



## **XVII Fórum Ambiental**

*Alta Paulista*

**27 a 29 de outubro de 2021**

Trabalho Inscrito na Categoria de Artigo Completo

ISBN - 978-65-86753-38-7

### **EIXO TEMÁTICO:**

- Ambiente e Saúde pública
- Bacias Hidrográficas, Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos
- Biodiversidade e Unidades de Conservação
- Campo, Agronegócio e as Práticas Sustentáveis
- Cidades Sustentáveis
- Conforto Ambiental no Ambiente Construído
- Desastres, Riscos Ambientais e a Resiliência Urbana
- Direito Ambiental
- Educação Ambiental e Práticas Ambientais
- Geotecnologias Aplicadas à Análise Ambiental
- Patrimônio Histórico, Turismo e o Desenvolvimento Local
- Saneamento e Ambiente
- Segurança e Saúde do Trabalhador

## **Estações de Tratamento de Água: Indicadores de Sustentabilidade**

*Water Treatment Plants: Sustainability Indicators*

*Plantas de tratamento de agua: Indicadores de Sostenibilidad*

### **Thiago Carvalho Zanchetta**

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, PUC-Campinas/SP, Brasil.  
thiago.cz@puccamp.edu.br

### **Denise Helena Lombardo Ferreira**

Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, PUC-Campinas/SP, Brasil.  
lobardo@puc-campinas.edu.br

### **Cibele Roberta Sugara**

Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, PUC-Campinas/SP, Brasil.  
cibelesu@puc-campinas.edu.br

## RESUMO

Em razão do aumento populacional ocorrido no Brasil nas últimas décadas, o país ocupa hoje a quinta posição dos países mais populosos do planeta. Com isso, surgiram grandes impactos no âmbito ambiental, dentre eles a disponibilidade de água potável. Tais problemas emergentes permitem um olhar mais cuidadoso para a sustentabilidade das estações de tratamento de água. O desenvolvimento sustentável é alcançado com a valoração dos recursos naturais ao maximizar a produtividade do capital natural. Tendo em vista o baixo percentual de água doce, promover o acesso universal à água potável é um dos maiores desafios enfrentados no século XXI. Neste contexto, a aplicação de indicadores de sustentabilidade nas estações de tratamento de água apresenta-se como uma questão fundamental para o desenvolvimento sustentável. A gestão da água vem sendo discutido em vários fóruns nacionais e internacionais, ressalta a relevância em analisar as condições dos recursos hídricos disponíveis, o tratamento e a distribuição de água para abastecimento público. Diante desse contexto, esta pesquisa tem o intuito de analisar os indicadores de sustentabilidade relacionados às estações de tratamento de água pelo banco de dados SNIS – Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento, a fim de identificar os impactos decorrentes para a disponibilidade de água tratada. Como resultados, espera-se evidenciar se os investimentos, condições em infraestrutura e técnica para o tratamento de água no Brasil acompanham as necessidades evidentes. Além de apontar os benefícios e impactos dos indicadores de sustentabilidade aplicados ao processo de tratamento de água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Recursos Hídricos; Desenvolvimento Sustentável; Indicadores.

## ABSTRACT

*Due to the population increase that has taken place in Brazil in recent decades, the country currently ranks fifth among the most populous countries on the planet. As a result, there were major impacts on the environment, including the availability of drinking water. Such emerging issues allow for a more careful look at the sustainability of water treatment plants. Sustainable development is achieved by valuing natural resources by maximizing the productivity of natural capital. Given the low percentage of fresh water, promoting universal access to safe drinking water is one of the greatest challenges faced in the 21st century. In this context, the application of sustainability indicators in water treatment plants is a fundamental issue for sustainable development. Water management has been discussed in several national and international forums, highlighting the relevance of analyzing the conditions of available water resources, treatment and distribution of water for public supply. Given this context, this research aims to analyze the sustainability indicators related to water treatment plants by the SNIS database - National Sanitation Information System, in order to identify the resulting impacts on the availability of treated water. As a result, it is expected to show whether the investments, infrastructure and technical conditions for water treatment in Brazil follow the evident needs. In addition to pointing out the benefits and impacts of sustainability indicators applied to the water treatment process.*

**KEYWORDS:** Water resources; Sustainable development; Indicators.

## RESUMEN

*Debido al aumento de población que se ha producido en Brasil en las últimas décadas, el país ocupa actualmente el quinto lugar entre los países más poblados del planeta. Como resultado, tuvieron impactos importantes en el medio ambiente, incluida la disponibilidad de agua potable. Sin embargo, estos permiten una mirada más cuidadosa a la sostenibilidad de las plantas de tratamiento de agua. El desarrollo sostenible se logra valorando los recursos naturales maximizando la productividad del capital natural. Dado el bajo porcentaje de agua dulce, promover el acceso universal al agua potable es uno de los mayores desafíos que enfrenta el siglo XXI. En este contexto, la aplicación de indicadores de sostenibilidad en plantas de tratamiento de agua es un tema fundamental para el desarrollo sostenible. La gestión del agua ha sido discutida en varios foros nacionales e internacionales, destacando la relevancia de analizar las condiciones de los recursos hídricos disponibles, el tratamiento y distribución del agua para el suministro público. En este contexto, esta investigación tiene como objetivo el análisis de los indicadores de sostenibilidad relacionados con las plantas de tratamiento de agua por la base de datos SNIS - Sistema Nacional de Información de Saneamiento, con el fin de identificar los impactos resultantes en la disponibilidad de agua tratada. Como resultado, se espera mostrar si las inversiones, la infraestructura y las condiciones técnicas para el tratamiento del agua en Brasil siguen las necesidades evidentes. Además de señalar los beneficios e impactos de los indicadores de sostenibilidad aplicados al proceso de tratamiento de aguas.*

**PALABRAS-CLAVE:** Recursos hídricos; Desarrollo sostenible; Indicadores.

## 1 INTRODUÇÃO

O acelerado avanço populacional e o consumo desenfreado de recursos naturais têm contribuído para a crescente deterioração das características físicas, químicas e biológicas do sistema aquático, ocasionado muitas vezes por ações antrópicas. Adicionalmente, a elevada produção de bens demanda volumes demasiados de água e que, ao não serem tratados da maneira adequada, gera efluentes que influenciam negativamente na qualidade dos recursos hídricos (DEMAJOROVIC *et al.*, 2015). Outro aspecto, refere-se às mudanças climáticas, que impactam tanto na perda da biodiversidade como nos ecossistemas terrestres e aquáticos (ARTAXO, 2020).

Conforme Veiga (2010) o desenvolvimento sustentável é alcançado com a valoração dos recursos naturais ao maximizar a produtividade do capital natural a curto prazo através de investimentos a longo prazo, entretanto o crescimento econômico e a conservação da natureza não são alcançados a curto prazo. Veiga (2010, p. 25) destaca que a concretização da sustentabilidade depende do amplo debate ao redor da temática do crescimento econômico, que exige “um rompimento mental com uma macroeconomia inteiramente centrada no aumento ininterrupto do consumo”, pois a sustentabilidade mais do que um conceito, é um novo valor, como a “justiça” ou a “felicidade” que devem ser incorporados pela sociedade.

Esse assunto é fortalecido por Sachs (2015) ao afirmar que o desenvolvimento sustentável é aquele que é viável ao longo do tempo, através de uma governança efetiva.

Um dos aspectos para o alcance do desenvolvimento sustentável refere-se à disponibilidade de água do planeta. Segundo Tundisi e Matsumura-Tundisi (2020) o planeta Terra possui 109 mil km<sup>3</sup> de água em toda extensão territorial, um total de cerca de 98% de água salobra existentes em mares e oceanos, sendo apenas 2% de água doce possível de consumo humano, dessedentação de animais e agricultura, esse tema tem se tornado o centro das discussões.

Para acompanhar e avaliar a disponibilidade de água pode-se recorrer aos indicadores de sustentabilidade. Bossel (1999) destaca que os indicadores de sustentabilidade são ferramentas fundamentais nesse processo, fornecendo informações sobre os sistemas, com vistas ao desenvolvimento sustentável. Os indicadores permitem a análise e comparação dos fatores observados como meta em sustentabilidade estabelecidas e com um melhor monitoramento.

As discussões levadas em pauta sobre os indicadores de sustentabilidade tiveram uma maior influência a partir da Conferência Mundial sobre Meio Ambiente, em 1992, com discussões e argumentações sobre a real necessidade de desenvolver e aplicar ferramentas capazes de melhorar os parâmetros de sustentabilidade em tomadas de decisões

Em resposta a todas as dificuldades e a crise hídrica apresentada, em 2015, representantes de 193 países membros da Organização das Nações Unidas (ONU) se reuniram para elaborar uma Agenda que tem como pilar a erradicação da pobreza e suas fases sendo considerado um desafio global no âmbito do desenvolvimento sustentável, denominada agenda 2030 (AGENDA 2030, 2020). Essa agenda tem seus objetivos e metas, com um plano de ação estabelecido direcionado para pessoas, planeta e a prosperidade. A agenda 2030 estabelece 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas, a fim de erradicar a pobreza e promover a vida, nos limites do planeta (ONU-BR, 2019). Esses objetivos buscam um equilíbrio entre as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental.

Dentre os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), consta o Objetivo 6, de assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos (ANA, 2019). As metas 6.1 e 6.2 do ODS 6, reforçam a preocupação ao tratar água e saneamento como princípios básicos para o desenvolvimento sustentável, ambiental, social e econômico.

O atendimento do Objetivo 6 da Agenda 2030 depende, entre outros fatores, da forma como a água é tratada nas estações de água. A aplicação de indicadores de sustentabilidade nas estações de tratamento de água apresenta-se como uma questão fundamental para o desenvolvimento sustentável. O baixo percentual de disponibilidade de água doce, assunto de discussões em vários fóruns nacionais e internacionais, ressalta a relevância em discutir sobre as contaminações de mananciais e seus recursos hídricos, como por exemplo, o tratamento e a distribuição de água.

O tratamento de água é um processo importante, pois elimina diversos microrganismos patogênicos. Acredita-se que os investimentos direcionados ao saneamento básico podem ser refletidos na saúde pública, como na redução da incidência de doenças de veiculação hídrica e de mortalidade infantil. No entanto, segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), os investimentos e as execuções de obras realizadas no Brasil não acompanham as necessidades do País (SNIS, 2019).

Diante do exposto este trabalho consiste em apontar os indicadores índice de perdas; consumo médio *per capita* de água e qualidade da água em relação ao cloro residual no contexto de estações de tratamento de água.

## **2. Estações de Tratamento de Água**

As unidades de tratamento de água são estabelecidas pelas características físicas, químicas e biológicas da água bruta e utilização, que pode ser para indústria, agricultura ou consumo humano.

As estações de tratamento de água (ETA) são unidades que produzem água potável para abastecimento público, de forma que o processo convencional de tratamento de água é dividido em fases como, coagulação, floculação, decantação e filtração. Normalmente no Brasil, para o abastecimento público é utilizado o Tratamento Convencional, que acrescenta as etapas de desinfecção e de fluoretação às fases mencionadas anteriormente (RICHTER, 2009). Em cada uma dessas fases é feito um rígido controle de dosagem de produtos químicos e acompanhamento dos padrões de qualidade, na qual ocorre a geração de resíduos nos decantadores e nas águas provenientes de lavagem de filtros. A quantidade de resíduo gerado depende das características da água bruta e da quantidade dos produtos químicos usados no processo de tratamento de água.

Na etapa de floculação e decantação é gerado um resíduo rico em matéria orgânica, micro e macro-nutrientes e metais potencialmente tóxicos, denominado lodo de estação de tratamento de água (TEIXEIRA; MELO; SILVA, 2005).

Grande parte dos resíduos gerados na ETA, tem como seu principal destino os próprios mananciais de captação, agregando uma elevada carga poluidora. A NBR 10.004/87 e a Lei Estadual de São Paulo nº 12.493/92 restringem e, até mesmo, proíbem essa prática, sugerindo que os lodos devam ser reciclados e/ou reutilizados. Recentemente, segundo Botero (2009), a fiscalização tornou-se mais efetiva, sugerindo à ETA a reutilização dos lodos.

No Brasil, a primeira norma sobre padrões de potabilidade da água foi publicada pelo Estado de São Paulo por meio do Decreto Estadual nº 15.642 de 9 de fevereiro de 1946, e na

época foram estabelecidos parâmetros mínimos de qualidade de água potável (SÃO PAULO, 1946).

Em 05 de julho 1958 foi publicado o Decreto Estadual nº 33.047, que estabeleceu novos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos e padronizou as condições de potabilidade das águas destinadas à alimentação (SÃO PAULO, 1958). Este decreto serviu de base para a legislação federal sobre o tema na década de 1970.

A Resolução do CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) classifica a água de acordo com os diferentes usos, podendo ser água doce, salina ou salobra e são enquadradas em classes. Somente a água doce pode ser usada para abastecimento para consumo humano após tratamento (VON SPERLING, 2014). O Quadro 1 apresenta os tipos de tratamento por classe de água doce segundo a Resolução do CONAMA nº 357 de 2005 com relação à água doce, estabelecendo o tipo de tratamento necessário para cada classe de água doce.

Quadro 1 - Tipos de Tratamento por Classe de Água Doce

Classe	Tipo de tratamento
Classe especial	Processo de desinfecção
Classe I	Tratamento simplificado
Classe II	Tratamento convencional
Classe III	Tratamento convencional ou avançado

Fonte: BRASIL (2005).

Conforme a Resolução do CONAMA nº 357, as classificações das águas são representadas pelos seguintes critérios (BRASIL, 2005):

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

II - Classe 1: águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução do CONAMA nº 274, (BRASIL, 2000); d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - Classe 2: águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução do CONAMA nº 274, (BRASIL, 2000); d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e) à aquicultura e à atividade de pesca.

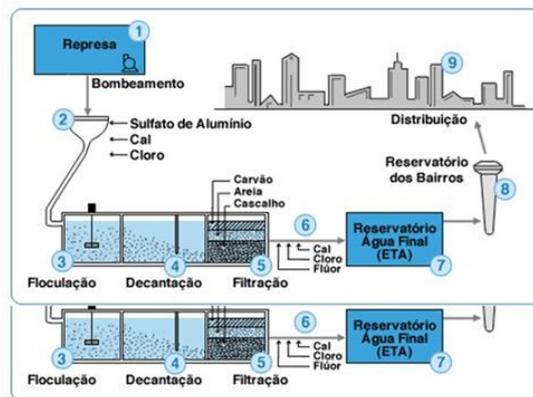
IV - Classe 3: águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e) à dessedentação de animais.

V - Classe 4: águas que podem ser destinadas: a) à navegação; b) à harmonia paisagística.

O sistema de abastecimento de água é extremamente importante para garantir o fornecimento desse recurso para população. A ETA, componente principal desse sistema, é responsável pelo tratamento de água, transformando água adequada para consumo humano em água potável, ou seja, aquela que atende os parâmetros estabelecidos na Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

A ETA do tipo convencional ou completo é a mais utilizada nas cidades brasileiras (Figura1). Esse sistema de tratamento é responsável por remover partículas finas em suspensão ou dissolvidas na água bruta. Para que o processo de tratamento de água seja eficiente é necessário a adição de coagulantes químicos a base de ferro ou alumínio. A aplicação desses produtos desestabiliza as partículas coloidais que estão presentes na água bruta, formando grandes flocos que posteriormente serão removidos por sedimentação ou filtração. Os sais de ferro e alumínio são usados no processo de coagulação da água, onde por meio de suas cargas e de seus produtos de hidrólise são responsáveis por desestabilizar as partículas coloidais. Para que esses sais tenham uma ação eficiente na formação de flocos, há necessidade de mistura rápida para dispersão desses reagentes e mistura lenta para formação final desses flocos (CORDEIRO, 1999).

Figura 1 - Sistema de tratamento de água em ciclo completo



Fonte: SABESP (2021a).

Além da disponibilização de água conforme os parâmetros estabelecidos, as concessionárias devem prover o gerenciamento dos resíduos gerados em seus processos, a Lei nº 9.605, denominada Lei de Crimes Ambientais, em seu Capítulo V – seção III “Da Poluição e outros crimes Ambientais”, classifica como crime, no artigo 54, “causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora” (BRASIL, 1998, s/p).

O parágrafo 2º, inciso V, do mesmo artigo 54, prevê “para o crime de lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, detritos, óleos ou substâncias oleosas em desacordo com as exigências estabelecidas” pena de reclusão de um a cinco anos (BRASIL, 1998)

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ABNT (2004), os resíduos da ETA foram incluídos na NBR 10.004 como resíduos sólidos podendo ser classificados como: Resíduos Classe I – Perigosos; Resíduo Classe II – Não perigosos; Resíduos Classe II A – Não

inertes; Resíduos Classe II B – Inertes. Na grande maioria dos casos, os resíduos da ETA são classificados como resíduos de classe II A.

### **3. Indicadores de sustentabilidade**

O termo "indicador", segundo Hammond *et al.* (1995), provém do latim, do verbo *indicare*, que significa divulgar ou apontar, anunciar ou tornar público, ou ainda estimar ou avaliar.

A construção de indicadores de desenvolvimento sustentável foi necessária para o monitoramento e medição dos avanços relacionados com as metas definidas pela Agenda 21, cuja agenda foi criada com a finalidade de propor ações a respeito do desenvolvimento sustentável.

Hammond *et al.* (1995) destacam que os indicadores permitem estabelecer relações com questões de grande significância ou que tornam perceptíveis tendências ou fenômenos que não são detectáveis de forma direta. Para a *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) (OECD, 1993), um indicador pode ser definido como um parâmetro ou valor derivado de parâmetros, de forma a possibilitar a obtenção de informações sobre um determinado fenômeno.

Indicadores são imprescindíveis para direcionar as tomadas de decisão quanto à sustentabilidade, pois como destaca Veiga (2010), avaliar, mensurar e monitorar a sustentabilidade exige englobar indicadores. Nessa linha, Meadows (1998) esclarece que os indicadores são parte essencial do fluxo de informações usadas para entender o mundo, tomar decisões e planejar as ações.

Para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2015), os indicadores fornecem subsídios para monitorar a sustentabilidade ambiental, social, econômica e institucional do modelo de desenvolvimento do Brasil, cuja análise deve ser feita em conjunto, e não individualmente.

Conforme Van Bellen (2004) os indicadores devem ser usados para resumir e quantificar as informações, com intuito de simplificar as informações sobre fenômenos complexos para auxiliar o processo de comunicação.

Hammond *et al.* (1995) destacam algumas características necessárias aos indicadores: dirigido ao usuário; relevante politicamente e altamente agregado.

Entretanto, Meadows (1998) assinala algumas armadilhas no processo de escolha e utilização de indicadores: excesso de agregação; medir o que é mensurável, ao invés do que é importante; dependência de um modelo falso; falsificação deliberada; desviar a atenção da realidade; excesso de confiança; Incompletude.

Brasil (2011) destaca que vem sendo realizados esforços no âmbito nacional e internacional para a produção de indicadores de desenvolvimento sustentável no sentido de monitorar a dimensão ambiental juntamente com as dimensões social, econômica e institucional.

Segundo Gallopin (1996), os indicadores mais desejados são aqueles que resumem ou simplificam as informações relevantes, fazem com que certos fenômenos que ocorrem na realidade se tornem mais aparentes, aspectos particularmente importantes na gestão ambiental. É necessário que sejam quantificadas, mensuradas e comunicadas as ações relevantes.

Para Tunstall (1992, 1994), os indicadores devem ser observados a partir de suas funções, que são: avaliar condições e tendências; efetuar a comparação entre lugares e situações; avaliar condições e tendências em relação às metas e objetivos; prover informações de advertência; antecipar futuras condições e tendências.

#### **4. Resultados e discussões**

A seguir serão discutidos sobre os indicadores de sustentabilidade ambientais selecionados no contexto das estações de tratamento de água. Os indicadores abordados neste estudo são: índice de perdas; consumo médio *per capita* de água e qualidade da água em relação ao cloro residual.

##### **Índice de perdas**

Em geral o sistema de estações de tratamento de água tem elevadas perdas de água. Conforme Tardelli Filho (2016), as perdas nas redes de distribuição de água representam a diferença entre o que se disponibilizou de água potável e o que se mediu nos hidrômetros, entretanto as perdas não refletem apenas os vazamentos, podem ocorrer erros nas medições ou mesmo fraudes.

Para Alegre *et al.* (2006), as perdas se dividem em dois tipos: físicas (vazamentos nas tubulações e reservatórios) e aparentes (erros de medição, fraudes e falhas no sistema de medição).

De acordo com Miranda e Teixeira (2004), um sistema de abastecimento de água em que o índice de perdas está superior a 30% é considerado muito desfavorável, se esse índice estiver entre 15% e 30% é classificado como desfavorável, e para um índice abaixo de 15%, torna-se favorável.

O Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS) contém a série histórica do período 1995 a 2019 sobre Índice de Perdas na Distribuição (IN049); Índice de Perdas por Ligação e na Distribuição (IN051), fornecidos pelas prestadoras dos serviços de água e esgotos, como companhias estaduais, autarquias ou empresas municipais, departamentos municipais e empresas privadas e Extensão da rede de água (AG005).

##### **Consumo médio *per capita* de água**

O consumo *per capita* de água indica, em média, o quanto cada habitante está consumindo. Em geral a água fornecida pela ETA destina-se ao consumo doméstico. Elevado consumo de água por habitante, significa um impacto maior sobre os recursos hídricos.

Conforme Fernandes Neto (2003), o uso da água está diretamente relacionado ao padrão econômico e social da população, e via de regra, quanto maior a renda, mais elevado será o consumo. O valor recomendado pela Organização das Nações Unidas (ONU) é de 110 l/hab.dia (SABESP, 2021b).

Vale destacar que o elevado consumo de água por uma determinada população pode sobrecarregar o sistema e dificultar o atendimento do volume mínimo necessário para outros indivíduos, e com consequência gera a exposição a doenças de veiculação hídrica, sobretudo em tempos de pandemia, como vem ocorrendo com a Covid-19, deixando muitas vezes as pessoas mais vulneráveis desassistidas do recurso água, recurso esse imprescindível no combate à contaminação da doença. A média nacional de atendimento de água é igual a 93,2% (SNIS, 2019).

O Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS) contém a série histórica do período 1995 a 2019 sobre População total atendida com abastecimento de água (AG001); Extensão da rede de água (AG005); Volume de água produzido (AG006); Volume de água tratada em ETA (AG007); Volume de água consumida (AG010); Volume de serviço (AG024); População urbana atendida com abastecimento de água (AG025).

### **Qualidade da água em relação ao cloro residual**

A qualidade da água para consumo humano deve atender ao disposto na Portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde. Esse documento disciplina os procedimentos e obrigações quanto à coordenação e vigilância da água para o consumo humano, bem como os critérios de potabilidade. Ressalta-se que os prestadores de serviços de abastecimento de água devem seguir os preceitos desta Portaria.

Segundo a Portaria nº 2.914 de 2011 dentre as exigências ao Sistema ou Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento de Água para Consumo Humano destacam-se

exigência, junto aos fornecedores, do laudo de atendimento dos requisitos de saúde estabelecidos em norma técnica da ABNT para o controle de qualidade dos produtos químicos utilizados no tratamento de água; [...] assegurar pontos de coleta de água na saída de tratamento e na rede de distribuição, para o controle e a vigilância da qualidade da água (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011, s/p).

A partir do exposto, nota-se que os fornecedores de água possuem grande responsabilidade sob a qualidade da água inclusive a respeito dos produtos químicos utilizados no seu tratamento, como é o caso do uso cloro.

Um estudo realizado por Guarda *et al.* (2017) para analisar a qualidade da água de abastecimento e consumo humano de um hospital do estado de Minas Gerais, ressaltam que a crise hídrica vivenciada em 2015, na região sudeste do Brasil, levou à adição de água subterrânea ao abastecimento do hospital em estudo. Com essa adição, “não foram encontrados valores de cloro residual, provavelmente devido à diluição ocorrida entre a água superficial tratada e a água subterrânea adicionada” (GUARDA *et al.*, 2017, p. 22).

Na análise da qualidade da água para consumo é importante coletar amostras para análises da qualidade, segundo o SNIS (2019, p. 58) a amostra é retirada com o objetivo de proceder com “análises físico-químico-bacteriológicas para monitoramento da qualidade da água, nos termos da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde”.

No processo de coleta são retiradas amostras para verificar por exemplo, o cloro residual. Segundo o SNIS (2019, p. 42) a coleta é realizada “na(s) saída(s) da(s) unidade(s) de tratamento e no sistema de distribuição de água (reservatórios e redes), para aferição do teor de cloro residual livre na água”.

O estudo de Guarda *et al.* (2017, p. 23) ao analisar as amostras de água hospitalar notou-se que a qualidade não atendia aos critérios definidos na Portaria 2.914 de 2011, pois os resultados revelaram “ausência de cloro residual e alta incidência de coliformes totais e termotolerantes” nas amostras estudadas.

Acompanhar a qualidade da água para consumo é de fundamental importância para garantir os padrões de potabilidade e condições de saúde da população. Neste sentido as estações de tratamento de água devem seguir aos procedimentos que geram a qualidade da água e reduzam riscos à saúde.

## 5. Conclusões

O estudo realizado possibilitou a discussão dos indicadores de sustentabilidade: índice de perdas; consumo médio per capita de água; qualidade da água em relação ao cloro residual, referentes ao processo de tratamento de água no Brasil. As evidências dos parâmetros analisados geram preocupações, sendo necessário aprofundar sobre esse tema.

Promover o acesso à água potável apresenta-se como um dos grandes desafios para o século XXI e neste contexto, as condições dos recursos hídricos disponíveis, o tratamento e a distribuição de água para abastecimento público que ocorrem nas estações de tratamento de água representam aspectos fundamentais para o atendimento da demanda desse valioso recurso para os diversos segmentos da sociedade.

É necessário garantir os padrões de potabilidade e as condições de saúde para a população. O uso de indicadores de sustentabilidade em estações de tratamento de água pode favorecer a identificação de problemas e soluções quanto a quantidade e qualidade da água de forma a reduzir os riscos da falta desse recurso para o atendimento das demandas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA 2030. **Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em: <<http://www.agenda2030.org.br/ods/6/>>. Acesso em: 05 out. 2020.

ALEGRE, H. *et al.* **Performance Indicators for Water Supply Services**, IWA Publishing, Second Edition, 2006.

ANA. Agência Nacional de Águas. **ODS 6 no Brasil: visão da ANA sobre os indicadores.** Brasília-DF, 2019. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/publicacoes/ods6/ods6.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2020.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004 - Classificação de Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro. 2004

ARTAXO, P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas, **Estudos Avançados**, v. 34, n. 100, p. 53–66, 2020. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142020000300053&lang=en](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142020000300053&lang=en)>. Acesso em: 03 fev. 2021.

BOTERO, W. G. **Caracterização de lodo gerado em estações de tratamento de água: perspectivas de aplicação agrícola.** Quim. Nova, v. 32, n. 8, p. 2018-2022, 2009.

BOSSEL, H. **Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications.** Published by the International Institute for Sustainable Development, 1999.

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei nº 9605 de abril de 1998.** Dispõe sobre Sanções Penais e Administrativas Derivadas de Condutas e Atividades Lesivas ao Meio Ambiente. Diário Oficial da República, Brasília, 1998.

BRASIL, CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2005.

BRASIL, CONAMA. **Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000.** Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Saúde ambiental: guia básico para construção de indicadores.** Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Brasília: Ministério da Saúde, 2011. 124 p. il. – (Série B. Textos Básicos de Saúde). Disponível em: <[https://repositorio.observatoriodocuidado.org/bitstream/handle/handle/1609/saude\\_ambiental\\_guia\\_basico.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.observatoriodocuidado.org/bitstream/handle/handle/1609/saude_ambiental_guia_basico.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 06 jun. 2021.

CONAMA. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Brasília: Diário Oficial da União, 2011.

CORDEIRO, J. S. Importância do Tratamento e Disposição adequada do Lodo de Estação de Tratamento de Água. In: REALI, M.A.P, C. V (coord.). **Noções Gerais do Tratamento e Disposição Final do Lodo de Estação de Tratamento de Água**. Rio de Janeiro: ABES, Projeto Prosab,1999.

DEMAJOROVIC, J.; CARUSO, C.; JACOBI, P. R. Cobrança do uso da água e comportamento dos usuários industriais na bacia hidrográfica do Piracicaba, Capivari e Jundiá. **Revista de Administração Pública**, v. 49, n. 5, p. 1193–1214, 2015. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-76122015000501193&lang=en](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122015000501193&lang=en)>. Acesso em: 03 fev. 2021.

FERNANDES NETO, M. L. **Avaliação de Parâmetros Intervenientes no Consumo per capita de água**: Estudo para 96 Municípios do Estado de Minas Gerais, 146 f., 2003. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

GALLOPIN, G. C. Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators. A system approach. **Environmental Modelling & Assessment**, v. 1, p. 101-117, 1996.

GUARDA, V. L. de; CRUZ, J. C. da; FERNANDES, M. de A. Segurança hídrica: Potabilidade da água de hospitais em Minas Gerais, Brasil. **Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente**, v.5, n. 2, p. 17-24, 2017.

HAMMOND, A., *et al.* Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development. Washington, D.C.: **World Resources Institut**, 1995. Disponível em: <[http://pdf.wri.org/environmentalindicators\\_bw.pdf](http://pdf.wri.org/environmentalindicators_bw.pdf)>. Acesso em: 02 abr. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**: Brasil 2015, IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais [e] Coordenação de Geografia. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2021.

MEADOW, D. **Indicators and information Systems for Sustainable Development**, 1998. Hartland: The Sustainability Institute, 1998. 78 p. Disponível em: <<https://donellameadows.org/wp-content/userfiles/IndicatorsInformation.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em: 17 mai. 2021.

MIRANDA, A. B.; TEIXEIRA, B. A. N. Indicadores para o monitoramento da sustentabilidade em sistemas urbanos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 269-279, 2004.

OCDE. ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **Organization for Economic Cooperation and Development: core set of indicators for environmental performance reviews**: A synthesis report by the Group on the State of the Environment. Environment Monographs n. 83. Paris: OECD, 1993

ONU-BR. Organização das Nações Unidas – Brasil, 2019. **Conheça os novos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>>. Acesso em: 02 out. 2020.

RICHTER, C. A. **Tratamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2009.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo S.A. **Tratamento de água**. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoid=47>>. Acesso em: 06 jun. 2021, 2021a.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo S. A. **Dicas de Economia**. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoid=140>>. Acesso em: 06 jun. 2021, 2021b.

SÃO PAULO. Decreto Lei nº 15.642, de 9 de fevereiro de 1946. Aprova o regulamento do policiamento da alimentação pública. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 10 dez., 1946.

SÃO PAULO. Decreto Estadual nº 33.047 de 4 de julho de 1958. Padroniza as condições das águas de alimentação. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 05 jul., 1958.

SACHS, J. **The age of sustainable development**. New York: Columbia University Press, 2015.

SNIS. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Glossário**. Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019.

TARDELLI FILHO, J. Aspectos relevantes do controle de perdas em sistemas de abastecimento de água. **Revista DAE**, p. 6-20, 2016.

TEIXEIRA, S. T.; MELO, W. J.; SILVA, E. T. Aplicação de lodo da estação de tratamento de água em solo degradado. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.40, n.1, p. 91-94, 2005.

TUNSTALL, D. Developing environmental indicators: definitions, framework and issues. Background materials for the World Resources Institute. In: **Workshop on Global Environmental Indicators**, December 7-8, 1992, Washington, D.C., World Resources Institute, 1992. (Draft paper).

TUNSTALL, D. **Developing and Using Indicators of Sustainable Development in Africa: Na Overview**. (Draft paper). Prepared for the Network for Environment and Sustainable Development in Africa (NESDA). Thematic Workshop on Indicators of Sustainable Development, Banjul, The Gambia, p. 16-18, 1994.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **A água**. São Carlos: Scienza, 2020.

VAN BELLEN, Hans Michael. Indicadores de sustentabilidade - um levantamento dos principais sistemas de avaliação. **Cadernos EBAPE.BR**, v. II, n. 1, 2004.

VEIGA, J. Indicadores de sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 40-52, 2010.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. Minas Gerais: Editora UFMG, v. 1, 4. Ed., 2014