivas parciais) e dois pares não-compartilhados do outro lado (possuindo carga negativa parcial) (HORNINK; HORNINK; HENRIQUE, 2016).

Figura 2 – Fórmula eletrônica da água (Fórmula eletrônica de Lewis)

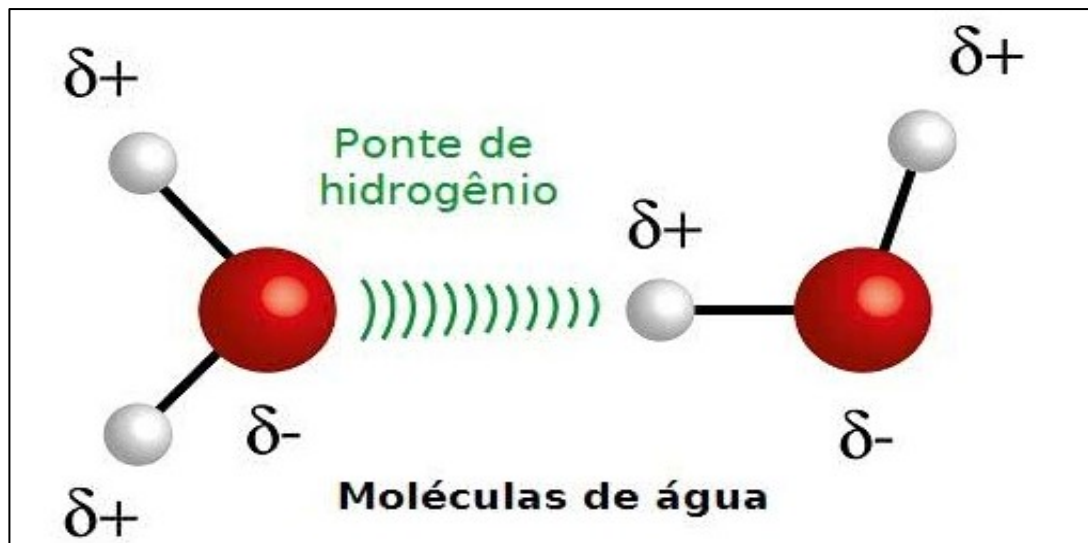


FONTE: (DIAS, D, 2020).

A molécula de água é altamente coesiva, possibilitando que as moléculas próximas da água tenham afinidade intensa uma pelas outras, onde a carga positiva tende a orientar-se em direção a uma carga contrária (ou seja uma carga negativa de na sua vizinhança), e devido a essa polaridade e a capacidade de formação de pontes de hidrogênio a água torna-se uma molécula com grande poder para interagir, o que capacita que os íons e algumas moléculas dissolvam-se na água. Estes conceitos são importantes e devem ser aplicados para a compreensão de como certas substancias são conduzidas através do ciclo hidrológico (HORNINKG; HORNINK; HENRIQUE, 2016).

A figura 3 da página seguinte, representa as pontes de hidrogênio que são formadas entre as moléculas de água e as cargas elétricas

Figura 3 – Molécula de água e ponte de hidrogênio



FONTE: (TODA MATÉRIA, 2019).

## 2.2 Ciclo da água (ciclo hidrológico)

A água está em contínua circulação na natureza, fenômeno conhecido como ciclo da água ou ciclo hidrológico. O ciclo hidrológico é que determina de que maneira e, a quantidade de água disponível ao consumo (ANA, 2018; ANA; 2019).

O ciclo da água é de grande importância para os seres vivos, no consumo diário, abastecimentos nas residências, produção de alimentos para humanos e animais, produção de energia elétrica, entre outros mais (ONU, 2018).

As águas contidas nos oceanos, rios, lagos, da camada superficial do solo e vegetação por ação dos raios solares evaporam, formando as nuvens que nas condições adequadas condensam-se na forma de chuva (principal responsável pela entrada da água em seu ciclo), neve ou granizo, onde parte permanece nas folhas da vegetação, e outra parte infiltra (abastecendo os aquíferos, reservatórios de água subterrânea) e parte escoam pelos lagos e rios, desaguando no mar, onde evapora e condensa em nuvens que acompanharão com o vento, dessa maneira reiniciando o ciclo (ANA, 2018).

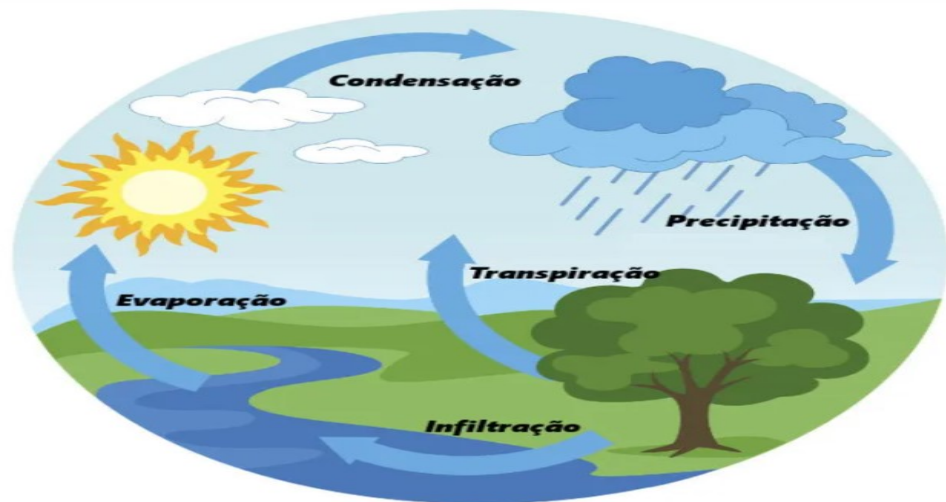
A força dos ventos, a energia térmica solar (transportando o vapor d'água pelos continentes), a força da gravidade (que causam os fenômenos de deslocamento das massas de água, da precipitação, e da infiltração), são exemplos de um número

de forças impulsionadora da dinâmica do ciclo hidrológico (ANA, 2019; TUNDISI, 2003).

Quanto à dinâmica da água no território brasileiro, as principais entradas correspondem à chuva e às vazões procedentes de outros países, basicamente na Amazônia. Essa água é utilizada por diferentes atividades econômicas, retorna ao ambiente e sai do território, seja para o Oceano Atlântico, seja para países vizinhos na bacia do Prata, pelos rios Paraguai, Paraná e Uruguai (ANA 2019 p. 7).

A figura 4, esquematiza resumidamente as etapas em que o ciclo da água se desenrola.

Figura 4 – Ciclo da água



FONTE: (BRASIL ESCOLA, 2024).

Cabe aqui, conforme figura 5, destacarmos os locais dos nossos principais aquíferos:

Figura 5 – Principais aquíferos.



FONTE (ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

### 2.3 Água potável

A Organização Mundial da Saúde – OMS para estabelecer os padrões da água destinada ao abastecimento e consumo humano, considera água potável aquela que apresenta aspecto límpido e transparente (incolor); não apresenta cheiro (inodora) ou gosto objetáveis (insípida); ausência de microrganismo e substância em concentrações que possa vir a causar qualquer tipo de dano à saúde do ser humano (ONU, 2018).

Segundo o Ministério da Saúde do Brasil, a água é considerada própria para o consumo humano deve atender aos parâmetros microbiológicos, físico-químicos e radioativos das especificações de potabilidade estabelecidas pela Portaria nº 2.914/2011/Portaria de Consolidação PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX.do Ministério da Saúde - MS, onde os textos determinam que, independentemente da origem, a água para ingestão deve ser potável, e que quando fornecida a coletividade deve necessariamente passar por processo de desinfecção ou cloração (BRASIL, 2011; BRASIL, 2016; BRASIL, 2017).

Água usada para beber, cozinhar, preparar refeições e para higiene pessoal; deve ser livre em todos os momentos de agentes patogênicos e altos níveis de substâncias tóxicas. No Brasil, é considerada como água doce a de salinidade igual ou inferior a 0,5%. Deve-se ressaltar que “água potável” não é necessariamente a água “para consumo humano”. Nesse sentido, a Portaria nº 2.914/2011 define que a água potável é aquela água que atende ao padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria e que não ofereça riscos à saúde. Já a água para consumo humano é a água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem (ONU, 2018). O padrão de “potabilidade da água” é o conjunto de parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos e respectivos limites aceitos pela saúde pública para o consumo humano da água. No Brasil, a Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (ONU, 2018 p.19).

Entre diversos padrões existentes para aferir se a água é potável (por exemplo, para uso na alimentação), necessariamente devem determinar a coloração, o odor, o pH, a quantidade limítrofe de diversas substâncias dissolvidas na água. Alguns dos padrões estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde – OMS estabelece: Cor: límpida; Odor: inofensivo; Sabor: inofensivo; pH: 6,5 a 8,5; Chumbo: 0,06 mg/l; Alumínio: 0,02 mg/l; Coliformes fecais: 0 n°/100ml; Sólidos totais dissolvidos: 1000 mg/l; DDT:1 micrograma/litro (HORNINK; HORNINK;HENRIQUE, 2016).

E notório portanto, que a quantidade de água doce potável com o passar do tempo, vem diminuindo em escala considerável. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2018), as causas da diminuição devem-se: ao se ao uso de maneira ineficiente; pelo aumento da população mundial, pela degradação pela poluição, pelas super explorações das reservas de água subterrâneas, pelo aumento da demanda de seu uso pela agricultura e indústrias. O referido Órgão, informa ainda que na prática quanto a ações corretivas visando alcançar uma melhor gestão, referente a escassez de água potável, deve-se focar particularmente na oferta e na demanda, na quantidade e qualidade (ONU, 2018).

A água potável é fundamental para a manutenção da vida, pois mantém o funcionamento dos ecossistemas de comunidades e economias, sendo que por outro lado, a água contaminada enfraquece e até destrói os ecossistemas naturais responsáveis pela produção alimentar e a biodiversidade, pois água doce poluída em sua maioria, tem como destino final os oceanos, prejudicando assim as áreas costeiras e a pesca, bem como por consequência, afetando também a saúde (ONU, 2018).

Assim, cada vez mais em todo mundo, a qualidade da água doce considerada “boa, está cada vez mais ameaçada, devido a dia a dia, milhões de toneladas de esgoto não tratado, ou tratado inadequadamente, contendo resíduos industriais e agrícolas serem despejados nas águas de todo mundo, e como consequência, todos anos morrem mais pessoas devido a água contaminada, isso, se comparado a todas formas de violência existentes, inclusive a guerra (ONU, 2018).

O Brasil desperdiça quase quatro a cada 10 litros da água potável que deveriam ser entregues pelas empresas de abastecimento. É água potável captada nos mananciais, mas que não chega até as casas das pessoas. O dado é do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e traz os números de 2021. As perdas até diminuíram. Mas pouco, menos de um ponto percentual. Em 2020, elas representavam 40,1% de tudo o que era captado. Em 2021, ficou em 39,3. Em 2014, o volume de água desperdiçado não chegava a 37%. Para o futuro, a meta do Ministério do Desenvolvimento Regional é que, até 2034, o total de perdas fique em 25% (Agência Brasil, 2022).

## **2.4 O consumo de água no mundo e no Brasil**

De acordo com diversos estudos sobre sustentabilidade, a queda na qualidade e a quantidade da água disponível em relação ao rápido crescimento da população



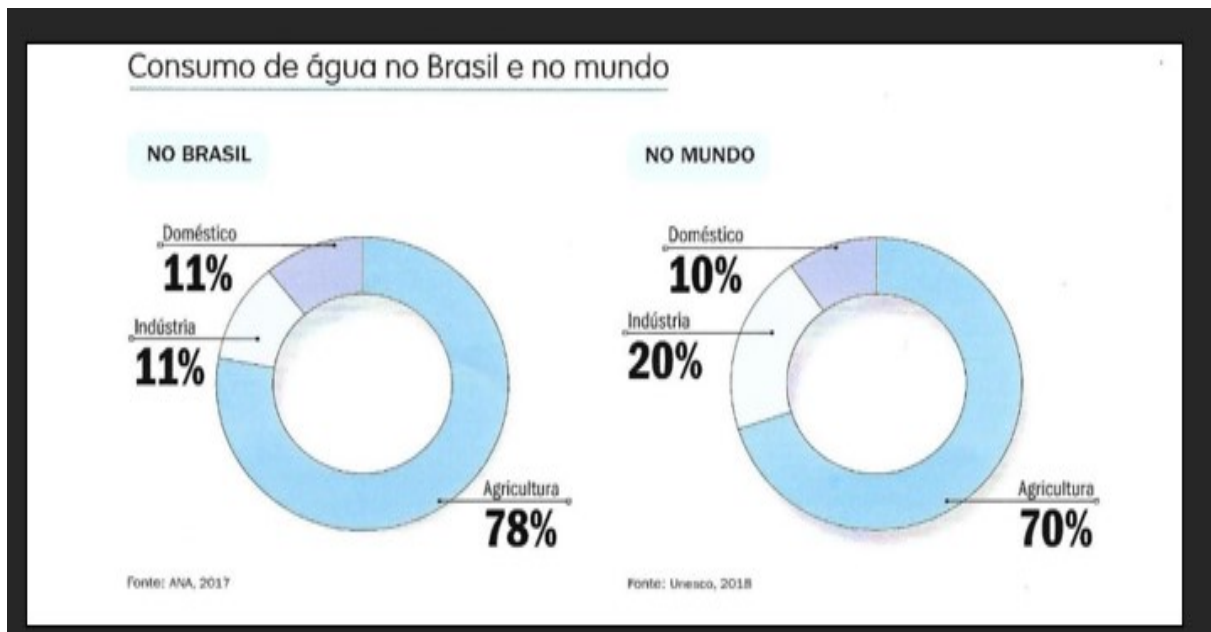
mundial com concentração principalmente em megalópoles já evidencia a ameaça da falta de água, alertando que esse fato não é exagero, e que mesmo pode vir inviabilizar a existência da vida humana.

Por ser o maior depositário natural de águas doces, torna a responsabilidade do Brasil, maior do que sua própria fronteira. O território brasileiro, apresenta graves problemas sociais envolvendo a água, desde a falta absoluta ao desperdício explícito, problemas de baixa qualidade, a contaminação orgânica e química notáveis (AUGUSTO *et al.*, 2012). No Brasil, o fornecimento de água com qualidade, encontra-se em baixa porcentagem para maioria da população, sendo necessário um pensamento ecossistêmico que vise diminuir a grande fragmentação das ações governamentais e um compromisso efetivo com a sustentabilidade, cumprindo-se assim a Constituição Federal, a Agenda 21 da Organização das Nações Unidas – ONU, bem como todos outros acordos de direitos humanos, sociais, culturais existentes, para que as ações em todas áreas, sejam relevante para o meio ambiente (AUGUSTO *et al.*, 2012 ).

Em razão de sua capilaridade institucional e de suas múltiplas interfaces, a política de saúde deve estar presente junto às demais que tratam do desenvolvimento do país, com uma profunda revisão de suas práticas sanitárias dominantes que também sofrem do mal da fragmentação e da visão casualista linear. A vigilância em saúde ambiental poderia ser um locus privilegiado para esse repensar a crise crônica da água e do saneamento ambiental de modo geral, desde que se constitua em uma estratégia para um processo de mudanças, com ampla mobilização social, com apoio institucional e mediante políticas integradas nos três níveis de governo (Augusto *et al.*, 2012 p. 1512-1513).

A figura 6 da página seguinte, apresenta um comparativo do consumo de água no Mundo e no Brasil (perfazendo o total de 100% para ambos), estando distribuído da seguinte forma no Mundo: 10% para o uso doméstico, 20% para o uso nas indústrias e 70 % para o uso na agricultura, e no Brasil encontra-se distribuído da seguinte maneira: 11% para o uso doméstico, 11% para o uso nas indústrias e 78 % para o uso na agricultura (ANA, 2018).

Figura 6 - Comparativo do consumo de água no Brasil e no mundo



Fonte: (SANTOS; PECHI, 2018).

De acordo com expectativa apresentada pelo Relatório das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos de 2017, devido a urbanização em ritmo acelerado e ao aumento dos sistemas municipais de abastecimento de água e saneamento, nas próximas décadas, globalmente a demanda de água deverá ter um aumento significativo. O mesmo deverá ocorrer no setor agrícola, nas indústrias e também na produção de energia (ONU, 2017).

Conforme ainda o Relatório das Nações Unidas de 2017 sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos:

Dois terços da população mundial atualmente vivem em áreas que passam pela escassez de água por, pelo menos, um mês ao ano. Cerca de 500 milhões de pessoas vivem em áreas onde o consumo de água excede os recursos hídricos localmente renováveis em dois fatores. Áreas altamente vulneráveis, onde os recursos não renováveis (ou seja, as águas subterrâneas fósseis) continuam a diminuir, tornaram-se altamente dependentes das transferências de áreas com água abundante e estão buscando ativamente fontes alternativas acessíveis (ONU, 2017, p. 27).

Como relatado no texto supracitado, a Organização das Nações Unidas -ONU, esclarece que a disponibilidade de recursos hídricos está também intrinsecamente relacionada com a qualidade da água, visto que as fontes de água poluída tem aumentado (devido ao considerável acréscimo na concentração do despejo de esgoto

não tratado ou até mal tratado)e, pelo o escoamento agrícola e águas residuais tratadas de forma inadequada nas indústrias, podendo refrear seus diferentes tipos de usos, levando a deterioração da qualidade da água mundo todo, sendo que, se esse quadro de deterioração da água global permanecer, principalmente nos países pobres em recursos (com áreas secas), contribuirá para a escassez de água, restringindo o desenvolvimento econômico sustentável, afetando os ecossistemas e a saúde humana (ONU, 2017).

De acordo com demonstrações de estudos em 2022, o consumo de água foi na casa de 117,5 litros de água, por dia, por habitante, enfatizando que um consumo mais racional pode trazer benefícios para todos os brasileiros, mas ainda é um desafio.

O acesso ao fornecimento de água deve ser de forma justa, igualitária, não discriminatória, universal e equitativa, independente das condições socioeconômica ou cultural e de gênero ou etnia das pessoas. No entanto, a implantação do direito humano à água, requer enfrentar a crise de água no mundo, em particular a escassez, a poluição dos corpos d'água, os processos de desertificação e dessecação provocada pelo homem, lembrando que, grandes dificuldades e empecilhos não são só questões de acessibilidade técnica, mas de falta de recursos humanos e de capacitação, bem como, restrições financeiras (ONU, 2018).

## **2.5 O tratamento da água para consumo**

O acesso ao recurso hídrico e a qualidade dele, são determinantes para os índices de saúde (DA SILVA *et al.*, 2014).

O esgoto doméstico ou industrial, também chamado de efluente, é um termo usado para águas que perderam suas características naturais, ou seja, aquelas que foram alteradas. São compostas por água doméstica, excretas dos seres humanos, água dos comércios e também das indústrias. Inúmeras epidemias e doenças no trato gastrointestinal apresentam como fonte de infecção a água poluída e o esgoto é conhecido por conter diferentes microrganismos como bactérias do grupo coliforme, vírus e vermes (MELLO; OLIVO, 2016, p.37).

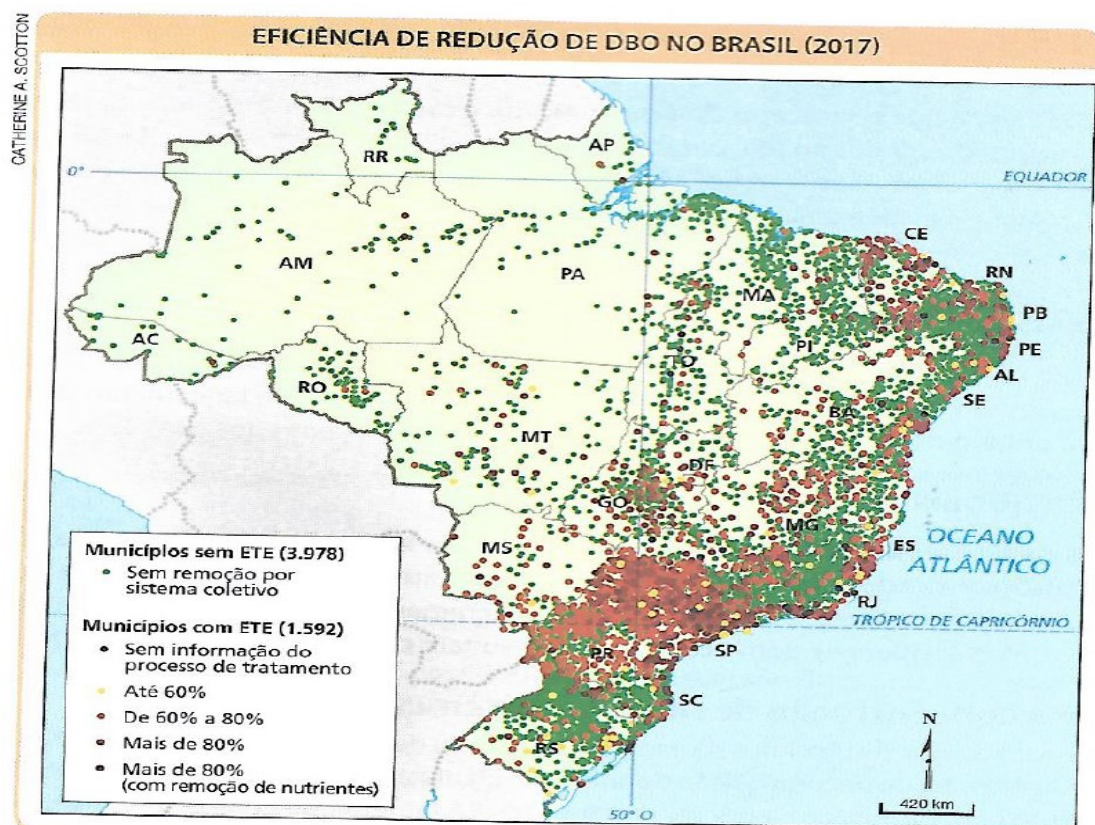
O tratamento de efluentes envolve um conjunto de processos e técnicas prévias, visando a eliminação dos poluentes presentes, para que esses efluentes possam ser lançados nos cursos d'água (ONU, 2018).

Um dos problemas mais sérios de saúde pública no Brasil tem sido a qualidade do nosso saneamento básico. O sistema é deficiente pelo baixo percentual de esgoto coletado e da pequena fração deste submetida a tratamento (THOMPSON, 2020).

Segundo Thompson (2020, p.130), caso esse esgoto, antes de ser lançado em curso natural de água, for tratado em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), pode-se atingir uma redução de até 90% do valor da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), que é a medida da quantidade de oxigênio consumido por uma amostra de água poluída, expressa em miligrama de  $O_2$ , para cada litro de água, sendo que quanto maior é o valor da DBO, mais poluída é a água.

A eficiência de redução de DBO no Brasil, conforme dados de 2017, pode ser observado na figura 7:

**Figura 7 – Eficiência de Redução de DBO no Brasil (2017)**



Fonte: (ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS BRASIL – ATLAS ESGOTO: DESPOLUIÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS/AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA, SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. BRASÍLIA: ANA, 2017, ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO – ETE – THOMPSON, 2020).

Até chegar às torneiras, a água percorre, em muitos casos, um longo caminho. Primeiramente, através de tubulações (canos grossos, chamados adutoras), a água retirada dos rios, é transportada até as chamadas estações de tratamento, onde é submetida a processos físicos, químicos e biológicos para retirada de detritos, micro-organismos e substâncias contaminantes (SABESP, 2020).

Inicialmente a água percorre tanques de cimento contendo produtos como hidróxido de cálcio (cal hidratada) e sulfato de alumínio, onde essas substâncias fazem com que partículas finas de argila e areia que estiverem presentes na água, agrupem-se, formando assim partículas maiores, como os flocos, e esse processo é denominado de floculação. Devido ao fato dessas partículas serem maiores e mais pesadas, vão sendo depositadas gradualmente no fundo de outro tanque, denominado tanque de sedimentação (SABESP, 2020).

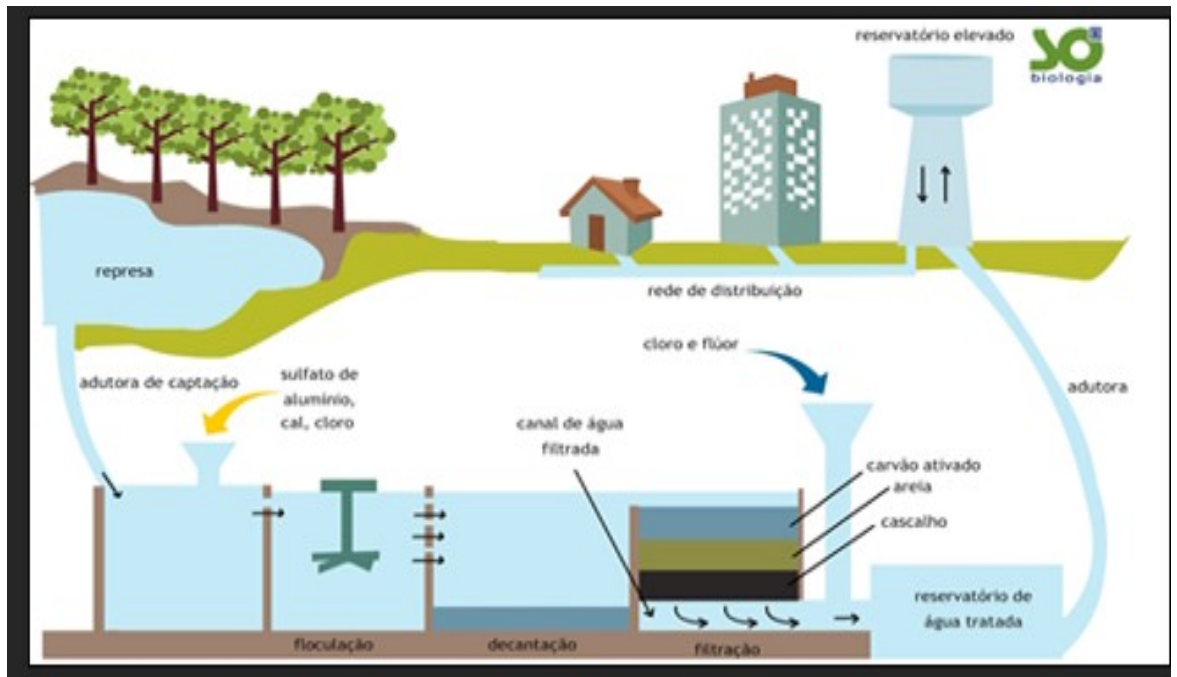
Após algumas horas, a água depositada nas impurezas, estando mais limpa, passará através de um filtro formado por diversas camadas de areia e de pequenas pedras(cascalhos). Conforme a água vai passando através desse filtro, as partículas de areia ou de argila que não ficaram depositadas, vão gradualmente ficando retidas nos espaços entre os grãos de areia, sendo que parte dos micróbios que a água possa conter, também ficarão retidos nos filtros. Essa etapa é conhecida como filtração (SABESP, 2020).

No entanto, nem todos os microrganismos que podem causar doenças, irão se depositar no fundo do tanque ou serão retidos pelos filtros, sendo por isso, que a água deverá receber produtos como cloro (cloração) e flúor (fluoretação) que respectivamente matam os micróbios, e é responsável pela formação dos dentes. Depois de tratada, a água torna-se potável ou própria para o consumo humano, sendo então bombeada para reservatórios que fazem a sua distribuição para as casas, para os edifícios, escolas etc (SABESP, 2020).

As figuras ilustrativas 8 e 9 da página seguinte, correspondem respectivamente ao mecanismo básico do tratamento pelo qual a água passa em uma ETE e, como exemplo geral, a Estação de tratamento de esgoto, localizada à margem do rio Araguaia, na cidade de Barra dos Garças (MT).



Figura 8 – Esquema de uma estação de tratamento de água



Fonte:(SÓ CIÊNCIAS, 2018).

Figura 9 – Estação de Tratamento de Esgoto a Margem do Rio Araguaia, na cidade de Barra dos Garças – MT, com capacidade para tratar 252 L/s de esgoto.

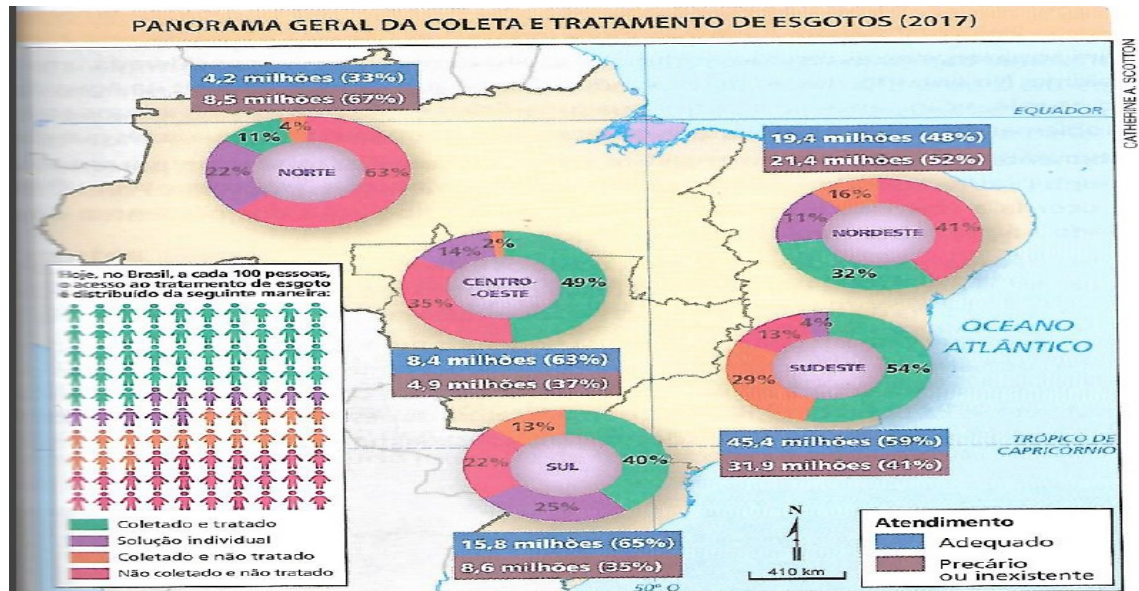


MAURICIO SIMONETTI/PULSAR IMAGENS

FONTE: (MAURICIO SIMONETTI/PULSAR IMAGENS – THOMPSON, 2020).

Abaixo, ainda, é apresentado a figura 10, contendo um mapa com a situação da coleta e tratamento de esgotos no Brasil, conforme a Agência Nacional de Águas do Brasil (ANA, 2027):

Figura 10 – Panorama Geral da Coleta e Tratamento de Esgotos (2017)



FONTE: (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA – BRASIL. ATLAS ESGOTO: DESPOLUIÇÃO DA BACIAS HIDROGRÁFICAS/AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. BRASÍLIA: ANA, 2017. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO – ETE - CATHERINE A. SCOTTON – THOMPSON, 2020).

## 2.6 Água de reúso

Existe uma diferença de conceituação de reciclagem e reúso, sendo que a diferença fundamental ocorre no processamento e no resultado final. Reciclagem é a reutilização da matéria prima de materiais usados ou de resíduos, sendo que no caso da água, o processamento e transformação acontece no próprio recinto. Quanto ao reúso da água, este acontece pelas águas residuais que são produzidas por uso doméstico, agrícola, industrial, comercial etc., sendo fornecida posteriormente ao mesmo usuário ou para outro, com ou sem ter ocorrido o tratamento prévio. Um exemplo de água de reúso sem tratamento prévio reutilizada pode-se citar, o uso de águas residuais produzidas em residências rurais e reaproveitada na agricultura para irrigação (ONU, 2018).

A preocupação principal quanto a água destinada ao reuso são as substâncias químicas e organismos patogênicos presentes, sendo que sua remoção depende da eficiência dos sistemas de tratamento e, a tecnologia a ser usada dependerá da qualidade desejada para reuso, seguindo o descrito nas Diretrizes da OMS de 2006, sobre o uso seguro de águas residuais, excrementos e águas cinzentas (ONU, 2018).

A reutilização segura da água é uma estratégia sustentável importante para garantir a segurança hídrica, devendo ser usada principalmente em regiões ou situações que apresentam escassez, no entanto, a reutilização de água de efluentes diretamente para uso como sendo potável, encontra certa resistência, necessitando técnicas de purificação avançadas e um rigoroso controle (ONU, 2018).

Atualmente, uma vez que após a primeira utilização da água, a quantidade de impurezas é consideravelmente baixa, algumas construções como forma de conscientização e uso racional, têm reutilizado essa água, evitando que vá diretamente ao sistema de coleta de esgoto e águas (SANTOS; PECHI, 2018).

Água de reúso, portanto, pode ser conceituada como água que já foi utilizada e que não passou novamente por processos de purificações para que torne potável, no entanto, pode ter utilidade para algumas finalidades, tais como: irrigação de gramados e jardins, lavagem de logradouros públicos, reservas para uso de combate a incêndios, limpeza de ruas de feiras livres, abastecimento de fontes e espelhos d'água, descarga sanitária, lavagem de veículos etc. Mundialmente, o setor industrial é responsável por um consumo considerável de água. Como nem todas as etapas de processo industrial necessitam de água potável, como é o caso do resfriamento de máquinas, a água de reuso gradativamente tem feito parte do dia a dia das produções industriais (SANTOS.; PECHI, 2018; CORREA, 2020).

Um conceito importante a ser descrito é o que vem a ser saneamento, podendo ser definido conforme a Organização das Nações Unidas (ONU) como programas de saúde pública, também de um modo geral como: controle de doenças transmitidas por diferentes vetores, limpeza urbana, tratamento de lixo, etc., (ONU, 2018).

O saneamento, em sua definição mais simples, consiste na provisão de instalações e serviços para o gerenciamento e o descarte de resíduos líquidos e sólidos gerados por atividades humanas. Também pode ser definido como o controle dos fatores para obter e garantir a saúde pública, através de um conjunto de ações, recursos e técnicas. É dividido em Saneamento Ambiental, Saneamento Básico e Saneamento Geral. Saneamento ambiental é a parte do saneamento que se encarrega de conservar e melhorar as condições do meio ambiente em benefício da saúde. Cuida da proteção do ar, do solo e das águas contra a poluição e a



contaminação. Saneamento básico é o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais com vistas ao abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (ONU, 2018, p. 29).

## 2.7 Reaproveitamento da água da chuva

Segundo o relatório com o título: “*Água para um mundo sustentável*”, da Organização das Nações Unidas – ONU, lançado no dia 20 de março de 2015, a Organização lança um alerta de que poderá haver até o ano 2030, um déficit de água na ordem de 40 %, portanto, pede que a sociedade mundial cuide deste recurso fundamental para o ser humano (ONU, 2015).

Um modo econômico, prático e eficiente para o uso da água, é o reaproveitamento da chuva, a qual pode ser coletada, filtrada e levada a um reservatório inferior, geralmente no subsolo, onde através de uma bomba, essa água é conduzida para uma segunda caixa d’água, para ser distribuída para os pontos que se queira, como exemplos mais comuns: as torneiras de jardim, sanitários e para fazer a lavagem de pisos etc, (SABESP, 2020).

Com a entrada em vigor em 2007 da ABNT NBR 15527, versando sobre as maneiras seguras para se utilizar a água da chuva, o mercado nacional que abrange a arquitetura e construção civil em geral, passou a sentir-se mais seguro. A normativa sinaliza que a capturada água da chuva deve ser feita de cobertura e telhados evitando assim que haja a contaminação na coleta de resíduos tais como: gasolina e óleo. Esse recurso de aproveitamento da água da chuva vai bem além do lado de se economizar água propriamente dita, pois de maneira considerável contribui também para a redução de enchentes, pois o volume de água da chuva que chega e permanece sobre o terreno ou sobre a construção, torna-se menor, facilitando no seu escoamento (SICKERMANN, 2005; SICKERMANN, 2020).

A figura 11 da página seguinte, ilustra o mecanismo usado para o reaproveitamento da água da chuva.

Figura 11 – Sistema de captação da água da chuva.



Fonte: (SEBRAE, 2019).

## 2.8 Poluição hídrica e as Doenças de veiculação hídrica

Um fator considerado impulsionador da escassez hídrica em determinadas regiões é o desmatamento e a poluição que afetam diretamente a quantidade e a qualidade hídricas (SANTOS; PECHI, 2018).

O meio ambiente é um conjunto de elementos naturais e sociais, onde existe de forma constante, um relacionamento do ser humano com esse meio, onde pode ou não gerar prejuízos para a natureza, e quando causa, ocorrem mudanças no meio ambiente e nas populações que interagem com essa natureza. Pode-se destacar entre os efeitos penosos a degradação dos rios e lagos, a derrubada de árvores, a contaminação dos solos, a morte de animais, entre outros (CECCATTO, 2012).

De acordo com Thompson (2020, p, 219), a água contida na natureza sempre terá algumas espécies iônicas ou moleculares (mesmo que em pequenas quantidades), nela dissolvidas, no entanto, isso é um fato irrelevante, pois algumas são inofensivas, inclusive podendo ser essenciais à vida.

No entanto,

A poluição da água pode ocorrer devido à adição de cátions e ânions tóxicos, de substâncias de caráter ácido ou básico, de algumas substâncias

orgânicas, de radioisótopos, à ocorrência de organismos patogênicos (que causam diarreia, por exemplo) ou até mesmo da baixa concentração de gás oxigênio dissolvido, causada pela elevação da temperatura da água. Considera-se poluída a água inadequada para beber, para fazer a higiene, para irrigar o solo ou a ser usada em diferentes atividades, incluindo as industriais (THOMPSON, 2020).

As formas poluidoras da água podem ser de forma direta e indireta, no entanto, sempre devido às atividades antropogênicas, interferindo de várias formas e diferentes intensidades na vida dos seres vivos. As contaminações podem ocorrer devido a elementos físicos, químicos e biológicos que podem vir a prejudicar plantas e a vida animal. Deste modo, torna-se preocupante a poluição da água, pois esta poluição geralmente acaba tendo com destino final, lagos, lençóis freáticos, rios, mares e oceanos. Os corpos d'água e as redes hídricas podem ainda receber a poluição que vem da atmosfera e da litosfera ou solo (ANA, 2019).

Nos países em desenvolvimento, um problema ambiental em destaque, é o despejo de esgotos urbanos nos rios, sem o devido tratamento, trazendo danos e até podendo causar a morte de espécies que fazem uso da água no seu dia a dia (BROWN; SNYDER; TAYLOR, 1992).

A figura 12 a seguir, ilustra o despejo de esgotos nos rios.

Figura 12 – Despejo de esgoto e a Poluição Hídrica.



Fonte: (BRASIL ESCOLA, 2024).

A questão do saneamento básico é muito séria no Brasil. Aliás, esse é um dos problemas mais sérios de países em desenvolvimento, como o nosso, em que ocorre o lançamento de esgotos não tratados, de origem doméstica e industrial, em corpos de água, como rios (TOMPSON, 2020).

Os poluentes introduzidos na água através de fontes (causadas pelos seres humanos), podem ser classificadas em duas categorias: fontes pontuais e fontes não pontuais (também denominada difusa), dependendo da origem do poluente, tendo como causa o descarte incorreto de diversos produtos tanto químicos como orgânicos, bem como o lançamento de esgoto na água (ANA, 2019).

As cargas pontuais são introduzidas através de lançamentos individualizados como o que ocorre no lançamento de esgotos sanitários ou de efluentes industriais. Cargas pontuais são facilmente identificados e, portanto, seu controle é mais eficiente e mais rápido. Já as difusas são assim chamadas por não terem um ponto de lançamento específico ou por não advirem de um ponto preciso de geração, tornando-se assim de difícil controle e identificação. Exemplos de cargas difusas: a infiltração de agrotóxicos no solo provenientes de campos agrícolas, o aporte de nutrientes em córregos e rios através da drenagem urbana (MAGRO, 2012 p. 20-22).

Os tipos de poluição dividem-se essencialmente de quatro modos: poluição sedimentar; poluição biológica (causadas por microrganismos patogênicos: bactérias, vírus, vermes e protozoários, causadores de doenças nos seres vivos); poluição química e poluição térmica (BRASIL, 2010; SÃO PAULO, 2020).

A poluição sedimentar da água, é o tipo de poluição mais comuns nos corpos d'água, sendo causada devido ao acúmulo de partículas em suspensão provenientes do solo, devido ao desmatamento a erosão e a extração de minérios (exemplo: caso de rompimentos de barragens), podendo interferir no processo de fotossíntese, bloqueando os raios solares e por consequência interferindo na capacidade dos animais encontrarem alimentos. Esses sedimentos ainda podem ser provenientes de produtos químicos insolúveis que são adsorvidos, concentrando os poluentes biológicos, os poluentes químicos, atrapalhando o processo de fotossíntese das plantas aquáticas (SÃO PAULO, 2020).

A poluição biológica da água, ocorre principalmente pela contaminação biológica causada por microrganismos patogênicos (bactérias, vírus, protozoários, vermes), que chegam até os lençóis freáticos; microrganismos que são encontrados em resíduos orgânicos resultantes das produções humana e de animais, podendo ser os causadores de diversas doenças nos seres vivos. Salienta-se que os sedimentos

além de carregarem poluentes químicos, também podem conduzir os poluentes biológicos neles adsorvidos, podendo chegar até a água, contaminando-a (AZEVEDO, 1999; SÃO PAULO, 2020).

No entanto, em alguns casos, pode-se considerar a poluição biológica menos perigosa do que a poluição química, pois através da fervura da água ou pelo tratamento através de substâncias químicas (hipoclorito de sódio e a cal viva), há a possibilidade de eliminação dos agentes microbianos patogênicos e os não patogênicos, de forma efetiva (AZEVEDO, 1999; SÃO PAULO, 2020).

A poluição química da água, ocasionada por produtos químicos, pode ser de forma intencional ou acidental, sendo a primeira forma a que mais ocorre, devido muitas indústrias despejarem produtos químicos nos lagos, rios ou rede de esgoto, sem o devido tratamento adequado. Pode-se citar como poluentes mais comuns das águas: fertilizantes agrícolas; agrotóxicos; compostos orgânicos sintéticos; plásticos; metais pesados; petróleo; esgoto doméstico e industrial etc., (ANA, 2019; SÃO PAULO, 2020).

A contaminação das zonas agrícolas por agrotóxicos é algo bastante grave, podendo ter efeito cumulativo, sendo necessário até anos para que seja sentida, porém, pode causar grande avaria, prejudicando a vida ribeirinha, marinha, além de outros animais que vivem entorno e interagem com o ecossistema como por exemplo, as aves que se alimentam de peixes (ANA, 2019; SÃO PAULO, 2020).

O contato dos seres humanos com a água contaminada por produtos químicos, pode ser prejudicial pelo o fato da existência da possibilidade do desenvolvimento de doenças e problemas graves de saúde (ANA, 2019).

Um dos maiores problemas com a poluição química é a dificuldade de descontaminação, pois esse processo tem um alto custo e, na maioria das vezes, é demorado. Alguns terrenos contaminados por produtos químicos ficam décadas sem que possam ser utilizados (devido à contaminação e à toxicidade do poluente). Nos cursos de água, o poluente é levado por todo o curso, contaminando também as margens. Os produtos químicos também podem acabar sendo depositados no fundo dos rios, dificultando muito sua remoção (ANA, 2019 p. 22; SÃO PAULO, 2020 p. 2).

Entre os tipos de poluição química da água, pode-se incluir também a poluição radioativa (ou nuclear), a qual provem da radiação (efeito químico derivado de ondas de energia), seja de calor, de luz ou de distintas formas, sendo considerada por muitos estudiosos como a forma mais perigosa de poluição para diversas espécies de seres

vivos devido ao seu efeito mutagênico. Ocorre quando resíduos radioativos resultantes de hospitais, experiências nucleares, lixos gerados por usinas nucleares atingem os recursos hídricos. Não é conhecido até o momento formas efetivas para descontaminar áreas afetadas pela poluição radioativa, tendo como único costume, o isolamento do local afetado (SCAPUCIN; TALARICO; MOURA, 2018; SÃO PAULO, 2020).

A poluição térmica é gerada quando grandes quantidades de água aquecida são lançada nos recursos hídricos devido a atividades antropogênicas. O aquecimento da água gerado por exemplo em siderúrgicas, em processos de refrigeração de refinarias, em indústrias para aquecer caldeiras, e usinas termoelétricas, pode levar a diminuição da solubilidade do oxigênio na água, podendo prejudicar o ciclo reprodutivo de algumas espécies, e até a mortalidade de muitos peixes, e de diversos outros animais aquáticos; além de acelerar reações de outros poluentes presentes na água, potencializando a sua ação nociva; bem como aumentar a quantidade de gás carbônico na atmosfera (SCAPUCIN; TALARICO; MOURA, 2018; SÃO PAULO, 2020).

Na Figura 13, são demonstrados os diversos componentes ou impurezas que a água pode conter, os quais podem ser divididos em características físicas, químicas e biológicas.

Figura 13 - Impurezas na água.



Fonte: (VON SPERLING, 2005).



Em síntese, conforme Thompson (2020), vários elementos podem contaminar os corpos de água, entre eles: compostos orgânicos não biodegradáveis como sacos plásticos, garrafas PET e muitos outros compostos de carbono sintetizados, detergentes, inseticidas, defensivos agrícolas, provenientes quer seja de lixo urbano, industrial e agrícola, que são lançados nos mais diversos fluxos de águas naturais, bem como, ainda outras formas de poluição como: aumento do lançamento de água aquecida nos mares e rios, mudança e aumento da concentração de substâncias dissolvidas na água, aumento do índice de acidez das águas (alteração do pH), podendo levar a morte os seres aquáticos e outros dependentes e interdependentes dos sistemas hídricos.

A figura 14, demonstra como os animais que vivem em ambientes aquáticos podem ser diretamente afetados pela poluição.

Figura 14 – Água poluída afetam os animais diretamente.



FONTE: (BRASIL ESCOLA, 2024).

Necessário se faz destacar que nem todas as áreas poluídas possuem organismos patogênicos.

Chamamos de água poluída aquela que possui modificações em suas características físicas e químicas. Ao vermos uma água com coloração ou odor diferente, sabemos que ela está poluída. Entretanto, a coloração e o cheiro ruim podem ser provocados por substâncias que não provocam

doenças no ser humano. Quando a água possui organismos causadores de doença ou substâncias que podem trazer problemas de saúde, dizemos que ela está contaminada. Sendo assim, podemos concluir que nem toda água poluída está contaminada, mas toda água contaminada está poluída, ou seja, a água contaminada é um tipo de água poluída (BRASIL ESCOLA, 2024).

Em relação as doenças de veiculação hídrica, conforme afirmativa do Ministério da Saúde do Brasil, a água, ainda que tão necessária à vida dos seres vivos, no entanto pode ser também responsável pela transmissão de doenças, sendo que a água contaminada, poluída (por não ser tratada, ou ineficientemente tratada), pode tornar-se uma porta aberta para várias doenças (BRASIL, 2010).

O que são Doenças relacionadas às Águas de Recreação? São aquelas transmitidas em piscinas, parques aquáticos, spas, rios, lagos ou oceanos, por meio de ingestão, contato com a pele ou olhos, ou pela respiração. Causam uma variedade enorme de sintomas, incluindo diarreia aguda, infecções de pele, otites, conjuntivites, sintomas neurológicos, doença respiratória, etc, (SÃO PAULO, 2009).

Doenças de veiculação hídrica são conceituadas como sendo aquelas que são causadas pela presença de microrganismos patogênicos (bactérias, vírus, parasitas) na água, que é utilizada pelos seres vivos principalmente para o consumo. Por vezes, essas doenças por atingir um maior número de pessoas causam os surtos, e em proporções ainda maiores, as epidemias (e até pandemias), que podem levar a morte milhões de pessoas no mundo (BRASIL, 2010; CETESB, 2020).

Devido a sua diversidade na natureza, e especialmente pelo seu tamanho reduzido, e por apresentar estados resistentes como esporos, os microrganismos podem habitar uma grande parte dos ambientes terrestres, colonizando o solo, a água, ou mesmo até, fazendo parte da microbiota natural dos seres vivos (ARMANI, 2016).

As condições socioambientais (como a falta de saneamento básico, a ausência de higiene pessoal, baixa qualidade da água e dos alimentos), são as principais causas de doenças de veiculação hídrica e/ou por alimentos contaminados (BRASIL, 2010).

Portanto, pode-se afirmar a existência de correlação entre as condições de saneamento básico, evidenciadas pela frequência de parasitos e pelo número de ligações de água e esgoto, até porque, grande parte destas doenças tem como meio de transmissão fezes contaminadas, que podem atingir solo e a água contíguas,



infectando água e alimentos que podem vir a ter contato com o homem via fecal-oral (ARMANI, 2016).

A má qualidade dos corpos de água impacta direta a saúde dos indivíduos, podendo causar doenças de veiculação hídrica em uma sociedade, particularmente quando os indicadores socioeconômicos não são favoráveis (DUTRA *et al.*, 2016).

Caso haja o contato de uma pessoa com a água que possa estar contaminada (água que não recebeu tratamento de limpeza e de purificação ou qualquer outro processo para a eliminação de microrganismos), como por exemplo: pelo contato direto devido a ingestão, ou pelo contato com esgotos, ou pelo uso de água contaminada para lavar os alimentos ou mesmo para cozinhar, pode ocorrer a transmissão de doenças (BRASIL, 2018).

Entre essas doenças pode se citar: amebíase, giardíase, gastroenterites bacterianas (causadas por *Escherichia coli*; *Shigellas* etc.), febres tifoide e paratifoide, hepatite infecciosa (Hepatites A e E), cólera, rotavírus etc. A Giardíase tem como agente etiológico o protozoário *Giardia lamblia*, e caracteriza-se por ser uma parasitose intestinal mais frequente em crianças do que em adultos (BRASIL, 2010).

A maioria das amebas encontradas no homem são organismos comensais (*Entamoeba coli*, *E. hartmanni*, *E. dispar*, *E. moshkovskii*, *E. gingivalis*, *Endolimax nana*, *Iodamoeba bütschlii*). Entretanto, a *Entamoeba histolytica* é um importante patógeno humano (MURRAY; ROSENTHAL; PFALLER, 2017).

A Amebíase que é causada pela infecção do protozoário *Entamoeba histolytica*, pode beneficiar-se de seu hospedeiro sem que tenha benefício ou possa causar prejuízo a esse hospedeiro, ou ainda podendo agir de forma invasora, e neste caso, vir a provocar doença que pode-se manifestar no intestino ou fora dele para outros órgãos, por disseminação (BRASIL, 2010).

A Febre tifoide (causada pela bactéria *Salmonella typhi*) e Febre paratifoide (causada pela bactéria *Salmonella paratyphi*), são doenças altamente contagiosas transmitidas pela água e/ou alimentos (devido a resíduos humanos entrarem em contato com fontes de água e com a cadeia de alimentação). Por estar intimamente ligada às condições socioeconômicas, sendo mais comum em países que apresentam saneamento básico precário (BRASIL, 2008).

A bactéria *Vibrio cholerae* é a causadora de uma doença conhecida como cólera, sendo mediada pela toxina colérica (toxina do tipo A-B) e *pilus* corregulado com a toxina A (BRASIL, 2010).

Infecção pode variar de colonização assintomática ou diarreia leve, até diarreia grave geralmente esbranquiçadas, podendo ser rapidamente fatal. O *Vibrio cholerae* pode multiplicar-se livremente em água, sendo que o nível de contaminação bacteriana aumenta durante os meses quentes (MURRAY; ROSENTHAL; PFALLER, 2017).

Devido ao grande número de portadores assintomáticos (portadores sadios), bem como pela contaminação de pessoa contaminada para pessoa sadia, faz dessa situação um papel importante na cadeia epidemiológica da transmissão da doença. Para evitar a contaminação, deve-se ter saneamento básico, recorrer a uma boa lavagem das mãos antes do preparo ou consumo alimentos, lavar de forma eficiente os legumes e frutas antes de ingeri-los crus, usando constantemente água fervida ou esterilizada com produtos que sejam à base de cloro (BRASIL, 2010).

O Rotavírus é um vírus causador de umas das principais gastroenterites (diarreias) grave em lactentes e crianças jovens (BRASIL, 2010).

As hepatites virais, são uma das principais inflamações que acontecem no fígado, sendo classificados por letras do alfabeto em Hepatites: A, B, C, D (Delta) e E (SABINO *et al*,2016).

De maneira indireta a água também está ligada à transmissão de doenças: a) causadas por bactérias como no caso da Leptospirose (doença infecciosa aguda de caráter considerado epidêmico), com envolvimento sistêmico, devido a exposição de forma direta ou indireta pela urina de animais (principalmente urina de ratos) infectados com a bactéria (espiroquetas) do gênero *Leptospira*; b) assim como por doenças transmitidas por vetores [(mosquitos que se relacionam com a água); que transmitem doenças como a Malária e os vírus causadores da Dengue, Zika e Chikungunya], c) bem como por verminoses, doenças causadas por vermes *Nematelmintos e Platelminotos* (BRASIL, 2010).

Esquistossomose (popularmente conhecida como “xistose”, “barriga d’água” ou “doença dos caramujos”) é uma doença infecciosa causada pelo *Schistosoma mansoni* (que tem o homem como hospedeiro definitivo (porém, necessitando para desenvolver o seu ciclo evolutivo) de caramujos de água doce (caramujos gastrópodes aquáticos, pertencentes à família *Planorbidae* e gênero *Biomphalaria*, como hospedeiros intermediários) (BRASIL, 2013/2020).

Ascaridíase (popularmente conhecida como “lombriga”), é uma verminose intestinal humana, que tem como causadora um parasita chamado *Ascaris*

*lumbricoides*, que é considerada a verminose mais disseminada no mundo, ocorrendo quando há ingestão dos ovos do parasita (podendo ser encontrados na água, solo ou em alimentos contaminados por fezes de humanas de pessoas portadoras da parasitose) (BRASIL, 2010).

A Oxiurose, é uma verminose causada pelo verme *Enterobius vermicularis* (oxiúro); a Ancilostomíase, é uma infecção provocada pelo verme *Ancylostoma duodenale* ou *Necator americanus*; Teníase (popular solitárias), é uma infecção dos intestinos causadas por *Platelmintos*, vermes parasitas adultos do género *Taenia* [*Taenia solium* (do porco) e *Taenia saginata* (do boi)], causada quando se ingere carne bovina ou suína mal cozida que possam conter ovos do parasita. Como doenças ainda com possibilidade de transmissão via hídrica, pode-se citar as transmitidas por vetores (mosquitos) relacionados com a água (BRASIL, 2010).

As Doenças transmitidas por vetores que estão relacionadas a água, são disseminadas por insetos que nascem na água ou se encontram ao redor. Importante se faz, o conhecimento dos elementos básicos componentes da cadeia da transmissão parasitárias, ou seja, o patógeno (parasita) que na maioria das vezes é transportado e transmitido ao hospedeiro por um inseto, o qual se denomina vetor; o hospedeiro e o meio ambiente, visando assim que sejam tomadas as medidas preventivas e curativas adequadas (ARMANI, 2016).

Entre essas doenças transmitidas por insetos, podem ser citadas: a Malária (ou também conhecida como maleita, febre terça ou quarta, impaludismo, paludismo), é uma doença infecciosa transmitida pela picada de mosquitos infectados com protozoários parasitários do género *Plasmodium*; a Febre Amarela que é transmitida através de uma espécie de mosquito bastante comum em regiões da África e da América do Sul; Dengue, Zika e Chikungunya que são vírus transmitidos pela picada do mosquito denominado *Aedes aegypti* (e quando este está infectado com o vírus), pode trazer graves consequências aos seres humanos, quando esses são picados por este mosquito infectado (BRASIL, 2010).

Essas doenças são consideradas um problema de saúde pública e estão relacionadas ao meio ambiente, sendo que fatores como a deficiência do sistema de abastecimento de água tratada, a insuficiência de saneamento básico, o destino inadequado dos dejetos, a alta densidade populacional, as carências habitacionais (invasões) e a higiene inadequada, favorecem a instalação e rápida disseminação dessas doenças (COPASA. 2020 p. 2).

As principais maneiras para prevenir as doenças que podem ser transmitidas via hídrica são: a eliminação das condições em que os criadores possam ser favorecidos; o combate dos insetos transmissores; procurar não entrar em contato com criadouros; buscar sempre a utilização de meios de proteção individual (FACHARDO, 2020).

O atendimento adequado de esgoto sanitário está sujeito ao uso de fossa séptica ou rede de coleta e tratamento de esgoto, conforme afirma o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) (ANA, 2018).

O Atlas desenvolvido pela ANA e pelo Ministério das Cidades em 2017 informa que, 45% dos brasileiros não estão dentro desse critério, 55% estão. O relatório ainda aponta os seguintes dados: 43% dos cidadãos brasileiros têm atendimento por sistema coletivo (rede coletora e estação de tratamento de esgotos), 12% têm atendimento por fossa séptica (solução individual), 18% têm esgoto coletado, mas não tratado, e 27%, não têm atendimento algum (ANA, 2018; BRASIL, 2018; BRASIL, 2019).

O principal indicador qualitativo de água usado no país é o Índice de Qualidade das Águas (IQA). O índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água para o abastecimento público após o tratamento convencional. Temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, resíduo total, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total e turbidez são os critérios avaliados pelo indicador. Um baixo valor de IQA significa que a água tem uma má qualidade para o abastecimento. Apesar disso, ela pode ser usada para outros fins menos exigentes, como navegação ou geração de energia (ANA, 2018 p.1; GOIÁS, 2018 p. 2-3).

Deve-se considerar como dicas para evitar a contaminação: uso de filtros ou um purificador de água visando a eliminação de contaminante provenientes da água que vem pelo encanamento da casa; a prática constante de lavar as mãos antes de manipular os alimentos e após fazer o uso do banheiro; desinfecção da água onde a região não garanta redes de saneamento adequadas, usando por exemplo produtos químicos como cloro (ANA, 2018; PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2018).

Como recomendações para evitar a transmissão dessas doenças, pode-se citar: manter bem fechada as caixas d'água, assim como como executar a limpeza das mesmas, pelo menos cada seis meses; procurar conservar os recipientes para armazenamento de água sempre limpos e completamente fechados; observar constantemente como está a coloração da água dos poços artesianos e/ou

encanamentos;; deixar as verduras com casca e frutas de molho em um recipiente com 1 litro de água potável e 1 colher cheia contendo bicarbonato de sódio ou água sanitária, por volta de 15 minutos, sendo que, depois lave-os com água potável para a retirada excesso de água sanitária ou do bicarbonato ou do produto utilizado na desinfecção; fazer uso de água para ingestão sempre filtrada e/ou fervida (ANA, 2015;ANA, 2018; PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2018).

Assim, a promoção de saúde identificada por um estilo que favoreça melhorias na qualidade de vida está intimamente relacionada com a realização de políticas públicas para melhorias nas esferas políticas, assistenciais e educacionais. Visto que muitas infecções microbianas, especialmente as intestinais, estão relacionadas a condições de higiene e saneamento básico inadequados, é imprescindível a tomada de medidas de limpeza e higiene pessoal, das casas, dos alimentos e da água, assim como da comunidade em que vivemos (saneamento), visando a manutenção e a prevenção da saúde (ARMANI, 2016 p. 10-11).

### **3 CONCLUSÃO**

É perceptível importância da água para todos os seres vivos, assim como se percebe através de relatos, pesquisas e alertas de todo tipo de mídia, que a escassez hídrica vem ocorrendo de forma acentuada, e com isso, a diminuição da quantidade e qualidade da água potável própria para o consumo dos seres vivos, no mundo (incluindo o Brasil); seja decorrente do aumento populacional, do desmatamento, da poluição nas grandes cidades, do aumento da produção agrícola, comercial e industrial (entre outros fatores), porém, parece não ter surtido o efeito necessário nas pessoas, quanto a importância do assunto.

Em síntese, vários elementos podem contaminar os corpos de água, entre eles: compostos orgânicos não biodegradáveis como sacos plásticos, garrafas PET e muitos outros compostos de carbono sintetizados, detergentes, inseticidas, defensivos agrícolas, provenientes quer seja de lixo urbano, industrial e agrícola, que são lançados nos mais diversos fluxos de águas naturais, bem como, ainda outras formas de poluição como: aumento do lançamento de água aquecida nos mares e rios, mudança e aumento da concentração de substâncias dissolvidas na água, aumento do índice de acidez das águas (alteração do pH), podendo levar a morte os seres aquáticos e outros dependentes e interdependentes dos sistemas hídricos.

Considera-se toda forma de poluição como maléfica, seja do ar, solo e água, não obstante, sendo a poluição química considerada a mais prejudicial, pois as substâncias poluidoras tornam-se tóxicas ao homem e ao meio ambiente em sua totalidade.

Apesar da água ser um recurso natural essencial para a vida, sendo utilizada nos mais diversos segmentos, ainda pouco cuidado a ela tem sido dispensado, o que pode ser observado, por exemplo, em recentes pesquisas, que afirmam que 73% dos brasileiros acreditam que a água é um bem pouco cuidado.

De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA 2017) o Brasil tem cerca de 114 mil quilômetros de rios com a qualidade da água comprometida, uma extensão equivalente a quase três vezes a circunferência do Planeta Terra.

Ainda pode-se dizer que investimentos realizados pelo setor do saneamento é baixíssimo, com pouca proteção dos mananciais que abastecem as cidades, as quais muitas tiveram suas bacias hidrográficas desmatadas ou cujos rios tiveram seus cursos de água interrompidos ou comprometidos.

Com o passar do tempo, cada vez mais está difícil encontrar água potável, sendo que esse fato é em partes, devido a poluição e a contaminação de rios e lagos, que diminuem substancialmente a qualidade de “água boa”, tornando assim essencial, esforços governamentais, e o engajamento da sociedade para garantir a preservação da água, um bem precioso e finito que precisa ser cuidado por todos.

Medidas como: Investimentos em tratamento para reuso na área industrial; colocação de filtros e outras barreiras de proteção que impeçam infiltrações no solo; não utilização de agrotóxicos e pesticidas em áreas agrícolas próximas de margens de rios e outros; direcionamento de todo o esgoto público para a estação de tratamento; utilização de aterros licenciados por órgãos públicos de fiscalização ambiental; reúso da água; caso esse reuso não seja possível, fazer o seu tratamento e a verificação da DBO (demanda bioquímica de oxigênio); avaliação quantitativa em seu limite tolerável sobre os resíduos lançados nos rios; evitar desperdícios: não deixando torneiras abertas mais do que o tempo necessário, consertar vazamentos, não demorar no banho, economizar em tempos de estiagem, etc., toda essa medidas entre outras, tornam possível a não poluição da água, bem como, sua preservação para essa geração e futuras.

Resumindo, pode-se dizer que: é fundamental o uso racional da água; não liberar esgotos nos corpos hídricos; não jogar qualquer material contaminante na água (assim como, em todo espaço da natureza). Agindo assim, torna-se possível a preservação da água, a preservação do meio ambiente, e com isso, a preservação da vida no planeta Terra.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). ANA. Conjuntura Brasil. **O Ciclo da Água e o Conjuntura**. Capítulo 01. 07 p. 2019. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/Capitulo1.030982a5.pdf>. Acesso em: 22/03/2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL) – ANA. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – **Informe anual 2018/Agência Nacional de Águas** – Brasília – DF. 2018. 72 p. il. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/portal/publicacao/Conjuntura2018.pdf>. Acesso em: 25/03/2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – **Poluição Hídrica (Editorial)** - Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Publicação 2011. Editorial Modificado em 2019 – Brasília – DF. 02 p. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/poluiassapso-hadrica-editorial.2019-03-15.5899418854>. Acesso em: 03/04/2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL) **Lista de Termos para o Thesaurus de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas**. Aprovada por meio da portaria nº 149, de 26 de março de 2015. Brasília: ANA, 2015. p. **01-43**. Disponível em: [http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20150406034300\\_Portaria\\_149-2015.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20150406034300_Portaria_149-2015.pdf). Acesso em: 08/04/2024.

ARMANI, F. **Microbiologia** – 2016- 192 p. Editora e Distribuidora Educacional S.A. Londrina – PR.

AS Estações de tratamento da água. **Só Ciências**. Água. Só Biologia. 2018. Fig. 01 p. Disponível em: [https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Agua/Agua7\\_2.php](https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Agua/Agua7_2.php). Acesso em: 26/03/2024. il. col.

AUGUSTO, L. G. DA SILVA; *et al.* O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Ciência & Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v. 17. N.6, p. 1511 – 1522, junho de 2012. Documento Eletrônico. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/csc/v17n6/v17n6a15.pdf>. Acesso em: 05/04/2024.

BRASIL. Licenciamento Ambiental em Mato Grosso do Sul. **Fontes de poluentes:** pontuais e difusas. 2009. 01 p. Disponível em: <http://www.licenciamentoambiental.eng.br/page/29/>. Acesso em: 03/04/2024.

BRASIL. Ministério da Saúde - MS Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 91, de 30 de junho de 2016 (Publicado em **DOU** nº 125, de 1º de julho de 2016). **Dispõe sobre as Boas Práticas para o Sistema de Abastecimento de Água ou Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento de Água em Portos, Aeroportos e Passagens de Fronteiras.** Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2884120/RDC\\_91\\_2016\\_COMP.pdf/99de6998-22c0-4ec4-8811-4762a414f598](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2884120/RDC_91_2016_COMP.pdf/99de6998-22c0-4ec4-8811-4762a414f598), Acesso em: 22/03/2024.

BRASIL. Ministério da Saúde do Brasil – MS Brasil - Fundação Instituto Oswaldo Cruz – Fiocruz. Água Brasil. Sistema de Avaliação da Qualidade da Água, Saúde e Saneamento. **Glossário de Doença Relacionadas à Água.** 2010. 5 p. Disponível em: <https://www.aguabrasil.icict.fiocruz.br/index.php?pag=doe>. Acesso em: 25/03/2024.

BRASIL. Ministério da Saúde do Brasil – MS Brasil - Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. 10 p. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acesso em: 25/03/2024.

BRASIL. Ministério da Saúde do Brasil – MS Brasil. **Portaria de Consolidação PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX.** 2017. 926 p. Disponível em: <https://saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida----o-n--5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>. Acesso em: 25/03/2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Capacitação em monitorização das doenças diarreicas agudas – MDDA:** manual do treinando / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – Brasília: Editora Ministério da Saúde, 2010. 84 p.: il. – (Série F. Comunicação e Educação em Saúde). Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/capacitacao\\_monitoramento\\_diarreicas\\_trainando.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/capacitacao_monitoramento_diarreicas_trainando.pdf). Acesso em 27/03/2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual integrado de Vigilância Epidemiológica da Cólera** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. – 2. ed. rev. – Brasília: Ministério da Saúde, 2010. 170 p.: il. color. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos). Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_integrado\\_vigilancia\\_colera2ed.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_vigilancia_colera2ed.pdf). Acesso em 25/03/2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual integrado de vigilância e controle da febre**



**tifoide** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2008. 92 p.: il. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos). Disponível em: <http://dive.sc.gov.br/conteudos/imunizacao/publicacoes/Manual%20Febre%20Tifoide.pdf>. Acesso em 25/03/2024.

BRASIL. Ministério da Saúde- **Esquistossomose**: causas, sintomas, tratamento, diagnóstico e prevenção. 2013/2020. 09 p. Disponível em: <https://saude.gov.br/saude-de-a-z/esquistossomose>. Acesso em 23/03/2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos**. Brasília, 2010. 158 p. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/bvsmis/resource/pt/mis-37270>. Acesso em: 26/03/2024.

BRASIL. Plano Nacional de Recursos Hídricos. **Águas para o futuro 2020**: V. 2 / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 4 v.: il. Color; 28 cm. 2006. p.12-89. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/estruturas/161/\\_publicacao/161\\_publicacao03032011025235.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao03032011025235.pdf). Acesso em: 24/03/2024.

CICLO da água. **Brasil Escola** – Biologia. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/ciclo-agua.htm/>. Acesso em: 13/04/2024, il. color.

COMO evitar doenças causadas pela água contaminada. **Portal de Tratamento de Água**. 2018. 01 p. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/evitar-doencas-agua-contaminada/>. Acesso em 20/03/2024.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB – Governo do Estado de São Paulo. **Surtos de doenças de veiculação hídrica**. 2020. 01 p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/atendimento-a-emergencia/surtos-de-doencas-de-veiculacao-hidrica/>. Acesso em: 25/03/2024.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP – Água. **Distribuição de água**. 2020. 3 p. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=35>. Acesso em: 26/03/2024.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP - **Uso racional da água – Dicas de economia**. 2020. 3 p. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/sociedade-meioambiente/dicas.aspx?secaold=450>. Acesso em: 29/03/2024.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS – COPASA - **Água não tratada é porta aberta para várias doenças**. 2020. p. 10-22. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/CopasaDigital/gua-no-tratada-porta-aberta-para-vrias-doenas#:~:text=1.,paratifoide%2C%20hepatite%20infecciosa%20e%20c%C3%B3lera>. Acesso em: 25/03/2024.

CORREIA, C. Água de Reuso: O que é Água de Reuso? **Portal São Francisco**. 2020. 02 p. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/biologia/agua-de-reuso>. Acesso em: 06/04/2024.

DA SILVA, C.C. *et al.* Análises do perfil bacteriológico das águas do Ribeirão das Antas, no Município de Cambuí - MG, como indicador de saúde e impacto ambiental. **Revista Agrogeoambiental**, Edição Especial nº 2, 2014. p.61-66. Disponível em: <https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/751>. Acesso em: 14/04/2024.

DIAS, D. L. "O que é ligação covalente?"; 2020. Fig. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-ligacao-covalente.htm>. 1 p. Acesso em: 12/04/2024. il. col.

DUARTE, H. A. Ligações Químicas: Ligação Iônica, Covalente e Metálica. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, Nº 4** – maio 2001. p. 14-23. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/04/ligacoes.pdf>. Acesso em 13/04/2024.

DUTRA, M. T. D *et al.* Relações entre Condições Ambientais e Doenças de Veiculação Hídrica em Áreas do Assentamento Rural Serra Grande, Vitória de Santo Antão, PE, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 01 setembro de 2016, Vol.9(6), pp.1677-1689. 14 p. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233747/27302>. Acesso em: 04/03/2024.

FACHARDO, A. L. **Água não tratada é porta aberta para várias doenças**. 2020. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/andreluizfachardo/gua-no-tratada-porta-aberta-para-vrias-doen-as>. Acesso em 27/03/2024.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. EAD – Série Educação a Distância - 1a edição: 2009. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 14/04/2024.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. p. 41 - 574. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOIÁS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Governo do Estado de Goiás. **Qualidade da Água**. Publicado: 26 agosto 2016 Última Atualização: 04 setembro 2018. 01 p. Disponível em: <https://www.meioambiente.go.gov.br/meio-ambiente-e-recursos-h%C3%ADricos/monitoramento-da-agua.html>. Acesso em: 20/03/2024.

GONÇALVES, E. **Brasil desperdiça 40% da água potável captada em mananciais**: Água própria para consumo humano não chega até as casas da população. Agência Brasil, 14/12/2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-12/brasil-desperdica-40-da-agua>

potavel-captada-em-mananciais#:~:text=O%20Brasil%20desperdi%C3%A7a%20quase%20quatro,traz%20os%20n%C3%BAmeros%20de%202021.Acesso em: 14/04/2024.

GUITARRARA, P. "Poluição da água". **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/poluicao-agua.htm>. Acesso em 18/04/2024.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. p.32 Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

HORNINK, G. G.; HORNINK, E. N.; HENRIQUE, A. **H2O – O Ciclo da Vida**. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. 2016. *E-book* (85 p). Disponível em: [https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/206074/2/H2O\\_ebook.pdf](https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/206074/2/H2O_ebook.pdf). Acesso em: 11/04/2024.

LANGMUIR, I. **In Phenomena, Atoms and Molecules**, Philosophical Library, Inc., New York, 1950.

LEWIS, G. N. **Introductory Address: Valence and the Electron**. Transactions Faraday Society, v. 19, p. 452-458, 1923b.

LOPES, C. V. M.; ZAGO NETO, O. G.; KRÜGER, V. **Águas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Química. Área de Educação Química. 2011. p. 1-130. Disponível em: [http://www.quimica.seed.pr.gov.br/arquivos/File/AIQ\\_2011/aguas\\_ufrgs.pdf](http://www.quimica.seed.pr.gov.br/arquivos/File/AIQ_2011/aguas_ufrgs.pdf). Acesso em: 12/04/2024.

MAGRO, F. G. **Diagnóstico do potencial poluidor na bacia hidrográfica do Rio Inhandava – RS**. Universidade de Passo Fundo Faculdade de Engenharia e Arquitetura - Curso de Engenharia Ambiental 2012. p. 18-20 Disponível em: <http://usuarios.upf.br/~engeamb/TCCs/2012-2/FRANCISCO%20GERHARDT%20MAGRO.pdf>. Acesso em: 15/04/2024.

MELLO, F. DE A.; OLIVO, A. DE M. **Recursos Hídricos: Poluição, escassez, qualidade microbiológica e química da água**. Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Pós-Graduação Lato Sensu em Microbiologia, Presidente Prudente, SP. *Colloquium Vitae*, vol. 8, n. Especial, Jul–Dez, 2016, p. 36-42. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Andreia\\_Olivo/publication/316947239\\_RECURSOS\\_HIDRICOS\\_POLUICAO\\_ESCASSEZ\\_QUALIDADE\\_MICROBIOLOGICA\\_E\\_QUIMICA\\_DA\\_AGUA/links/5b3a0bb70f7e9b0df5e4ea89/RECURSOS-HIDRICOS-POLUICAO-ESCASSEZ-QUALIDADE-MICROBIOLOGICA-E-QUIMICA-DA-AGUA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Andreia_Olivo/publication/316947239_RECURSOS_HIDRICOS_POLUICAO_ESCASSEZ_QUALIDADE_MICROBIOLOGICA_E_QUIMICA_DA_AGUA/links/5b3a0bb70f7e9b0df5e4ea89/RECURSOS-HIDRICOS-POLUICAO-ESCASSEZ-QUALIDADE-MICROBIOLOGICA-E-QUIMICA-DA-AGUA.pdf). Acesso em: 03/04/2024.

MURRAY, P.R.; ROSENTHAL, K.S; PFALLER, M. A. **Microbiologia Médica**. 7ª Edição. 2017.(836 p). Capítulo 28 - Pág. 513. Quadro 28-1. Editora Elsevier– Rio de Janeiro.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. ONU. **Até 2030 planeta pode enfrentar déficit de água de até 40%, alerta relatório da ONU**. Publicado em 22/03/2015. Atualizado em 23/03/2015. 5 p. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/68965-ate-2030-planeta-pode-enfrentar-deficit-de-agua-de-ate-40-alerta-relatorio-da-onu>. Acesso: 29/03/2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Glossário de termos do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14**: Copyright © Organização das Nações Unidas, 2018. 42 p. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2019/02/glossarioODS14.pdf>. Acesso em: 28/03/2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA. – UNESCO. Título original: Overview of key messages: from the United Nations World Water Development Report 4; managing water under uncertainty and risk. Publicado em 2012 pelo United Nations World Water Assessment Programme. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o desenvolvimento Dos Recursos. **O manejo dos recursos hídricos em condições de incerteza e risco**. 2012. 17 p., illus. Disponível em: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000215491\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000215491_por). Acesso em: 02/04/2024.

PROPRIEDADES da Água. **Toda Matéria** – Ciências Naturais. 2019. Fig. 01 p. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/propriedades-da-agua/>. Acesso em: 10/04/2024. il. color.

SABINO, S. C. V. *et al.* Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – Revista do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino Científico e Tecnológico Vol. 6, n. 2. jul. /dez.2016. p. 65 - 75. Capes B1 – URI Santo Ângelo. **Utilização e Avaliação do Jogo Arranha Céu Adaptado para o Ensino/Aprendizagem de Doenças Transmitidas pela Água**2016 Disponível em: <http://srvapp2s.santoangelo.uri.br/seer/index.php/encitec/article/view/1538/926>. Acesso em: 25/03/2024.

SANTOS, A. L.; PECHI D., Programa de Ação Cultural – Proac São Paulo, Ecolab e Endoclear, Flamingo Comunicação e Governo do Estado de São Paulo – Secretaria de Cultura e Economia Criativa. **Água Nossa de cada dia** – Arte Urbana - Caderno do Professor – 2018. Editora Flamingo Comunicação. il. col.

SANTOS, V. S. dos. "Diferença entre água poluída e água contaminada". **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/diferenca-entre-agua-poluida-agua-contaminada.htm>. Acesso em 20 de abril de 2024.

SANTOS, V. S. dos. "Importância da água para o corpo humano". **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/importancia-agua-para-corpo-humano.htm>. Acesso em: 12/03/2024.

SÃO PAULO. EPARTNERS. ECYCLE. 2020. 06 p. **Poluição da água**: tipos, causas e consequências: Há vários tipos e categorias de poluição da água - Conheça suas causas e saiba como evitá-los. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/2945-poluicao-da-agua.html>. Acesso em: 10/04/2024.

SÃO PAULO - SAMAR – Soluções Ambientais de Araçatuba. GSInima. Água e Esgoto – **Qualidade da água**. 2020.02 p. Disponível em: <http://samar.eco.br/pagina/qualidade-da-agua/>. Acesso em: 06/04/2024.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo – SES/SP Coordenadoria de Controle de Doenças - CCD. Centro de Vigilância Epidemiológica – CVE/CCD

Divisão de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar – DDTHA/CVE. 25 p. **Doenças relacionadas à água ou de transmissão hídrica** - Perguntas e Respostas e Dados Estatísticos – Informe Técnico. 2009. Disponível em: [https://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-transmitidas-por-agua-e-alimentos/doc/2009/2009dta\\_pergunta\\_resposta.pdf](https://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-transmitidas-por-agua-e-alimentos/doc/2009/2009dta_pergunta_resposta.pdf). Acesso em 10/04/2024.

SCAPUCIN C; TALARICO, M. F.; MOURA, R. Poluição do Mares. Boletim de Inovação e Sustentabilidade – **BISUS**. 2018 – Vol. 2. p. 01-43. PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO. São Paulo, SP. Disponível em: <https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/bisus2018-vol2-poluicao-dos-mares.pdf>. Acesso em: 14/04/2024.

SERAFIM, A. L; VIEIRA, E. L.; LINDEMANN I. L. **Importância da Água no Organismo Humano**. 2004. p. 147-157 – Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/425/399>. Acesso em: 20/03/2024.

SICKERMANN, J. M. Aproveitar água da chuva é solução para economia e redução de enchentes. **Revista AECweb**, vol. 2. 2020, p. 01-03. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/aproveitar-agua-da-chuva-e-solucao-para-economia-e-reducao-de-enchentes/12313>. Acesso em: 29/03/2024.

SICKERMANN, J. M, **Gerenciamento Sustentável das Águas de Chuva: imprescindível para o futuro das grandes cidades do Brasil**. 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Teresina, PI, 11-14/07/2005. p. 01-09. Disponível em: [http://www.abcmac.org.br/files/simpósio/050-sickermann\\_gerenciamento.pdf](http://www.abcmac.org.br/files/simpósio/050-sickermann_gerenciamento.pdf), Acesso em: 29/03/2024.

TUNDISI, J. G. **Ciclo Hidrológico e Gerenciamento Integrado**. 2003. 03 p. Cienc. Cult. vol.55 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2003. *Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência*. Universidade Estadual de Campinas Labjor - Reitoria V. Disponível em: [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252003000400018](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400018). Acesso em: 24/03/2024.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. Volume 1 – Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. Fig. Ed. Sigma. 3ªed. 2005, ilp & b.

SETENTA e três por cento dos brasileiros acreditam que a água é um bem pouco cuidado. **Portal Tratamento de Água** ,09/04/2024. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/brasileiros-agua-bem-pouco-cuidado/>. Acesso em: 15/03/2024.

THOMPSON, M *et al.* **Conexões**: ciências da natureza e suas tecnologias – energia e ambiente. 1ª edição. 2020. (160 p). Capítulo 5 – Pág. 129 a 134. Editora Moderna – São Paulo.

