



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS**  
**ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA**  
**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**LANA DOS SANTOS CARDOSO**

---

**ESTUDO CIENCIOMÉTRICO SOBRE OS TIPO DE  
ABORDAGEM NA PUBLICAÇÕES SOBRE O  
TRATAMENTO DOS EFLUENTES NO BRASIL**

---

**Goiânia**  
**2021**

**LANA DOS SANTOS CARDOSO**

---

---

**ESTUDO CIENCIOMÉTRICO SOBRE OS TIPO DE  
ABORDAGEM NA PUBLICAÇÕES SOBRE O  
TRATAMENTO DOS EFLUENTES NO BRASIL**

---

---

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás como requisito obrigatório para a obtenção do Título de Bacharel em Biologia.

Orientadora Ana Maria da Silva Curado Lins, MSc.

**Goiânia**

**2021**

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA CIÊNCIAS  
BIOLÓGICAS**

**BANCA EXAMINADORA DA MONOGRAFIA**

**Aluna: Lana Dos Santos Cardoso**

---

**Orientador:** Ana Maria da Silva Curado Lins, MSc.

**Membros:**

1. Dr. LUIZ AUGUSTO DA COSTA PORTO.
2. SARA ROMANA DIAS DIONIZIO, MSc.

***Dedico este trabalho à Deus, meus pais, minha família, meus amigos e professores que acreditaram e me ajudaram a trilhar este caminho, mesmo eu não sabendo que poderia ser capaz de chegar até aqui, eles nunca deixaram de acreditar em mim.***

## AGRADECIMENTOS

---

Primeiramente à Deus, que me deu o dom da vida e poder chegar aqui, que é minha fonte de fortaleza e confiança, que ilumina meus passos, clareia meus pensamentos, que derrama inúmeras graças sobre minha vida, me fazendo trilhar caminhos maravilhosos como esse que estou trilhando.

À minha família, principalmente aos meus pais, pelo amor, apoio, pelo os esforços que fizeram para me ajudar a chegar até aqui, especialmente pela minha mãe uma mulher de uma coragem infinita, que não mediu esforços para me apoiar e sempre esteve ao meu lado me encorajando com palavras de carinho, amor e confiança.

À Minha orientadora, professora Ana Maria, deixo meus infinitos agradecimentos por ter me aceitado como orientanda, agradeço de coração por não ser apenas uma orientadora, mas por ser como uma mãe, amiga, que mergulhou comigo de cabeça para a elaboração deste estudo. Que me motivou sempre e não me deixou desistir de tudo diante os problemas encontrados neste período. Deixo minha admiração pelo carisma e autenticidade que você tem quanto mulher, filha, esposa, mãe e profissional. Agradeço genuinamente pelos ensinamentos, por toda paciência, calma e tranqüilidade e pela confiança que depositou em mim.

Deixo minha eterna gratidão a todos os professores, pois são vocês que nos inspira e faz acreditar que a ciência move tudo. Gratidão por todos os ensinamentos repassando, pela a formação profissional e humana, que cada um passou e acrescentou, pelo seu modo de ser dentro do ambiente acadêmico. Deixo meus específicos agradecimentos aos professores Rodrigo Mariano e Maria Vilma que sempre foram muito presente ao decorrer da minha vida acadêmica. E o meu Muito Obrigada á toda essa equipe de professores do curso de Ciências Biológicas.

Agradeço a todas as amigas que foram criadas durante esse ciclo, e as amizades que irei levar para a vida. Principalmente à Amanda e Maria Julia que estiveram comigo na reta final do curso, que foram companhias que me suportou durante os momentos de desesperos, mas que compartilharam risos nos bons momentos, gratidão por todo apoio e por me mostrar que eu não estava só.

À PUC Goiás por me proporcionar grandes experiências e amadurecimento, e felicidades, e me proporcionar a formação tanto humana e quanto profissional, agradeço ao programa de Bolsa Social, por me conceder a oportunidade da realização de um sonho ser uma universitária em formação para o mercado de trabalho. Gratidão pelo ITS – Instituto Trópico Subúmido, pela oportunidade de estágio em uma área que

fez expandir meu conhecimento e mudou a minha forma de olhar para o meio ambiente, agradeço especialmente aos professores Roberto Malheiros e Helaine Resplastes pelos ensinamentos.

Deixou meus agradecimentos à empresa Savana Meio Ambiente, que me deu a oportunidade de estágio, que tem grande colaboração para minha formação de profissional a qual me mostrou o empenho e cuidado que devo ter diante do trabalho que executo, e assim fazendo ter responsabilidades técnica sobre o que estou desenvolvendo. A responsabilidade está, que tem um peso e me deixa feliz em já estar me assumindo como uma bióloga profissional.

*“Nada é pequeno se for feito com amor.”*

Santa Teresinha do Menino Jesus.

## RESUMO

---

O planeta Terra possui dois terços da sua superfície ocupada pela água, considerada o solvente universal da biosfera. Para a preservação da condição da água potável, é necessário que haja cuidado com os descartes no meio ambiente, principalmente os efluentes, uma vez que os esgotos que são despejados têm como decorrência a contaminação da água e do solo. O objetivo do presente estudo foi verificar as tendências globais de conhecimento sobre os diferentes tipos de abordagens nas publicações sobre tratamentos de efluentes no Brasil que garantem a qualidade dos efluentes devolvidos ao meio ambiente. Para isso, foram considerados documentos elaborados entre o período de 2015 – 2021, a partir de um levantamento realizado no *Scielo*, para construção da base de dados. Foram encontrados 318 artigos e selecionados 38, segundo os critérios de inclusão e exclusão. Foi observado que a produção científica oscila no período, que as regiões de maior produção foram as Sudestes e Sul, e que a principal abordagem encontrada nas publicações foi sobre o a produção do lodo o seu descarte e como pode ser utilizado em demais áreas.

Palavras-chaves: ETE (Estação de Tratamento de Esgoto); Efluentes; Cenciometria.



## ABSTRACT

---

Planet Earth has two thirds of its surface occupied by water, considered the universal solvent of the biosphere. In order to preserve the condition of drinking water, care must be taken with disposal into the environment, especially effluents, since the sewage that is discharged results in water and soil contamination. The aim of this study was to verify global trends in knowledge about different types of approaches in publications on effluent treatments in Brazil that guarantee the quality of effluents returned to the environment. For this, documents prepared between the period 2015 - 2021 were considered, based on a survey carried out in *Scielo*, for the construction of the database. Of 318 articles were found and 38 were selected, according to the inclusion and exclusion criteria. It was observed that scientific production fluctuates in the period, that the regions of greatest production were the Southeast and South, and that the main approach found in the publications was on the production of sludge, its disposal and how it can be used in other zone.

Keywords: Sewage Treatment Stations ; Effluents; Scientometric.

---

## LISTA DE QUADROS

---

<b>Quadro 1:</b> Padrões para classificação da balneabilidade dos corpos d'água estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000 .....	20
<b>Quadro 2:</b> Padrões para classificação da potabilidade dos corpos d'água estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 .....	20
<b>Quadro 3:</b> Padrões de Referência para emissão de efluentes nas legislações: Resolução CONAMA Nº 430/2011.....	22
<b>Quadro 4:</b> Discriminação da quantidade de trabalhos por região e por ano, no período de 2015 a 2021 em trabalhos que investigaram os parâmetros de eficiência das estações de tratamento de esgoto.....	28
<b>Quadro 5:</b> Participação de autores em colaboração e em mais de um artigo, os de marcação azul autores que participação em colaboração, os autores em vermelho que publicaram mais de um artigo.....	29
<b>Quadro 6:</b> Artigos que foram selecionados para produção deste estudos, seus títulos respectivos autores, e as tecnologias que foram identificadas em cada estudo .....	30

---

## LISTA DE FIGURAS

---

<b>Figura 1:</b> Índice de atendimento de coleta e tratamento de esgoto à população brasileira em 2019 .....	23
<b>Figura 2:</b> Discriminação do volume de publicação de trabalhos que investigaram a qualidade da água para consumo humano no Brasil por ano no período de 2015 a 2021 .....	26
<b>Figura 3:</b> Discriminação do percentual de publicação de trabalhos que utilizaram tecnologias para eficiência no tratamento de efluentes, por regiões brasileiras, no período de 2015 .....	27
<b>Figura 4:</b> Discriminação da quantidade de autor em publicações, no período de 2015 a 2021 em trabalhos que investigaram os parâmetros da eficiência das estações de tratamento de esgoto no Brasil .....	29
<b>Figura 5:</b> Discriminação da quantidade de revistas e publicações por ano, no período de 2015 a 2021 em trabalhos que investigaram as tecnologias do tratamento de esgoto.....	30
<b>Figura 6:</b> Diferentes tipos de abordagens encontradas nas publicações utilizadas neste estudo.....	30

---

# SUMÁRIO

---

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 Importância da Água.....	12
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	13
<b>2.1 Geral</b> .....	13
<b>2.2 Específicos</b> .....	13
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	14
<b>3.1 Importância da água</b> .....	14
<b>3.2 Monitoramento da qualidade da água</b> .....	15
<b>3.3 Gestão dos recursos hídricos</b> .....	17
<b>3.4 Tratamento de efluente</b> .....	20
<b>3.5 Caracterização da cienciometria</b> .....	22
<b>4 MATERIAL E MÉTODO</b> .....	24
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	25
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	35
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	36

---

# 1 INTRODUÇÃO

---

## 1.1. Importancia da água

Segundo Tundisi (2003), o planeta terra possui dois terços da sua superfície ocupada pela água, que não está distribuída geograficamente de forma uniforme.

De toda água do planeta 97,3% é salgada, formando os oceanos e mares, e apenas 2,7% é constituído por água doce, sendo encontrada em rios, lagos, ou em qualquer outra formação de corpo d'água superficial. As águas subterrâneas estão estimadas em 30% desses 2,7% de água doce do planeta (UNEP 2008), e as superficiais que não estão presas nas geleiras são utilizadas para sustentação da maioria dos seres vivos terrestres (GIAMPÁ; GONÇALES, 2005; REMOA; GOUVER, *et al.*, 2015 ).

A água é considerada o solvente universal da biosfera e pode apresentar variação no seu estado físico (líquido, sólido e gasoso), na localização (superficial e subterrânea) e nas suas características químicas (salgada e doce) (TUNDISI, 2003). Sendo essencial para a existência da vida, é de fundamental importância para o equilíbrio ecológico, já foi considerada como um recurso natural inesgotável, pois se acreditava que os mananciais de águas puras e cristalina nunca se esgotariam (AZEVEDO, 1999; BAIRD, 2002; SILVA *et al.*, 2013).

O Brasil possui uma posição privilegiada em disponibilidade de corpos hídricos para diversas utilidades. Esta posição é em função da vazão média anual dos nossos rios ser de aproximadamente 179 mil m<sup>3</sup>/s. Ou seja, 12% da disponibilidade de água doce superficial do planeta (ANA, 2010).

O impacto do lançamento de efluentes de estações de tratamento de esgotos - ETEs – em corpos d'água é motivo de grande preocupação para a maioria dos países. As legislações ambientais, procuram estabelecer critérios e políticas para influir, tanto nas condições de descarga, quanto no nível de tratamento exigido. Para assim, garantir que os impactos ambientais provocados pela disposição destes efluentes tratados sejam aceitáveis (OLIVEIRA, 2006).

## 2 OBJETIVOS

---

### 2.1 Geral

Descrever as tendências do conhecimento sobre as diferentes abordagens nas publicações envolvendo tratamento de efluentes no Brasil que garante a qualidade dos mesmos que são devolvidos ao meio ambiente.

### 2.2 Específicos

- Listar qual (ais) tipo(s) de abordagem dos trabalhos produzidos no período de 2015 - 2021;
- Identificar quais são os anos com maior número de publicações;
- Identificar os autores que pesquisam sobre o tratamento dos efluentes no Brasil e listar também as revistas que seus estudos foram publicados.
- Identificar as regiões brasileiras que mais publicaram sobre o tratamento dos efluentes no Brasil.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

---

#### 3.1 - Importância da água

Segundo Tundisi (2003), o planeta terra possui dois terços da sua superfície ocupada pela água, que não está distribuída geograficamente uniforme. A água é considerada o solvente universal da biosfera e pode apresentar variação no seu estado físico (líquido, sólido e gasoso), na localização (superficial e subterrânea) e nas suas características químicas (salgada e doce).

De toda água do planeta 97,3% é salgada, formando os oceanos e mares, e apenas 2,7% é constituído por água doce, sendo encontrada em rios, lagos, ou em qualquer outra formação de corpo d'água superficial. As águas subterrâneas estão estimadas em 30% desses 2,7% de água doce do planeta (UNEP, 2008). As superficiais que não estão presas nas geleiras são utilizadas para sustentação da maioria dos seres vivos terrestres (GIAMPÁ; GONÇALES, 2005; REMOA; GOVER, *et al.*, 2015).

O Brasil possui uma posição privilegiada em disponibilidade de corpos hídricos para diversas utilidades, esta posição é em função da vazão média anual dos nossos rios ser de aproximadamente 179 mil m<sup>3</sup>/s ou seja, 12% da disponibilidade de água doce superficial do planeta (ANA, 2010). A colaboração para esta vazão vem da Amazônia que detém 74% dos corpos hídricos superficiais e do país. Em contexto brasileiro focando no Estado de Goiás está inserido em uma posição intermediária, pois o nosso território está localizado entre três grandes regiões hidrográficas sendo elas Tocantins - Araguaia, Paraná e São Francisco nas quais detem vazões medianas com disponibilidade específica (ROSA, 2020; SHIKLOMANOVET *et al.*, 2000; MACHADO, 2006; GOMES, 2008; MARENCO, J. A. *et al.*, 2008). Além do Estado possuir essas três grandes regiões de corpos hídricos, seu território está sobre a excelente qualidade de água do Sistema Aquífero Guarani (SAG). Principalmente nas áreas de afloramento, muitas cidades dependem de forma parcial ou total das águas subterrâneas (OLIVERIA, 2009).

Como os mananciais não estão distribuídos uniformemente pelo território nacional, apesar da rica disponibilidade de água no Brasil, os brasileiros não estão livres de sofrer com a escassez e conseqüente do mau uso da água pelas grandes populações humanas. Então surge a discussão sobre a escassez e a diminuição das reservas de águas limpas, não só no Brasil, mas em todo planeta, com o foco das preocupações do

---

uso com e crescente demanda doméstica, industrial, agropecuária entre outras (GIAMPÁ; GONÇALES, 2005; ANA, 2010).

O ser humano faz uso das águas superficiais que corresponde a toda água que se acumula e tem escoamento sob o solo e da água subterrânea que são armazenadas nos aquíferos. Devido a essa diversificação da classificação das águas, foi criada a Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, de 17 de março de 2005, que faz a classificação das águas superficiais sendo; doces, salobras e salinas, este enquadramento se estabelece ainda por mais treze categorias que vai de acordo com os parâmetros existentes nas águas (SILVA, *et al.*, 2017). As águas subterrâneas correspondem a aproximadamente 90% da água doce do mundo e cerca de 1,5 bilhões de pessoas dependem deste recurso (UNEP, 2008).

A ocupação espacial tem sido responsável pelo aumento da pressão das atividades antrópicas sobre os recursos naturais. O que acontece de forma direta e/ou indireta de forma consciente nos ecossistemas, como por exemplo, contaminação dos ambientes aquáticos, desmatamentos, contaminação de lençol freático e introdução de espécies exóticas, resultando na diminuição da diversidade de habitats e perda da biodiversidade (GOULART e CALLITO, 2003).

Já se sabe que essa degradação segundo Ana (2012), se reflete na perda de produtividade agropecuária, aumento de custo nas vias para tratamento das águas que são destinadas ao consumo, aumento de casos de doenças de transmissão hídrica, e assim, aumento de desenvolvimento de comorbidades e custos hospitalares devido a internação, e também a perda de arrecadação de fundos por meio turístico, cultural e paisagístico.

### 3.2- Monitoramento da qualidade da água.

Segundo a Lei nº 9866/97, mananciais são as águas interiores subterrâneas, superficiais, fluentes, emergentes ou em depósito, efetiva ou potencialmente utilizáveis para o abastecimento público. Estudos analisam que a fiscalização das águas dos mananciais para o abastecimento público é uma ferramenta importante, tanto para o controle da qualidade hídrica quanto para tomada de decisões corretivas e preventivas (BOLLMANN, 2003).

O artigo 2º da Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH possui as seguintes definições:

I - água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratadas ou não;

---



II - reuso de água: utilização de água residuária;

III - água de reuso: água residuais, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;

IV - reuso direto de água: uso planejado de água de reuso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;

V - produtor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reuso;

VI - distribuidor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reuso;

VII - usuário de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que utiliza água de reuso (BRASIL, 2005).

O monitoramento limnológico trata notadamente da qualidade da água dos ecossistemas aquáticos continentais, abrangendo os rios e lagos (WETZEL, 2001). A qualidade de água depende do uso do solo da bacia hidrográfica e de suas características naturais (SPERLING, 2005).

A demanda de água superficial depende da combinação dos fatores climáticos e geológicos (COPELLO, 2017). O ciclo da água depende de uma diversidade de fatores como; quantidade, precipitação, composição, estrutura da vegetação e substrato. Para essa quantificação, constitui-se também de alguns parâmetros como: características físicas, químicas e biológicas da água. Os fatores característicos biológicos englobam a biota aquática, que tem como função controlar a propagação de doenças que podem ser transmitidas pela água, já as características físicas da água conforme Telles e Costa (2010) e Nogueira, Costa e Pereira (2015), medem alterações da qualidade da água em relação a cor, turbidez, cloro residual e pH.

De acordo com Jordão e Pessoa (1995), os parâmetros físicos que devem ser observados no monitoramento da qualidade da água são temperatura (T), sólidos totais dissolvidos (STD), condutividade elétrica (CE), turbidez (Turb), pH e cloro residual livre (CRL), e os biológicos são presença de coliformes totais (CT) e *Escherichia coli* (*E. coli*) nas águas tratadas, principalmente pelo fato de o último parâmetro citado ser o mais importante indicador na contagem dos grupos coliformes (ALVES *et al.*, 2016).

Para tentar mitigar essa problemática é indicado o monitoramento e avaliação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, permitindo a caracterização e a análise das bacias hidrográficas. Este se torna fundamental para identificar a vulnerabilidade dos cursos hídricos, e assim compreendendo a dinâmica destes ecossistemas, olhando

---

especificamente o descarte de materiais e substâncias nocivas, esgoto doméstico e industrial, além de outros resíduos de origem industrial, humana e animal (LEITE *et al.*, 2013; COPELLO, 2017).

É desafiante a identificação e o monitoramento desses compostos em águas naturais tais como os descartes dos resíduos de estações de tratamento de esgoto ou do próprio esgoto sem tratamento. Essas ações se tornam grave problema ambiental, pois ocasiona poluição em rios e águas represadas (LEITE *et al.*, 2010), bem como interfere na qualidade das águas para abastecimento de cidades. Mesmo que as estações de esgoto busquem o uso de tecnologias para melhor tratamento do mesmo, estes meios estão sendo insuficientes para garantir a ausência de poluição dos corpos hídricos.

### 3.3 - Gestão dos recursos hídricos

O crescimento populacional se destaca entre os fatores que contribuem para o agravamento do quadro de disponibilidade de água. O aumento na densidade demográfica exige cada vez mais alimentos e energia, além de provocar o aumento do consumo doméstico, industrial e agropecuário de água. Além disso, o uso inadequado dos recursos naturais, o desmatamento, a poluição, o desperdício, a inexistência de políticas públicas que estimulem o uso sustentável e a pouca importância dedicada à educação ambiental têm incrementado o crescimento do consumo da água (BEEKMAN, 1999; FREITAS *et al.*, 2002).

Em 1997 concretizou-se a decisão no Brasil de enfrentar, com um instrumento inovador e moderno (Lei 9.433), o desafio de equacionar a demanda crescente de água para fazer face ao crescimento urbano, industrial e agrícola, os potenciais conflitos gerados pelo binômio, disponibilidade-demanda, e o preocupante avanço da degradação ambiental de nossos rios e lagos. Foi definida, então, a Política Nacional de Recursos Hídricos e criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Em 2000, consolidou-se a ampla reforma institucional do setor de recursos hídricos, através da Lei 9.984, que criou a Agência Nacional de Águas - ANA (ANA, 2002).

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) é a responsável pela coordenação das atividades da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), que atualmente conta com mais de 4 mil estações, que monitoram o volume de precipitação, o nível e a vazão dos mananciais superficiais, a quantidade de sedimentos, a evaporação e a qualidade das águas no território brasileiro (BRASIL, 2011)

---

Os dados obtidos pela ANA por meio da RHN são disponibilizados nos seguintes sistemas: Hidroweb (banco de dados com todas as informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica); Telemetria (dados hidrológicos em tempo real coletados pelas estações denominadas Plataformas de Coletas de Dados - PCDs, transmitidos pelos satélites brasileiros SCD e CBERS); e Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH (BRASIL 2011).

Essas informações são fundamentais, tanto para a gestão dos recursos hídricos por parte da ANA, como para o desenvolvimento de projetos em segmentos da economia dependentes do uso da água, como agricultura, transporte aquaviário, geração de energia hidrelétrica, saneamento, aquicultura (AUGUSTO, 2012, AMARAL 2019).

Os conflitos pelo uso da água decorrem do desequilíbrio entre os usos e os aspectos de quantidade e de qualidade de água. Essa criticidade pode ser agravada por fatores como: os eventos extremos, o aumento acentuado do desmatamento e a falta de investimentos em infraestrutura hídrica, a inexistência de políticas públicas que estimulem o uso sustentável e a pouca importância dedicada à educação ambiental têm incrementado o crescimento do consumo da água (FREITAS *et al.*, 2002, ANA, 2017, ALMEIDA 2020).

Os padrões de potabilidade de água para o abastecimento público, no Brasil, são estabelecidos pelo Ministério do Meio Ambiente, principalmente pela Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000 que define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras (MOURA; ASSUMPÇÃO; BISCHOFF, 2009) (Quadro 1), bem como a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, estabelecendo as condições e padrões de lançamento de efluentes e de outras providências (TERRA *et al.*, 2008) (Quadro 2).

Quadro 1 – Padrões para classificação da balneabilidade dos corpos d'água estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000.

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>UTILIZAÇÃO</b>	<b><i>E. coli</i> (UFC/100 ml)</b>
Recreação de Contato Primário	Atividades de contato direto e prolongado com a água na qual a possibilidade ingerir água é elevada (natação, mergulho, esqui-aquático).	< 800
Recreação de Contato Secundário	Atividades de contato esporádico ou acidental com a água na qual a possibilidade de ingerir água é pequena (pesca e navegação).	< 2500
Impróprio para Recreação	Não deve ser utilizada.	> 2500

Fonte: BORGES, *et al.*, 2014

Quadro 2 – Padrões para classificação da potabilidade dos corpos d'água estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>UTILIZAÇÃO</b>	<b><i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>) (UFC/100 ml)</b>
Classe especial	Consumo humano (desinfecção) e preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.	0
Classe I	Consumo humano (tratamento simplificado); proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas ou não; irrigação de hortaliças e frutas rasteiras que são consumidas cruas e recreação de contato primário.	< 200
Classe II	Consumo humano (tratamento convencional); proteção das comunidades aquáticas; irrigação de hortaliças, plantas frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer, pesca e recreação de contato primário.	< 1000
Classe III	Consumo humano (tratamento convencional ou avançado); irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; pesca amadora; dessedentação de animais e recreação de contato secundário.	< 4000
Classe IV	Navegação e harmonia paisagística.	> 4000

Fonte: BORGES, *et al.*, 2014

Em nosso país o Código Civil de 1916 já se demonstrava preocupação com a cobrança do uso dos recursos hídricos e o Código das Águas, pelo decreto 24.643/34, também apontou para a cobrança, finalmente estabelecida pela Lei no 9433/97 que incide sobre o uso dos recursos hídricos nos seus aspectos quantitativos como a captação e qualitativos como diluição de efluentes. O objetivo da cobrança é o reconhecimento da água como um bem econômico, e desta forma incentivar o a racionalização do seu uso (RODRIGUES, 2005).

Segundo Jacobi (2009), a governança, na gestão hídrica, propõe caminhos teóricos e práticos alternativos que façam uma real ligação entre demandas sociais e seu diálogo em nível governamental. A falta de boa governança (incluindo políticas ineficazes, fiscalização precária, instituições fracas, corrupção), a falta de infraestrutura adequada e a escassez de novos investimentos para a capacitação de recursos

humanos contribuem para o alastramento de problemas de qualidade da água. Portanto, a poluição hídrica e a escassez são, em grande medida, desafios sociais e políticos e de como as pessoas, como parte de uma sociedade coletiva, administram os recursos hídricos e os benefícios associados (ANA, 2011).

### 3.4 - Tratamento de Efluente

A água que consumimos hoje existe desde os primórdios da formação do planeta, porém, o que está se esgotando de forma acelerada e descontrolada é a água doce, a água potável, a água essencial para a continuidade da vida como um todo devido à poluição e contaminação dos recursos hídricos. A Organização Mundial de Saúde (OMS), no ano de 1964, deu a seguinte definição de saúde “completo bem-estar físico, mental e social e não meramente a ausência de doença ou enfermidade”. Tal definição está inteiramente ligada às condições socioambientais da população. Dentro disto se destaca o saneamento básico, pois na lei nº 11.445/07 que estabelece as diretrizes para o saneamento básico, em seu artigo 2º impõe os princípios básicos do saneamento básico no Brasil.

Os padrões de emissão para estes poluentes estão dispostos nas legislações: Resolução CONAMA Nº 430/2011. Estes são estabelecidos para que possam atestar o bom funcionamento do sistema de tratamento de efluentes, e assim evitar prejuízos ao meio ambiente (Tabela 1). O Art. 5º da Resolução CONAMA Nº 430/2011, que dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes e que complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, afirma que os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento. Também o § 1º e 2º desta mesma resolução, diz que as metas obrigatórias para corpos receptores serão estabelecidas por parâmetros específicos e para os parâmetros não incluídos nas metas obrigatórias e na ausência de metas intermediárias progressivas, os padrões de qualidade a serem obedecidos no corpo receptor são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado (BRASIL, 2011).

Quadro 3 – Padrões de Referência para emissão de efluentes nas legislações: Resolução CONAMA Nº 430/2011.

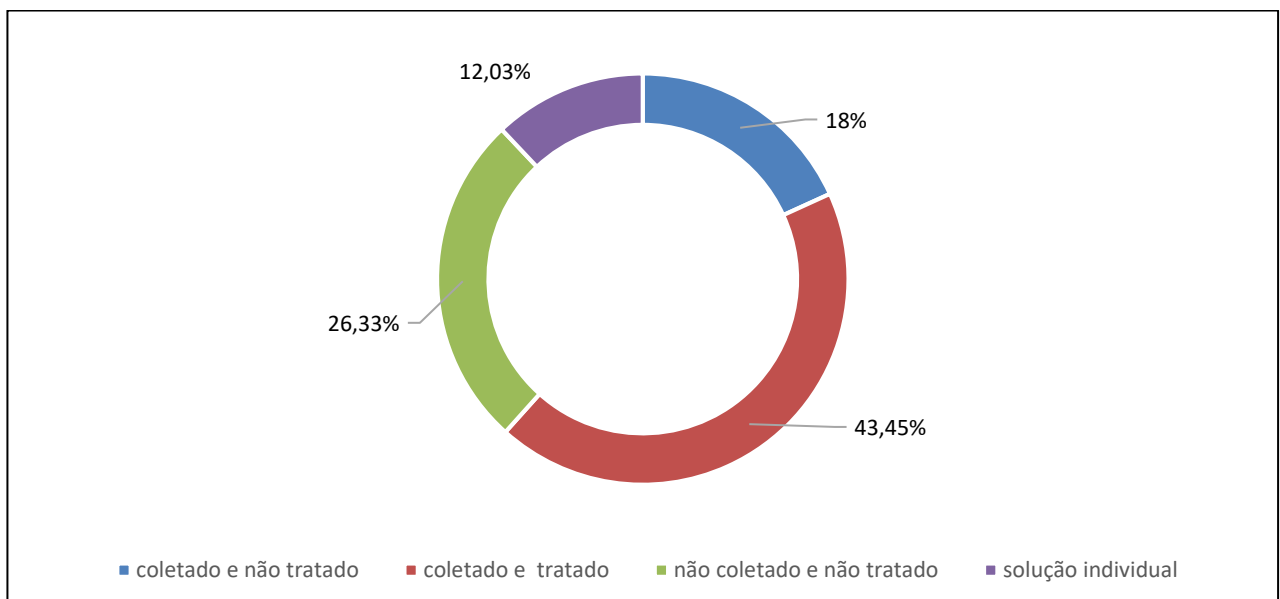
<b>Parâmetros</b>	<b>Padrões Exigidos</b>
Temperatura	>40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura.

pH	5 a 9
Sólidos Suspensos Totais	#
Sólidos Sedimentáveis	1 mg.L <sup>-1</sup>
Nitrogênio Amoniacal	20 mg.L <sup>-1</sup>
Nitrogênio Total	20 mg.L <sup>-1</sup>
Fosforo Total	4 mg.L <sup>-1</sup>
DBO <sub>5 20°</sub>	5 dias, 20°C: máximo de 120 mg.L <sup>-1</sup> , sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.
DQO	#
Óleos E Graxas	30 mg.L <sup>-1</sup>

# A resolução CONAMA nº 430 e a Lei 14.675, não estabelecem concentração máxima de emissão para este parâmetro.

Fonte: Adaptado das normas da CONAMA, Brasil (2011).

O Brasil possui 5570 municípios, dos quais segundo a ANA (2019), com uma população urbana de aproximadamente 170 milhões de indivíduos, destes apenas 43% possui esgoto coletado e tratado e 12% utilizam-se de fossa séptica (solução individual), ou seja, 55% possuem tratamento considerado adequado; 18% têm seu esgoto coletado e não tratado, o que pode ser considerado como um atendimento precário; e 27% não possuem coleta nem tratamento, isto é, sem atendimento por serviço de coleta sanitário. Segundo os dados da ANA (2020), esses 43% de tratamento acontece em 3.668 de ETEs distribuídas pelo território brasileiro.



Adaptado ANA, 2019

Figura 1: Índice de atendimento de coleta e tratamento de esgoto à população brasileira em 2019.

Disponer o esgoto sem o adequado tratamento compromete a qualidade da água nas áreas urbanas, causando impacto na saúde da população, além de dificultar o atendimento de usos a jusante, como abastecimento humano, balneabilidade, irrigação, dentre outros. O histórico do saneamento no País tem evidenciado que as ações de coleta e tratamento de esgotos podem não surtir o efeito almejado caso o aporte financeiro em infraestrutura seja realizado sem a devida competência institucional instalada no município e sem considerar as particularidades das soluções requeridas em função da capacidade de diluição dos corpos receptores (OLIVEIRA, 2006; ANA, 2019).

### 3.5 - Caracterização da cienciometria

Em virtude da aceleração dos processos informativos e comunicacionais, têm sido cada vez mais realizadas pesquisas científicas pelo mundo. O avanço da ciência da informação e das ciências em geral se dá pela constante elaboração de novas pesquisas e pela concretização e divulgação de seus resultados que se processam em diferentes tipos de suportes, como bancos de dados, revistas, livros, internet, e etc., (BITTENCOURT *et al.*, 2012). A cienciometria é o estudo dos aspectos quantitativos da ciência enquanto uma disciplina ou atividade econômica, sendo aplicada no desenvolvimento de políticas científicas (MACIAS-CHAPULA, 1998; JUNIOR *et al.*, 2011). Em meio século, essa disciplina conquistou seu lugar como instrumento para medir a ciência (MACIAS-CHAPULA, 1998, LAURINDO *et al.*, 2010).

A análise dos dados cienciométricos oferece informações sobre a orientação e a dinâmica científica de um país, bem como sobre sua participação na ciência e na tecnologia mundial. Por outro lado, esse indicador é baseado em uma abordagem comparativa (MACIAS-CHAPULA, 1998; JUNIOR *et al.*, 2011). A análise cienciométrica, utiliza-se de recursos bibliométricos, a fim de delinear o crescimento de determinado conhecimento (LAURINDO *et al.*, 2010). Esse indicador científico é adequado tanto para macro análises (por exemplo, a participação de um determinado país na produção global de literatura científica em um período específico) quanto para microanálises (por exemplo, o papel de uma instituição na produção de artigos em um campo da ciência muito restrito) (MACIAS-CHAPULA, 1998).

Segundo BARBOSA *et al.*, (2016), a cienciometria quantifica a produção, divulgação e a informação de determinado estudo, para elaborar previsões apoiando a

---

tomada de novas resoluções. Os critérios utilizados para este levantamento são: características da relação autor-produtividade, medidas por meio do número de artigos ou grau de colaboração; características das publicações, sobretudo a distribuição em revistas de artigos referentes a uma disciplina, uso da informação registrada: circulação em bibliotecas, uso de livros e revistas da própria instituição e uso de bancos de dados.

Resultados de trabalhos cientiométricos como este, são de extrema importância, pois deste modo é possível o estado da produção científica no país, quanto a qualidade de água para consumo humano e a partir disso delinear estratégias eficazes capazes para o fornecimento e abastecimento de água (BUFREM 2005).

---



## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

---

Primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico, buscando o aprimoramento sobre o tema a fim de compreender, interpretar e fazer observações no decorrer da pesquisa. Para o levantamento retrospectivo de dados bibliográficos, Para tanto, foram estabelecidos como critérios de inclusão da busca o período de 2015 – 2021 das publicações , sendo estipulado o idioma português dos trabalhos nas bases de dados literária Scielo (<https://scielo.org/>).

Foram selecionadas somente as publicações que pesquisaram a qualidade da água para consumo humano em zonas urbanas no Brasil.

Os termos descritivos utilizados na revisão de literatura nas bases de dados do Scopus, foram as palavras: “Estação de Tratamento de Esgoto - ETE”, “Sameamento Básico”.

Foram usadas as mesmas palavras-chave em todas as bases, e foram selecionadas as opção “artigo”, “Brasil”, “português”, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, e 2021” para filtrar os artigos.

Após ter coletados os artigos em cada base, eles foram verificados sobre o

As diferetnes abordagens nas publicações envolvendo as estações de tratamento de esgoto, e aqueles que não se enquadravam nesse tema, foram desconsiderados. Posteriormente, foi aplicado o método de análise cienciométrica.

### **Critérios para a inclusão de artigos**

- ✓ Artigos que obordem os parametros de efeciencias das estações de tratamento de esgoto;
- ✓ Publicações entre os anos de 2015-2021 no Brasil;
- ✓ Revisões bibliográficas;
- ✓ Publicações que pesquisaram a qualidade da água para uso humano no Brasil.

### **Critérios para a exclusão de artigos**

- ✓ Artigos em desacordo com os critérios de inclusão.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final da pesquisa foram encontrados 318 publicações, que depois de avaliados sobre os critério estabelecidos selecionou-se 38 publicações para compor o estudo.

Os trabalhos foram analisado quanto a distribuição por ano de publicação, distribuição das publicações por região do Brasil, participação dos autores em cada artigo, revistas que tiveram maior número de publicação no período do estudo, métodos utilizados nas avaliações dos paramentros de efeciênica das estações de tratamento de esgoto.

Quando se analisou a distribuição das publicações por ano, no período estudado, observou-se que não há uma distribuição uniforme das publicações ao longo do período. Partindo de 2015, observou-se uma redução em 2016 retornando quase aos patamares de 2015, em 2017 e 2019, com nova redução em 2018, 2020 e 2021 (Figura 2). Percebe-se pelos dados uma tendência de dimuição de produção na área de abordagem sobre o tratamento de efluentes a partir do ano de 2019, podendo ser consequência da pandemia de Covid-19. Ao distribuir as publicações do estudo de acordo com o ano de publicação, notou-se que o ano de maior incidência das publicações é 2015 com 9 publicações (23,8%).

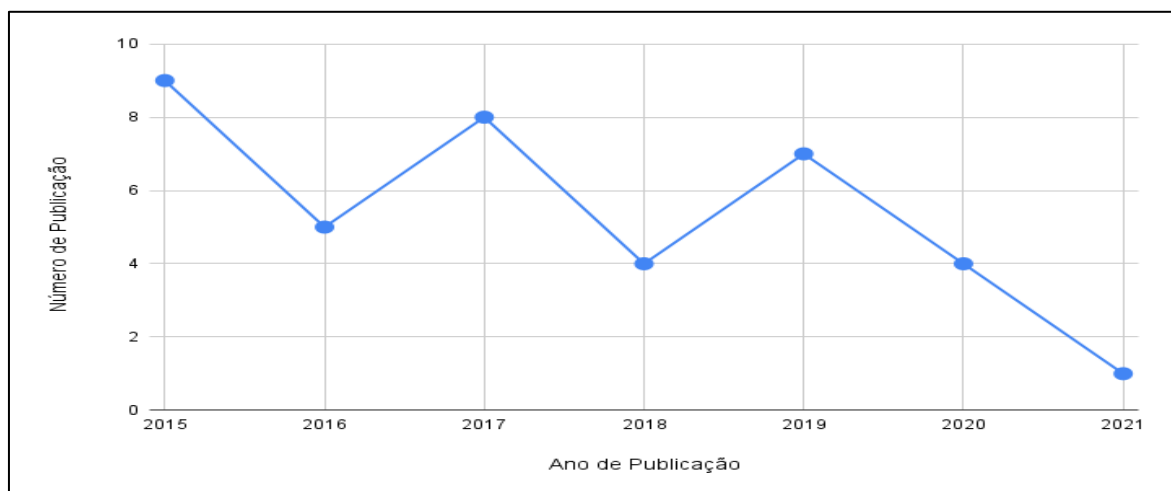


Figura 2: Discriminação do volume de publicação de trabalhos que investigaram a qualidade da água para consumo humano no Brasil por ano no período de 2015 a 2021.

Dentre as regiões Brasileiras que publicaram, a região sudeste foi descrita com maior número de publicações no período de estudo 15 publicações (39%) seguida pela região sul 12, (31%), e o centro-oeste com o menor número de

publicações 4, (11%). Deve-se evidenciar que a região Norte, a região que detém a maior parte dos mananciais hídricos do país não teve publicação no período.

O fato da região Sudeste (Quadro 1, e Figura 3) ter a maior produção científica no período, pode ser devido à sua atividade econômica que contribui com 55,4% do PIB nacional e IDH (0753), ser uma região constituída por metrópoles e com maior acesso a fomento à pesquisa além disso, segundo o TRATA BRASIL (2019), em 2011 esta região detém 55,5% do esgoto tratado. Desta forma há uma facilidade em busca de dados para a elaboração dos estudos. Outro fato que pode influenciar os dados obtidos é a preocupação do poder público com os custos de saneamento da água, fornecida à população, que é influenciada diretamente pela qualidade do efluente devolvido à natureza.

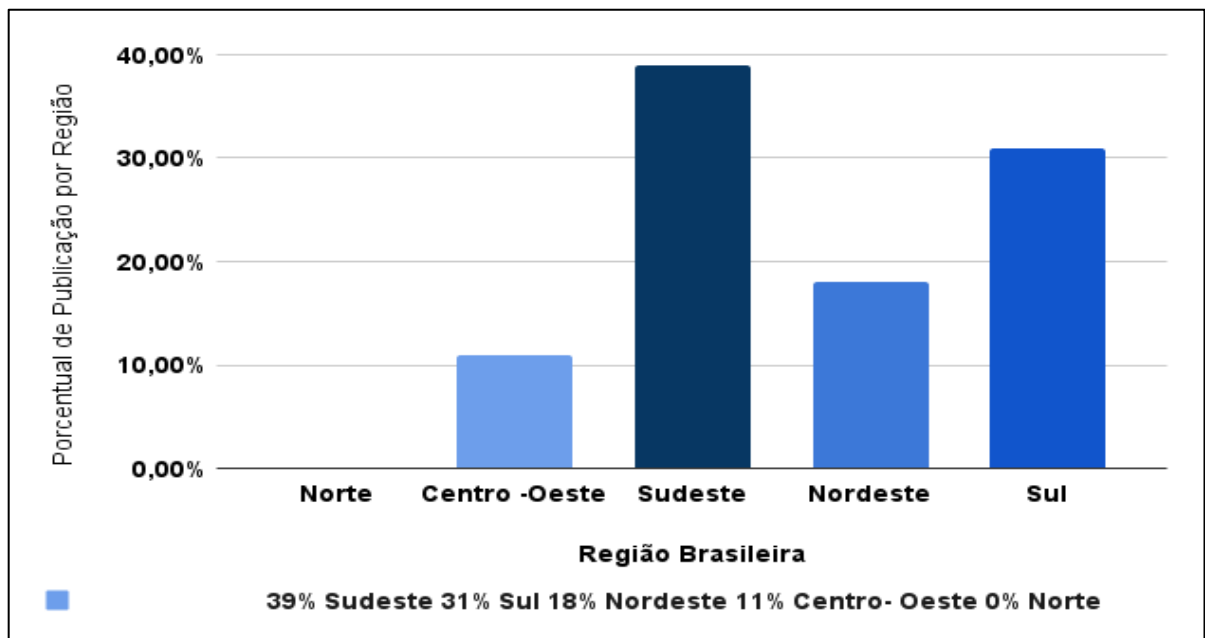


Figura 3: Discriminação do percentual de publicação de trabalhos que utilizaram tecnologias para eficiência no tratamento de efluentes, por regiões brasileiras, no período de 2015 a 2021.

Diante do que foi apresentado, pode-se levar em consideração que as regiões Norte, Nordeste, contam apenas com 22%, e 33,7% de efluentes tratados, respectivamente (TRATA BRASIL, 2019). Isso, pode justificar a ausência de publicação de publicações o Norte do país e o baixo índice encontrado publicação de estudo no Nordeste. Adicionado ao fato de que as regiões com baixo IDH (Norte 0,683; Nordeste 0,667) e menor fomento a pesquisa.

Já o Centro-Oeste que conta com 56,8% de águas residuais tratadas e com um fornecimento de rede de esgoto de 57,7% para a população e IDH (0,789) pode se supor que o baixo índice de publicação, pode ser em decorrência tema não se apresentar atrativo aos pesquisadores locais e pouco fomento à pesquisa, baixo fornecimento de recursos para elaboração dos estudos na região (TRATA BRASIL, 2011).

Quadro 4: Discriminação da quantidade de trabalhos por região e por ano, no período de 2015 a 2021 em trabalhos que investigaram os parâmetros de eficiência das estações de tratamento de esgoto.

ANO	REGIÕES DO PAÍS					TOTAL
	Centro-Oeste	Norte	Sudeste	Nordeste	Sul	
2015	0	0	3	1	5	9
2016	1	0	1	1	2	5
2017	0	0	5	2	1	8
2018	1	0	2	0	1	4
2019	0	0	3	1	3	7
2020	2	0	1	1	0	4
2021	0	0	0	1	0	1
<b>TOTAL</b>	4	0	15	7	12	38

Dados Lana dos Santos Cardoso

Com relação ao autores, verificou-se que nos documentos selecionados, houve a participação de 139 autores. Obtivemos 9 publicações com participação de dois autores, 11 publicações com três autores, 17 publicações com quatro ou mais de quatro autores. O número máximo de 7 autores, em um único trabalho (Figura 4). A ausência de trabalhos com somente um autor pode ser em função das pesquisas interdisciplinares exigirem a colaboração de profissionais de áreas diversas, sendo também uma vantagem para a comunidade científica a colaboração de autores em áreas diversas demonstrando unidade entres os cientistas.

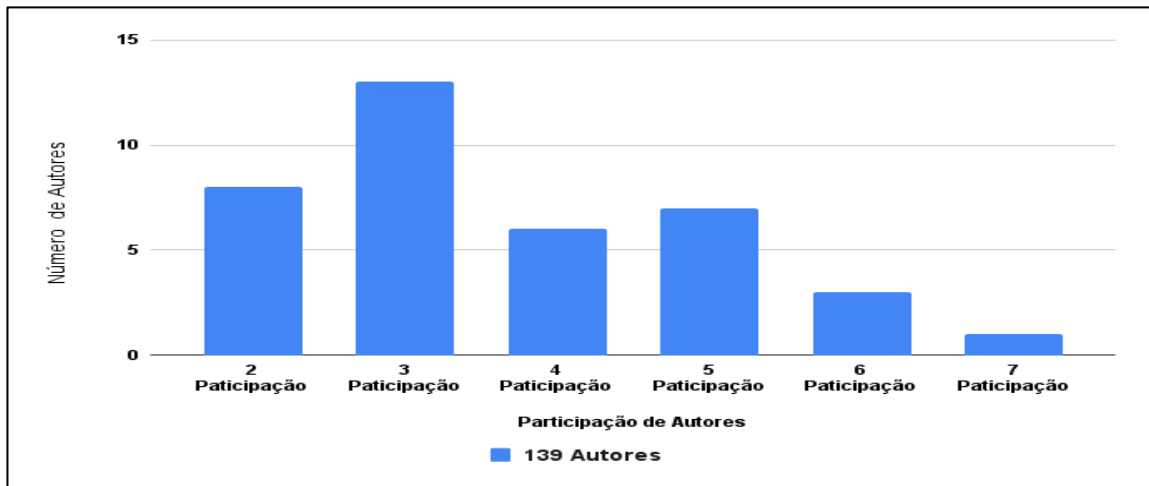


Figura 4: Discriminação da quantidade de autor em publicações, no período de 2015 a 2021 em trabalhos que investigaram os parâmetros da eficiência das estações de tratamento de esgoto no Brasil.

Desses 139 autores foram levantados observou-se que houve uma rede colaboração de autores por trabalho, onde 8 autores publicaram mais de um artigo, sendo que desses, 6 autores tiveram a participação no mesmo estudo (Quadro 5).

Quadro 5: Participação de autores em colaboração e em mais de um artigo, os de marcação azul autores que participação em colaboração, os autores em vermelho que publicaram mais de um artigo.

Participação de Autores em Diferentes Publicação	
Autor	Nº de Participação
André Arashiro Pulschen	2
Carlos Augusto de Lemos Chernicharo	2
Claudinei Fonseca Souza	2
Lourdinha Florencio	2
Marcus Paulo de Moraes Gomes	2
Mario Takayuki Kato	2
Reinaldo Gaspar Bastos	2
Savia Gavazza	2

As 38 publicações selecionadas que contribuem para o estudo dos diferentes

tipo de abordagem sobre o tratamento de efluentes no Brasil no período de 2015 a 2021, foram publicadas em 05 revistas. Foi possível notar que a revista que se destaca com um maior número de contribuições em relação as demais foi a Resvista de Engenharia Sanitária e Ambiental com um total de 28 publicações, seguida pela revista Resvista Ambiente & Água com 6 publicações (Figura 5).

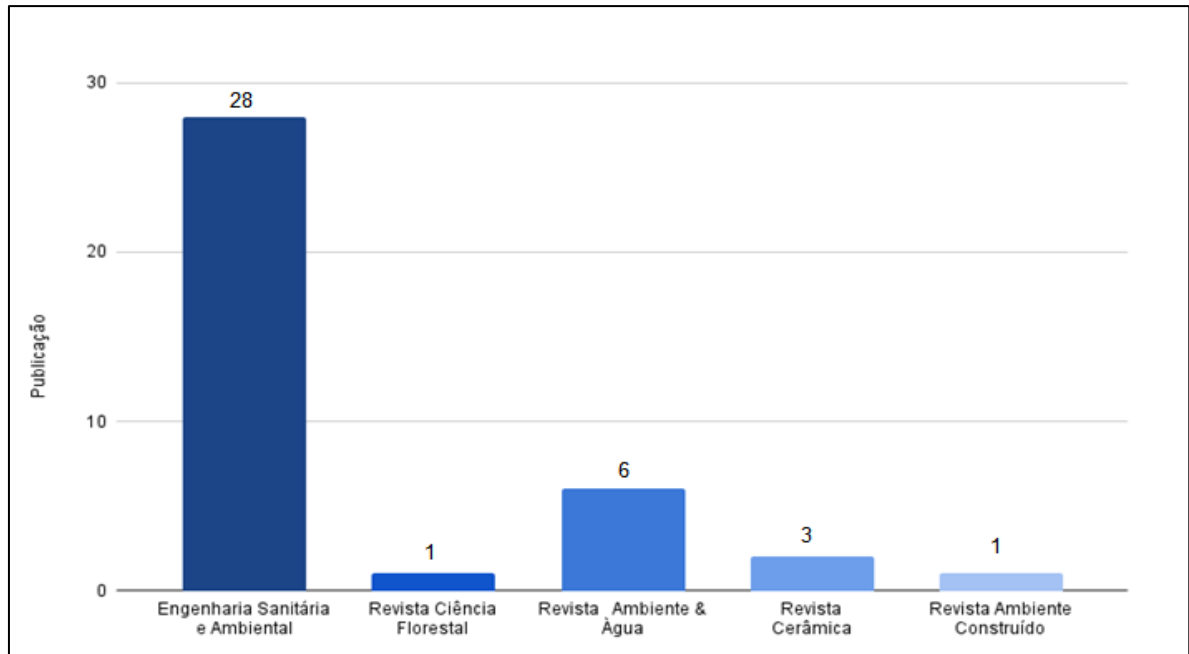


Figura 5: Discriminação da quantidade de revistas e publicações por ano, no período de 2015 a 2021 em trabalhos que investigaram as tecnologias do tratamentos de esgoto.

Os artigos classificados quanto às as tecnologias que foram estudadas e aplicadas nas estações de tratamento de esgoto, e seus efluentes, foram classificados como; Tecnologia de índie de contaminação e/ou descontaminação, Eficiência do Tratamento de Esgoto, Controle de Qualidade e Identificação Microbiológica, Gestão dos Serviços e Utilização do lodo para cultivo e recuperação de áreas degradadas, ou demais utilização.

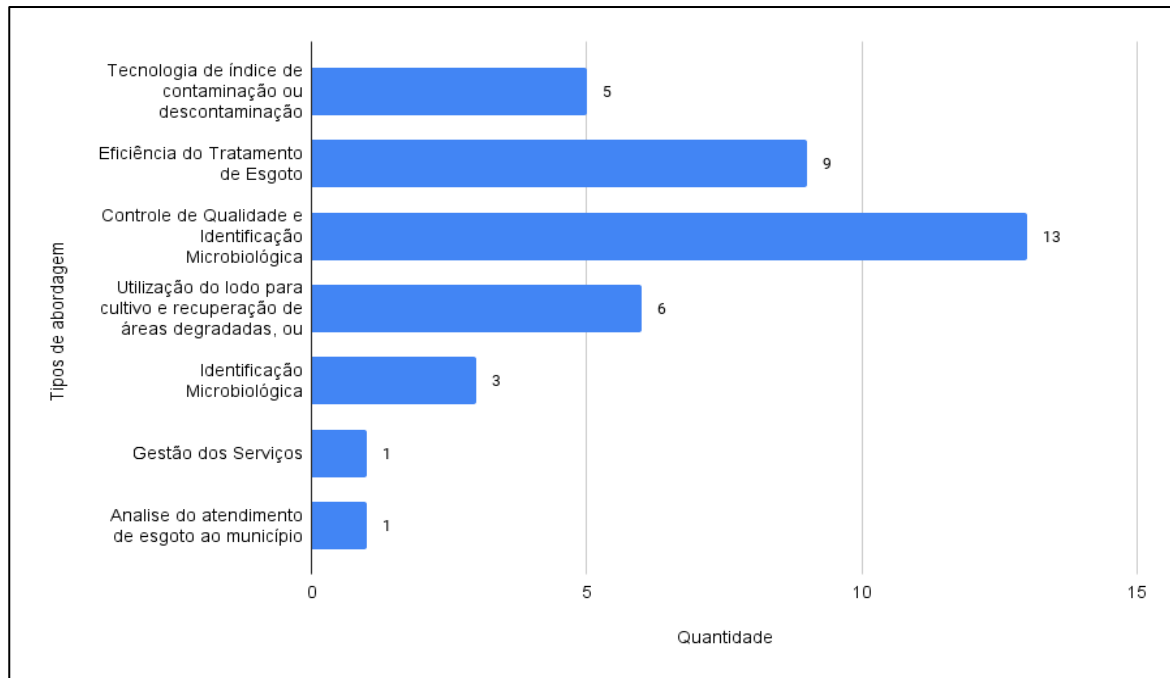


Figura 6: Diferentes tipos de abordagens encontradas nas publicações utilizadas neste estudo.

Foi observado a oscilação na quantidade de abordagens encontradas nos estudos, a abordagem sobre o Controle de Qualidade e Identificação Microbiológica foi encontrada em 13 publicações, seguindo 9 publicações com abordagem sobre a Eficiência do Tratamento de Esgoto, e assim por diante. Com essas abordagens encontradas pode-se observar a preocupação da comunidade científica em questão a eficiência do tratamento de esgoto em nosso país, a qualidade que o efluente chega nas estações e o seu nível de contaminação, e por consequência sua qualidade que é devolvida ao meio ambiente e suas possíveis utilizações.

Quadro 6: Artigos que foram selecionados para produção deste estudo, seus títulos respectivos autores, e as tecnologias que foram identificadas em cada estudo.

Título	Autores	Tipos de Abordagens
Acompanhamento operacional e avaliação de uma estação compacta de tratamento de esgoto sanitário: reator UASB seguido de filtro aerado submerso	Jaqueline Cardoso Ribeiro, Gustavo Henrique Ribeiro da Silva	Tecnologia de índice de contaminação ou descontaminação
Análise comparativa dos efeitos da carga orgânica e do tempo de detenção hidráulica na digestão anaeróbia <i>mesofílica</i> de lodo adensado de estação de tratamento de esgoto	Wanderli Leite, Eric Maffazzioli, Lorena Guimarães, Anigeli Dal Mago, Paulo Belli Filho	Eficiência do Tratamento de Esgoto
Análise crítica por comparação entre modelos de qualidade de água aplicados em rios poluídos: contribuições à saúde, água e saneamento	Cynara de Lourdes da Nóbrega Cunha, Aldo Pacheco Ferreira	Controle de Qualidade e Identificação Microbiológica
Aplicabilidade do Activated Sludge Model No. 1 (ASM 1) para simulação do tratamento de esgoto sanitário e lixiviado de aterro sanitário em lagoas aeradas	Nara Alonso Salles, Theo Syrto Octavio de Souza	Controle de Qualidade e Identificação Microbiológica
Avaliação da eficiência do tratamento de esgoto doméstico pelo teste do micronúcleo em <i>Oreochromis niloticus</i> (Cichlidae)	Anita Martins Fontes Del-Guercio, Cintya Aparecida Christofolletti, Carmem Silvia Fontanetti	Eficiência do Tratamento de Esgoto
Avaliação da utilização das cinzas da espuma gerada em Reator Anaeróbico de Manta de Lodo e Fluxo Ascendente como pigmento inorgânico de coloração alaranjada	Tanna Elyn Rodrigues Fiuza, Eder Carlos Ferreira de Souza, Sandra Regina Masetto Antunes, Wilson Costa	Controle de Qualidade e Identificação Microbiológica
Avaliação da viabilidade de utilização de <i>colifagos</i> como indicadores de poluição fecal: suas relações com parâmetros físicos e químicos e indicadores bacterianos	Maria Cristina de Almeida Silva, Luiz Olinto Monteggia, Luis Alcides Schiavo Miranda, Márcia Regina Thewes	Controle de Qualidade e Identificação Microbiológica
Avaliação de estação de tratamento de esgoto com reator anaeróbico recebendo lodo de estação de tratamento de água <i>Actiflo</i>	Luiz Fernando Wagner, Giovana Kátie Wiechetech, Marcos Rogério Széliga	Eficiência do Tratamento de Esgoto



Avaliação do impacto do efluente da estação de tratamento de esgoto ETE-Pirajá sobre o Rio Parnaíba, Teresina (PI)	Daniel Araújo Marçal, Carlos Ernando Silva	Tecnologia de índice de contaminação ou descontaminação
Avaliação espacial e temporal de aspectos sanitários de reservatórios com captação de água para abastecimento em SP com ênfase em cianobactérias e <i>cianotoxinas</i>	Henrique Gamon Sonobe, Marta Condé Lamparelli, Davi Gasparini Fernandes Cunha	Controle de Qualidade e Identificação Microbiológica
Características físico-hídricas de substratos formulados com lodo de esgoto na produção de mudas de <i>acácia-negra</i>	Alex Becker Monteiro, Adilson Luís Bamberg, Ivan dos Santos Pereira, Cristiane Mariliz Stöcker, Luís Carlos Timm	Utilização do lodo para cultivo e recuperação de áreas degradadas, ou demais utilização
Caracterização de bio sólido e potencial de uso na produção de mudas de <i>Schinus terebinthifolia Raddi</i>	Alan Henrique Marques de Abreu, Jorge Makhoulouta Alonso, Lucas Amaral de Melo, Paulo Sérgio dos Santos Leles, Gabriel Rocha dos Santos	Utilização do lodo para cultivo e recuperação de áreas degradadas, ou demais utilização
Cultivo de mudas de eucalipto irrigadas com esgoto doméstico tratado	Robson José Silva, Savia Gavazza, Lourdinha Florencio, Clístenes Williams Araujo Nascimento, Mario Takayuki Kato	Utilização do lodo para cultivo e recuperação de áreas degradadas, ou demais utilização
Custos de operação e manutenção de estação de tratamento de esgotos por reator anaeróbio e lodos ativados	Bruno de Medeiros Souza, Marco Antonio Calazans Duarte, Juliana Delgado Tinôco	Eficiência do Tratamento de Esgoto
Desinfecção de efluente anaeróbio com o uso de <i>ozônio/cloro</i>	Gustavo Henrique Ribeiro da Silva, Luiz Antonio Daniel	Controle de Qualidade e Identificação Microbiológica
Deteção e quantificação de bactérias resistentes aos antibióticos ampicilina e <i>cloranfenicol</i> em estações de tratamento de esgoto doméstico	Elayne Cristina Machado, Cíntia Dutra Leal, Bruna Lopes Coelho, Carlos Augusto de Lemos Chernichar, Juliana Calábria de Araújo	Identificação Microbiológica
Determinação de hormônios estrogênicos em esgoto bruto e efluente de uma estação descentralizada de tratamento por lodos ativados	Rossana Borges Teixeira, Carolina Alves Marques, Natália Rodrigues de Carvalho, Luiz Eduardo Thans Gomes, Flávio Teixeira da Silva, Teresa Cristina Brazil de Paiva	Identificação Microbiológica

Eficiência de estação de tratamento de esgoto doméstico visando reuso agrícola	Claudinei Fonseca Souza, Reinaldo Gaspar Bastos, Marcus Paulo de Moraes Gomes, André Arashiro Pulschen	Eficiência do Tratamento de Esgoto
Ensaio toxicológicos aplicados à análise de águas contaminadas por fármacos	Cássia Cabral Souza, Sergio Francisco Aquino, Silvana de Queiroz Silva	Controle de Qualidade e Identificação Microbiológica
Estimativa de geração de energia e emissão evitada de gás de efeito estufa na recuperação de biogás produzido em estação de tratamento de esgotos	Patrícia Bilotta, Bárbara Zanicotti Leite Ross	Eficiência do Tratamento de Esgoto
Gestão dos serviços públicos de água e esgoto operados por municípios em Goiás, GO, Brasil	Poliana Nascimento Arruda, Aline Souza Carvalho Lima, Paulo Sérgio Scalize	Gestão dos Serviços
Gráfico de controle da média móvel exponencialmente ponderada: aplicação na operação e monitoramento de uma estação de tratamento de esgoto	Fábio Orssatto, Marcio Vilas Boas, Eduardo Eyng	Controle de Qualidade e Identificação Microbiológica
Identificação molecular de <i>Escherichia coli</i> <i>diarreiogênica</i> na Bacia Hidrográfica do Rio Xopotó na região do Alto Rio Doce	Heila Neves Drumond, Aníbal da Fonseca Santiago, Mariana Moreira, Maria Célia da Silva Lanna, Hubert Mathias Peter Roeser	Controle de Qualidade e Identificação Microbiológica
Impacto do uso de microrganismos em caixas sifonadas de ambientes sanitários	Verena Soares Fernandes, Lúcia Helena de Oliveira, Fábio Campos	Controle de Qualidade e Identificação Microbiológica
Inativação de microrganismos indicadores de contaminação fecal por radiação ultravioleta e avaliação dos fenômenos de fotorreativação e recuperação no escuro	Carlos Raphael Pedroso, Jeanette Beber de Souza, Thaís Kovalski, Carlos Magno de Sousa Vidal, Kelly Geronazzo Martins	Tecnologia de índice de contaminação ou descontaminação
Incorporação de lodo da estação de tratamento de esgoto (ETE) em cerâmica vermelha	I. O. R. Areias, C. M. F. Vieira, R. da S. T. Manhães, A. C. Intorne	Utilização do lodo para cultivo e recuperação de áreas degradadas, ou demais utilização
Índice de qualidade de efluente tratado em rampas de escoamento superficial	Ana Paula Almeida Bertossi, Larissa Cabral Milen, Giovanni de Oliveira Garcia, Edvaldo Fialho dos Reis	Controle de Qualidade e Identificação Microbiológica

Influência da manta geotêxtil e altura da camada de lodo no desaguamento de lodo anaeróbico em leito de drenagem	Cali Laguna Achon, Paulo Ricardo Santos Coimbra, Erich Kellner	Eficiência do Tratamento de Esgoto
Levantamento da tipologia das estações de tratamento de esgoto oriundas do Programa de Aceleração do Crescimento e a previsão do impacto no índice de tratamento de esgoto no estado do Espírito Santo	Claudinei Fonseca Souza, Reinaldo Gaspar Bastos, Marcus Paulo de Moraes Gomes, André Arashiro Pulschen	Análise do atendimento de esgoto ao município
Lodo ativado em bateladas sequenciais como opção de pós-tratamento de efluentes de reatores UASB	Laio Ariel Leite de Paiva, Adrianus Cornelius Van Haandel, Lincoln Soares Mota	Controle de Qualidade e Identificação Microbiológica
Ocorrência de <i>diclofenaco</i> e <i>naproxeno</i> em água superficial no município de Três Lagoas (MS) e a influência da temperatura da água na detecção desses anti-inflamatórios	Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro, William Deodato Isique, Nádia Hortense Torres, Angela Aparecida Machado, Sérgio Luís de Carvalho, Walter Veriano Valério Filho, Luiz Fernando Romanholo Ferreira	Controle de Qualidade e Identificação Microbiológica
Potencial de efluente de esgoto doméstico tratado como fonte de água e nutrientes no cultivo hidropônico de alface	Claudinei Fonseca Souza, Reinaldo Gaspar Bastos, Marcus Paulo de Moraes Gomes, André Arashiro Pulschen	Utilização do lodo para cultivo e recuperação de áreas degradadas, ou demais utilização
Potencial energético e alternativas para o aproveitamento do biogás e lodo de reatores UASB: estudo de caso Estação de tratamento de efluentes Laboreaul (Itabira)	Claudinei Fonseca Souza, Reinaldo Gaspar Bastos, Marcus Paulo de Moraes Gomes, André Arashiro Pulschen	Eficiência do Tratamento de Esgoto
Reator em bateladas sequenciais de grânulos aeróbios: estudo da formação dos grânulos e do efeito da duração do ciclo na remoção de carbono, nitrogênio e fósforo de esgoto doméstico	Jamile Wagner, Rejane Helena Ribeiro da Costa	Tecnologia de índice de contaminação ou descontaminação
Remoção de <i>alquilbenzeno linear</i> sulfonato em esgoto doméstico tratado em reator UASB e	Jefferson H. Bonfim, Luiz Galdino da Silva, Sávila Gavazza, Lourdinha Florencio, Mario Takayuki Kato	Identificação Microbiológica

lagoa de polimento		
Remoção de cistos de <i>Giardia</i> spp. e oocistos de <i>Cryptosporidium</i> spp. na Estação de Tratamento de Esgoto Garcia, no município de Blumenau, SC, Brasil	Mauro Giovanni Miglioli, Jessica Geremias Zuanazzi, Joel Dias da Silva, Regina Maura Bueno Franco, Juliane Araújo Greinert-Goulart	Tecnologia de índice de contaminação ou descontaminação
Simulação numérica da dispersão do sulfeto de hidrogênio emitido por um reator UASB para tratamento de esgoto doméstico	Matheus Ribeiro Augusto, Herlane Costa Calheiros, Vanessa Silveira Barreto Carvalho	Eficiência do Tratamento de Esgoto
Viabilidade da incorporação do lodo de estação de tratamento de esgoto (ETE) em massa cerâmica para produção de blocos	C. R. L. da Silva, A. L. Chinelatto, A. S. A. Chinelatto	Utilização do lodo para cultivo e recuperação de áreas degradadas, ou demais utilização

## 6 CONCLUSÕES

---

Neste trabalho evidenciou-se as diferentes aborgens da comunidade científica em relação ao tratamento dos efluentes no Brasil, e as aplicações ao produto final produzido no tratamento dos efluentes.

Que o lodo pode ser classificado como resíduo e tecnologia, pois é uma massa de microrganismos que é utilizado no consumo da matéria orgânica e ao mesmo tempo se tem um alto volume de proliferação. Sendo uma massa de microrganismos, se apresenta, como resíduos, potencialmente danoso aos corpos hídricos, mas ao mesmo tempo como tecnologia é apontada como a mais eficaz.

Também, foi observado durante o estudo que o lodo poderá ser aplicado em recuperação de áreas degradadas, uso para plantio e cultivo e mudas, entre outras utilizações. Para a tecnologia de reaproveitamento do lodo ser efetiva em todas as estações de tratamento de esgoto no Brasil, é necessário que se tenha maior fomento a pesquisa para a comunidade científica aprofundar seus estudos neste assunto, assim criando um meio que torna o resíduo em uma tecnologia viável, de baixo custo e que não gere contaminação do meio ambiente. Com os dados encontrados na construção deste trabalho podemos concluir que deve haver uma reaproveitamento do lodo mas deste que sejam feitas as análises físico-químicas e microbiológicas para monitoramento do produto e assim não gerar contaminação onde este lodo for aplicado.

---

## REFERÊNCIAS

---

ALMEIDA, Paulo H. **Desenvolvimento do processo de implantação da rede de monitoramento hidrológico na bacia hidrográfica do rio meia ponte** 2020. Brasília

ALVES, B.; BOTELHO, W. ;SANTOS, D. S. **Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil.** Cad. Saúde Colet., 2016, Rio de Janeiro, 24 (3): 361-367

AMARAL, A. K. N. **Estudo Hidrossedimentológico em Rios da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte - Goiás, Brasil,** 2019.

ANA, Agência Nacional de Águas **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil** 2017. Brasília: ANA, p. 177, 2017.

ANA. **Agência nacional das águas e saneamento básico. Levantamento da ANA aponta aumento expressivo no número de estações de tratamento de esgotos no Brasil.** 2020. Disponível em [http:// www.gov.br/ana](http://www.gov.br/ana) acessado em 10 de novembro de 2021.

ANA. **Agência Nacional Das Águas. Águas Subterrâneas.** Brasília: 2002. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/InfoHidrologicas/aguasSubterr/EstudoAguasSubterraneasANA22-08-02.doc>. Acesso em 24/10/2021.

ANA. **Agência Nacional das Águas. Atlas de esgotos Brasil.** 2019. Disponível em <http://atlasesgotos.ana.gov.br/> acessado em 10 de novembro de 2021.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas Brasil: abastecimento urbano de águas: panorama nacional.** Brasília, v. 1, p. 72, 2010.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil.** Brasília: ANA, 2012.

ANA. **Cuidando das águas:** soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília, 2011. Disponível em: [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br). Acesso em: 14 de outubro de 2021.

AUGUSTO, L. G. S.; GURGEL, D. G. I.; CÂMARA NETO, F. H.; MELO, H. C.; COSTA,

---

M. A. **O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano.** Revista Ciência e saúde coletiva, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, Jun. 2012.

AZEVEDO, E B **Poluição VS. Tratamento de água: duas faces de uma mesma moeda**, Química Nova na Escola, n. 10, p.21-25,1999 BAIRD, C. Química Ambiental. 2ªed.trad. M.A.L. Recio e L.C.M Carrera Porto Alegre: Bookman,2002.

AZEVEDO, E B **Poluição VS. Tratamento de água: duas faces de uma mesma moeda**, Química Nova na Escola, n. 10, p.21-25,1999

BARBOSA, Fernando da Silva. **Análise cienciométrica da utilização de briófitas como bioindicadores**

Caderno de Pesquisa, série Biologia volume 28, número 1., 2016

BAIRD, C. Química Ambiental. 2ªed.trad. M.A.L. Recio e L.C.M Carrera Porto Alegre: Bookman,2002.

BEEKMAN, G. B. **Gerenciamento integrado dos recursos hídricos, IICA**, Brasília, 1999.

BITTENCOURT, Larissa A, F. **Análise cienciométrica de produção científica em unidades de conservação federais do Brasil** enciclopédia biosfera, centro científico conhecer - goiânia, v.8, n.14; p. - 2012

BORGES, H. DE M.; NOMURA, F & FRANCO, F.C. **Análise da contaminação do córrego barro preto (Trindade-GO) com coliformes.** Trabalho de Conclusão de Curso do Departamento de Biologia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2014.

BOLLMAN, H. A. **Relação da densidade populacional sobre variáveis de qualidade físicoquímico das águas superficiais em Microbacias hidrográficas urbanas sem cobertura sanitária em Porto Alegre- RS.** 2003. 162 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRS, Porto Alegre. 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA no 357 de 17 de Março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 de março de 2005.

---

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n.º 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. Diário Oficial da União, Brasília, 14 de dezembro de 2011.

COPELLO Diogo Dias **Caracterização Hidroquímica De Águas Superficiais Em Área Utilizada Para Cultivo De Soja No Município De Caçapava Do Sul/RS** Dezembro de 2017

FARIA et al., M. C Bueno. **Antropização de Microbacia Urbanizada dos Rios Santo Antônio e Santa Tereza do Município de Gurupi - TO: indicadores fitossociológicos** Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - Vol. 4: Congestas 2016

FREITAS, M. A. de; CALDASSO, A. L. da S.; CAYE, B. R.; DIAS, A. de A.; PASSAGLIA, S. C.; MIRANDA, G. X. de. **Projeto Oeste de Santa Catarina.** Porto Alegre: CPRM/SDM/EPAGRI, 2002.

GIAMPÁ, Carlos Eduardo Quaglia; GONÇALES, Valter Galdiano Gonçalves. **Orientações para a utilização de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo -** Setembro de 2005.

GOMES, M. A. F. **Uso agrícola das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil: Implicações para a água subterrânea e propostas de gestão com enfoque agroambiental.** Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF, 2008.

GOULART, M. & CALLISTO, M. 2003. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental.** *Revista da FAPAM*, ano 2, n.º 1.

JACOBI, Pedro Roberto. **Governança da água no Brasil.** IN: RIBEIRO, Wagner Costa, Org. Governança da água no Brasil: uma visão interdisciplinar. São Paulo: Annablume; FAPESP; CNPq, 2009.

Jordão, E.P., Pessoa, C.A., 1995. **Tratamento de esgoto doméstico.** 3 ed. ABES. Rio de Janeiro

LAURINDO, Rouseméri **Cienciometria da revista Comunicação & Sociedade identifica interfaces da área** Comunicação & Sociedade, Ano 31, n. 53, p. 233-260,

---



jan./jun. 2010

LEITE, G. S; AFONSO, R. J. C. F.; DE AQUINO, S.F. **Caracterização de contaminantes presentes em sistemas de tratamento de esgotos, por cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas tandem em alta resolução.** Química Nova 2010, 33, 734.

LEITE, M. S. B.et al. Coleta de água: amostragem e ambientes lóticos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.9, n.16, p. 2136-2153, 2013.

MACHADO, J. L. F. **A redescoberta do Aquífero Guarani.** Duetto Editorial Reportagem edição 47. Abril, 2006.

MACIAS-CHAPULA. **O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional** Ci. Inf., Brasília, v. 27, n. 2, p. 134-140, maio/ago. 1998

JUNIOR Franco **Melhoria das condições da água através do uso de filtro de areia modificado com biomassa.** Eng Quimica 2014;

MARENGO, J. A. et al. **The drought of Amazonia in 2005.** *Journal of Climate*, v.21, p.495-516, 2008 a.

MENEZES A.O.; MITSUGU H. I. **BRASIL FRENTE À ESCASSEZ DE ÁGUA** Colloquium Humanarum, Presidente Prudente, v. 11, n. 3, p.41-48, set/dez, 2014.

MOURA, A. C.; ASSUMPÇÃO, R. A. B.; BISCHOFF, J. **Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do Rio Cascavel durante o período de 2003 a 2006.** Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 76, n. 1, p. 17-22, 2009.

NASCIMENTO, L.V., VON SPERLING, M. **Comparação entre padrões de qualidade das águas e critérios para proteção da vida aquática e da saúde humana e animal.** In: XXVI CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, AIDIS, Lima, Anais... Lima: [s.n.], 1 - 6 Nov., 1998

NOGUEIRA, F. F.; COSTA, ALMEIDA,I.; PEREIRA, U. A. **Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás.** Goiás, 2015.

OLIVEIRA, S. M. A. C. **Análise de desempenho e confiabilidade de estações de tratamento de esgotos.** Tese de doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e

---

Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

OLIVERIA, L. A. **O Sistema Aquífero Guarani no Estado de Goiás; Distribuição, Caracterização, Hidrodinâmica, Hiroquímica, Composição Isotópica e CFCs – Brasília – DF, 2009.**

REMOA-2015 Revista Monografias Ambientais - Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria ED. ESPECIAL IFMT - Licenciatura em Ciências da Natureza - v.14, 2015, p.157-171 - **A relevância do tema água no ensino de ciências**

ROSA, F. M. **Análise Espectro-Temporal da Interferência Antrópica na Produção de Água no Aquífero Guarani.** Cuiabá, 2020.

SETTI, Arnaldo Augusto *et al.* **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos.** Brasília, Agência Nacional de Energia Elétrica; Agência Nacional de Águas, 2001.

SHIKLOMANOV, I. A. et al. **The dynamics of river water inflow to the Arctic Ocean.** In: LEWIS, E. L. et al. (Ed.) *The Freshwater Budget of the Arctic Ocean.* Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000. p.281-96.

SILVA JUNIOR, M. A. B.; SILVA, S. R.; CABRAL & J. J. P. S. Compensatory alternatives for flooding control in urban areas with tidal influence in Recife – PE. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 22, e19, 2017.

SILVA, A. M.; MATOS, M. A. J.; SILVA, D.C.; CARDOSO, N. L. C. **Análise microbiológica das águas do rio João Leite e rio Meia Ponte da região metropolitana de Goiânia (GO).** Anais do Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão- CONPEEX. 2013.

SPERLING, Von M. (2005). **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos** (3. ed, 452 p.). Belo Horizonte: UFMG/DESA.

TELLES, D. D'A.; COSTA; GUIMARÃES, R. H. P. **Reuso da água: conceitos, teoria e práticas.** São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2010.

TERRA, V. R.; PRATTE-SANTOS, R.; ALIPRANDI, R. B.; BARCELOS, F. F.; AZEVEDO Jr. R. R.; BARBIÉRI, R. S. **Avaliação microbiológica das águas superficiais do rio Jucu Braço Sul, ES, Brasil.** Natureza on line, v. 6, n.1, p. 48-52, Vila Velha, 2008.

---

TRATA BRASIL 2019 **Trata Brasil – A Revista do Saneamento**. Disponível em ; <https://tratabrasil.org.br/pt/comunicacao/revistas> acessado em 10 Novembro de 2021

TUNDISI, J. G. **Recursos Hídricos**. Instituto Internacional de Ecologia, São Carlos, 2003. BRASIL FRENTE À ESCASSEZ DE ÁGUA Andréia de Menezes Olivo, Hamilton Mitsugu Ishiki Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE 2014

UNEP – **United Nations Environment Programme**. (2008). “Vital Water Graphics.” Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/6c9a/629607d9e2f4dc0d88af4bca4e72cf6b0b35.pdf> Acessado em 29/09/2021.

VIERIA, A. **Avaliação do projeto de tratamento de efluentes industriais do distrito agroindustrial de Anápolis, goiás**. Abril, 2016.

VON SPERLING, M. **Análise dos padrões brasileiros de qualidade de corpos d’água e de lançamento de efluentes líquidos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 3, n. 1, pp. 111-132, Jan/Mar 1998.

VON SPERLING, M., CHERNICHARO, C.A.L. **Urban wastewater treatment technologies and the implementation of discharge standards in developing countries**. Urban Water, v. 4. p. 105-114, 2002.

VON SPERLING, M., FATTAL, B. Implementation of guidelines: some practical aspects. Organizado por FEWTRELL, L.; BARTRAM, J. **Water quality: guidelines, standards and health**. Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease. Londres, p. 361 – 376, 2001.

WETZEL, R. G. **Limnology**. San Diego: Academic Press, 2001. 1006 p.

---