



ENGENHARIA

Julianno Pizzano Ayoub

Organizador

DESVENDANDO A ENGENHARIA

SUA ABRANGÊNCIA E MULTIDISCIPLINARIDADE



editora científica

ENGENHARIA

Julianno Pizzano Ayoub

Organizador

DESVENDANDO A
ENGENHARIA

SUA ABRANGÊNCIA E MULTIDISCIPLINARIDADE

1ª EDIÇÃO



editora científica

2021 - GUARUJÁ - SP

Copyright© 2021 por Editora Científica Digital

Copyright da Edição © 2021 Editora Científica Digital

Copyright do Texto © 2021 Os Autores

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

D478 Desvendando a engenharia [livro eletrônico] : sua abrangência e multidisciplinaridade / Organizador Julianno Pizzano Ayoub. – Guarujá, SP: Científica Digital, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-89826-13-2

DOI 10.37885/978-65-89826-13-2

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. I. Ayoub, Julianno Pizzano.
CDD 624

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Parecer e Revisão Por Pares

Os textos que compõem esta obra foram submetidos para avaliação do Conselho Editorial da Editora Científica Digital, bem como revisados por pares, sendo indicados para a publicação.

O conteúdo dos capítulos e seus dados e sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. É permitido o download e compartilhamento desta obra desde que no formato Acesso Livre (Open Access) com os créditos atribuídos aos respectivos autores, mas sem a possibilidade de alteração de nenhuma forma ou utilização para fins comerciais.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).



editora científica

EDITORA CIENTÍFICA DIGITAL LTDA

Guarujá - São Paulo - Brasil

www.editoracientifica.org - contato@editoracientifica.org

Estudo do reuso de efluente de uma estação convencional de tratamento de efluentes no Rio Grande do Sul

| Frederico Campos Velho **Glória**

| José Carlos Alves **Barroso Júnior**
FDB

| Maria Cristina de Almeida **Silva**
UFRGS

| Lígia Conceição **Tavares**
UFRGS

RESUMO

A escassez de água tem se tornado mais evidente a cada dia, sendo necessário a utilização de técnicas que economizem e/ou reutilizem água e efluentes. O reuso de efluentes é uma forma alternativa do uso de água para fins não potáveis, podendo ser realizado em residências, indústrias e locais públicos. O reuso pode ser utilizado em lavagens de calçadas, automóveis, processos industriais, fontes públicas de água para fins estéticos, descargas em vasos sanitários entre outros. Porém a falta de legislação para o reuso torna a prática difícil de ser executada. Este trabalho tem como objetivo avaliar o efluente de uma ETE para reuso, levando em consideração o reuso em residências, áreas restritas e áreas sem restrição conforme as normas brasileiras. A avaliação do efluente levou em consideração os parâmetros de DBO, SST, coliformes termotolerantes, ovos de helmintos, pH, turbidez e cor. O efluente avaliado mostrou-se promissor ao uso desde que seja realizada a remoção de coliformes termotolerantes, o que pode ser realizado a partir de sistema de desinfecção a partir de cloro.

Palavras-chave: Reuso, Efluente, Tratamento de Esgoto, Cloração, Desinfecção.



■ INTRODUÇÃO

A escassez de água tem se tornado mais evidente a cada dia, sendo necessário a utilização de técnicas que economizem e/ou reutilizem água e efluentes. As técnicas de tratamento de água para obter níveis de potabilidade podem apresentar elevados custos, porém em muitos casos a água é utilizada para fins não nobres, como lavagem de automóveis, pátios e rega de plantas. Para estes casos pode ser utilizado efluentes sanitários devidamente tratados a níveis compatíveis para cada fim.

O uso dos efluentes sem tratamento como a água da pia ou da lavagem de roupa pode ser incorporado na rotina humana, sendo utilizada para irrigação do jardim, lavagem da calçada e na indústria (LOBATO, 2006). Entretanto, o reuso não consistirá apenas da reciclagem da água, mas de um conjunto de medidas para minimizar o impacto ambiental do despejo do efluente nos rios.

Segundo o manual da FIESP/CIESP (2005), é indicado que se realize a redução da quantidade de água extraída das fontes de suprimento, redução do consumo de água, redução do desperdício de água, redução das perdas de água, aumento da eficiência do uso da água, aumento da reciclagem e o reuso da água e evitar a poluição dos corpos hídricos.

A finalidade do reuso de água requer padrões específicos para cada atividade, conforme Sautchuck (2005) e Mancuso e Santos (2003), o conceito de “reuso de água” é o uso de mais de uma vez da água residual tratada ou não. O reuso está diretamente interligado com a usabilidade final do efluente, que pode ser classificado em:

Reuso de efluentes não tratados: utilização de efluentes não submetidos a tratamento, mas enquadrados qualitativamente para a finalidade ou processo a que se destina;

Reuso indireto de água: uso de águas residuárias ou água de qualidade inferior, em sua forma diluída, após lançamento em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;

Reuso direto de água: é o uso planejado de água de reuso, conduzido ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;

Reuso em cascata: uso de efluente industrial originado em um determinado processo que é diretamente utilizado em um processo subsequente;

Reuso de efluentes tratados: é a utilização de efluentes que foram submetidos a tratamento;

Reuso de efluentes após tratamento adicional: alternativa de reuso direto de efluentes tratados que necessitam de sistemas complementares de tratamento para reduzir a concentração de algum contaminante específico;

Reuso de efluentes não tratados: utilização de efluentes não submetidos a tratamento, mas enquadrados qualitativamente para a finalidade ou processo a que se destina;

Reuso macro externo: reuso de efluentes provenientes de estações de tratamento, administradas por concessionárias ou de outra indústria;

Reuso macro interno: uso interno de efluentes, tratados ou não, provenientes de atividades realizadas na própria indústria;



Reuso parcial de efluentes: uso de parte da vazão da água residuária ou água de qualidade inferior diluída com água de padrão superior, visando atender o balanço de massa do processo (SAUTCHUCK et al., 2005).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR-ABNT 13969, 1997) que aborda o reuso de efluente e a classificação do seu destino final. O item 5.6 desta norma cita que o esgoto de origem essencialmente doméstica ou com características similares, o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável. Porém, este mesmo resíduo pode ser utilizado para irrigação, lavagem de piso, na indústria em tanques e caldeiras.

Apesar da norma permitir o reuso, impõe parâmetros para o mesmo:

- a) Classe 1: lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes; [...]
- b) Classe 2: lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes; [...]
- c) Classe 3: reuso nas descargas dos vasos sanitários [...]. Normalmente, as águas de enxague das máquinas de lavar roupas satisfazem a este padrão, sendo necessário apenas uma cloração. Para casos gerais, um tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção satisfaz a este padrão; [...]
- d) Classe 4: reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual. [...]. As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita.

A Resolução Nº 430 de 2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), define os padrões para lançamento dos efluentes líquidos tratados ou bruto nos corpos hídricos e a Resolução Nº 375 de 2006 complementa especificando que devem ser tratados o resíduo líquido e sólido para que possam ser utilizados com segurança para a agricultura como adubo.

A reutilização dos efluentes tratados assim como a água da chuva podem ser empregados na indústria para refrigeração, processos industriais e lavagem de veículos (ASANO, 2002). Utilizando essas boas práticas, os consumidores podem conservar os cursos hídricos e por consequência todo ecossistema existente nele (CAIXETA, 2010).

Pode ainda ocorrer o reuso da água pluvial devido ao baixo custo de captação e na maioria dos casos sem custo de tratamento. O sistema de captação da água pluvial, de uma residência ou um condomínio, consiste em uma superfície impermeável de captação (geralmente os telhados) e tubulações que levam esta água para uma cisterna (MARTINI; MORUZZI, 2013).

Moruzzi e Nakada (2009) apontam que com a utilização da água da chuva, economiza-se na captação, distribuição e tratamento poupando os recursos hídricos naturais. Mancuso e Santos (2003). A Agência Nacional de Águas (ANA), indicam a captação e o reuso da água



da chuva como alternativa para reduzir os gastos financeiros do consumidor final, visto que esta é uma fonte intermitente de água.

Para o uso ideal do efluente é comum o pós tratamento por desinfecção, normalmente realizado via cloração, mas pode ser utilizado ozônio, raios ultra violeta e raios gama (VON SPERLING, 2009). Para a desinfecção são importantes o tempo de contato e a concentração do produto desinfetante. Porém para que o tratamento do efluente tenha uma eficiência é de conhecimento comum que a relação cloro e tempo de contato são inversamente proporcionais, quanto maior o tempo de contato menor a quantidade de cloro necessária para o tratamento (CHERNICHARO, 2001).

Reuso da Efluentes em Regiões Urbanas

O efluente para reuso urbano pode ser utilizada para fins não potáveis, para que possa ser utilizada apenas é necessário reduzir a carga orgânica e eliminar organismos patogênicos (HESPANHOL, 2002).

As atividades possíveis para o reuso urbano abordam a irrigação de parques públicos, vegetação das calçadas e condominial, campos de futebol, lavagens de veículos públicos e privados, trens, ônibus, uso doméstico em prédios públicos, privados e comerciais nas descargas de bacia sanitária, uso na construção civil como controle de poeira, argamassa e concretos, testes de estanqueidade (HESPANHOL, 2002).

A utilização de águas residuárias domésticas como fonte alternativa de água apresenta diversas vantagens, como por exemplo: alívio da demanda e preservação da oferta de água para usos múltiplos, reciclagem de nutrientes, proporcionando economia de insumos, como fertilizantes e ração animal (FLORENCIO, BASTOS E AISSE, 2006), ampliação de áreas irrigadas e a recuperação de áreas degradadas ou improdutivas, redução do lançamento de esgotos em corpos receptores, reduzindo impactos ambientais (ASANO, 2002), promoção, em longo prazo, de uma fonte confiável de abastecimento de água dentro de uma comunidade, gerenciamento da demanda de água em períodos de seca, no planejamento global dos recursos hídricos e encorajamento da população para conservar a água e adoção de práticas de reuso (GOHRINGER, 2006).

Reuso de Efluente na Agricultura

A produção agrícola utiliza cerca de 80% da produção de água tratada do país (FAO, 1985). Segundo Mota (2009), deve-se avaliar alguns itens para a utilização do reuso de efluente na agricultura, dentre eles, os tipos de culturas a serem irrigadas, a qualidade do efluente a ser utilizado, o tipo de tratamento aplicado no efluente e o método de irrigação a ser adotado.





Para que possa proteger o agricultor e seus funcionários é necessário que o efluente seja desinfetado conforme sugerido pela Organização Mundial da Saúde (MOTA, 2009; VON SPERLING, 2009).

Os nutrientes que compõem o efluente da ETE possuem valor potencial para a produção agrícola, reduzindo os custos com fertilizantes e adubos no solo (TELLES, 2011). Caso não fosse realizado o reuso do efluente seria necessário adequá-lo para o lançamento no corpo hídrico, assim, o reuso do efluente pode ser visto de forma do uso sustentável dos recursos hídricos. (SOUZA, 2004).

Reuso de Efluente na Indústria

A indústria possui grande potencial para reuso dos efluentes tratados de forma direta e/ou indireta. O volume de efluente utilizado contribui para que não sejam despejados nos corpos hídricos os poluindo (REZENDE, 2016).

A indústria vem investindo nesta modalidade de consumo, pois o custo da água tem se elevando com o passar do tempo. A utilização de efluentes tratados torna-se uma alternativa viável para o uso não potável, visto que o custo deste seria menor que o da água potável (METCALF E EDDY, 2016). A construção de estações de tratamento de esgoto próximas a zona industrial é vista como uma vantagem para a utilização do efluente diminuindo o custo do transporte (GOHRINGER, 2006).

Mancuso e Santos (2003), apresenta diversas usabilidades do efluente na indústria para torres de resfriamento, lavagem de peças e equipamentos, irrigação de áreas verdes, lavagem de pisos e veículos, incorporação ao processo industrial, principalmente nas indústrias de papel, têxtil, plásticos, curtume, construção civil e petroquímica, lavagem de gases da chaminé, uso sanitário e proteção contra incêndios.

Este trabalho visa avaliar o reuso do efluente tratado por modelo convencional de tratamento de efluentes de uma ETE no Rio Grande do Sul.

■ MÉTODO

O trabalho foi desenvolvido a partir da avaliação das cargas de poluentes no efluente de uma ETE localizada no Rio Grande do Sul e as normas vigentes para reuso de efluentes, o método foi dividido em coleta de dados e técnicas de análise de dados.

A ETE em questão conta com um sistema de tratamento de esgoto convencional, composto de gradeamento, desarenação, reator de lodo ativado com aeração mecânica, e tanques de decantação de lodo, para posteriormente ocorrer o lançamento do efluente líquido





no corpo hídrico. Nesta ETE há contribuição de tratados efluentes sépticos de empresas de desentupimento e limpa-fossa, o que representa menos de 10% de sua vazão total.

Coleta de Dados

Os dados foram coletados junto a concessionária responsável pelo tratamento, que é especialista em saneamento básico, captação e tratamento de água. O efluente analisado foi captado entre os meses de janeiro a dezembro do ano de 2018. Estando em posse dos dados, compará-los com as normas vigentes e verificado se os parâmetros estão dentro do aceitável.

Os dados coletados referem-se aos parâmetros de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos fixos (SSF), sólidos suspensos voláteis (SSV), nitrogênio total (NT), fosfato total (FT), ovos de helmintos (OH) e coliformes termotolerantes (CF).

Técnicas de Análise de Dados

Após os dados coletados foram realizadas as médias para cada parâmetro e comparados com as normas vigentes para reuso de efluentes, conforme NBR 13969, PROSAB, CONSEMA e OMS. Para esta análise foi utilizado a Tabela 1, que apresenta um resumo dos parâmetros para reuso do efluente, desenvolvida por Rezende (2016), e adaptada para este estudo.

Tabela 1. Síntese de critérios de qualidade para reuso de efluentes

Parâmetros	Irrestrito		Restrito		Residencial	
	+ rigoroso	rigoroso	+ rigoroso	rigoroso	+ rigoroso	rigoroso
DBO (mg/L)	≤ 10	≤ 30	≤ 20	≤ 30	≤ 10	
SST (mg/L)	≤ 10	< 35	≤ 20	≤ 45	≤ 5	≤ 10
CF (NMP/ 100 mL)	ausentes	≤ 240	≤ 200	≤ 10 ⁴ (1)	ausentes	≤ 1000 ⁽³⁾
Turbidez (UNT) (2)	≤ 1	< 20	≤ 2	≤ 5	< 2	< 10
pH	6,5 - 8,5	6,0 - 9,0	6,5 - 8,5	6,0 - 9,0	6,5 - 8,5	6,0 - 9,0
Ovos de helmintos /L	ausentes	≤ 1	ausentes	≤ 1	≤ 0,1	≤ 1
Óleos e graxas (mg/L)	VA	< 15	≤ 1	< 15	≤ 1	
Cloro residual (mg/L)	≥ 0,2	≤ 10	0,2 - 2	> 0,5	0,2 - 2	≥ 0,1/0,4
Cor (UH) (2)	≤ 10	≤ 30	≤ 40		≤ 10	

1. O valor mais praticado é ≤ 1000 NMP/100mL.
 2. Na grande maioria dos critérios estudados a turbidez e a cor não são consideradas para usos restritos
 3. Os demais valores encontrados variaram de não detectáveis a 500 NMP/100mL.
 VA: visualmente ausentes

Fonte: adaptado de Rezende, 2016.

A definição de uso restrito ou irrestrito é quanto ao local de acesso, se há algum tipo de restrição ou não ao local, por exemplo para praças e parques públicos não há restrição de acesso, já para empresas ou processos industriais há a restrição de acesso.





Para o uso irrestrito ou mais nobre do efluente deverá ser calculado a concentração de cloro para desinfecção, calculando apenas dosagem necessária de desinfetante, visto que o dimensionamento não é o foco do trabalho. O cálculo pode ser realizado a partir da equação 1:

$$\log \frac{N_t}{N_0} = -K C^n t \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

C = Concentração do agente de desinfecção, mg/L

t = tempo de contato no reator, minutos

k = constante de inatividade, min⁻¹

C = Concentração do agente de desinfecção, mg/L

n = constante empírica relacionada à diluição, adimensional

Nt = número de organismos no tempo t

■ RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para que os efluentes possam ser utilizados no reuso urbano, industrial e/ou agrícola, devem ficar dentro dos parâmetros estabelecido nas normas, apresentados na Tabela 1.

Os valores médios dos dados fornecidos pela concessionária de tratamento de efluentes são apresentados na Tabela 2,

Tabela 2. Caracterização do efluente da ETE

DBO(mg/L)	SST(mg/L)	CF(NMP/100mL)	pH	Turbidez(NTU)	Cor(UH)	OH(ovos/L)
5,2 ± 2,3	8,2 ± 2,4	2 x 10 ⁵	6,7 ± 0,4	2,4 ± 1,1	8,2 ± 1,4	ND

*ND – Não detectado

As concentrações dos poluentes no efluente da ETE apresentam valores abaixo dos limites para reuso, exceto para os coliformes termotolerantes, impedindo o uso para qualquer uma das classes da Tabela 1. Parar os demais poluentes é possível o reuso do efluente para uso residencial, restrito e irrestrito.

Como pode ser visto o efluente analisado não obteve o devido desempenho para que possa ser direcionado diretamente para o reuso, ao avaliar com a Tabela 1. Sendo necessário a redução da concentração de coliforme termotolerantes em pelo menos duas unidades logarítmicas para o uso restrito menos rigoroso, porém o ideal era que este valor tenha concentração abaixo de 100 NMP/100mL, assim pode ser usado nas três classificações (residencial, restrito e irrestrito).





Eventualmente o efluente da ETE como é apresentado pode ser utilizado em alguma atividade na indústria específica, lembrando do devido cuidado já que contém elevadas concentrações de coliformes termotolerantes.

Para obter o uso mais nobre do efluente é necessário o processo de desinfecção, a seguir é apresentado o cálculo da dosagem de desinfectante para o sistema de tratamento, com a finalidade de aumentar a abrangência do reuso do efluente.

Para o cálculo foi considerado os valores de coliformes termotolerantes do efluente de 2×10^5 NMP/100 mL para o N_0 , e para o N_t 100 NMP/100 mL, assim o efluente pode ser utilizado em residências, uso restrito e irrestrito, todos com abrangência menos rigorosa, como uso para descarga, lavagem de pátios e automóveis.

A constante de inatividade utilizada foi de $0,214 \text{ min}^{-1}$ para cloro residual de 0,45 mg/L, conforme utilizado por Daniel (2001), será utilizado três valores de tempo de contato 10, 20 e 40 minutos, gerando três cenários e o valor do coeficiente de diluição (n) de 0,85, normalmente são utilizados valores inferiores a 1,0 (VON SPERLING, 2009).

Os resultados do cálculo da dosagem de cloro para os três cenários são apresentados na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3. Cenários para o cálculo da dosagem de cloro no sistema de desinfecção

Parâmetro	N_t (NMP/100mL)	N_0 (NMP/100mL)	N	$K(\text{min}^{-1})$	C(mg/l)	t(min)
Cenário 1	100	2×10^5	0,85	0,214	1,44	10
Cenário 2	100	2×10^5	0,85	0,214	0,80	20
Cenário 3	100	2×10^5	0,85	0,214	0,44	40

Os valores de concentração final para cada cenário reduzem conforme o tempo de contato é elevado, assim pode-se utilizar o cenário mais adequado para cada local, ou seja, caso haja área disponível é possível utilizar concentrações menores, gerando economia no uso do cloro, caso não haja área disponível aumenta-se a dosagem de cloro o que irá reduzir o tempo e o volume. Este volume irá depender do tempo de contato e da vazão do efluente a utilizar no processo de desinfecção.

Outra possibilidade para o cálculo da desinfecção é assumir uma concentração de dosagem de cloro e deixar isolado o tempo de contato, porém é mais fácil modificar a dosagem inicial que o volume do tanque após o sistema instalado e em operação.

A ETE de estudo possui espaço físico suficiente para criar um sistema de desinfecção com tanque que comporte a permanência de 40 minutos. Porém é possível que a ETE seja expandida com o passar do tempo, assim, pode-se optar pelo aumento da dosagem de cloro conforme o aumento da vazão do sistema de desinfecção.





Em relação a reutilização do efluente, com a devida desinfecção, pode ser utilizado para uso urbano, ou seja, nas descargas das bacias sanitárias, lavagem de calçadas e ruas, irrigação de jardins e praças. Este reuso do efluente possibilita a redução da demanda de água potável, reduzindo os custos de tratamento, tornando uma sociedade mais sustentável e reduzindo os impactos ambientais.

Quanto a utilização na indústria é possível a utilização do efluente desinfetado na lavagem de veículos, caldeiras, resfriamento de produtos, entre outros, reduzindo os custos com tratamento e/ou consumo de água da concessionária.

E no que tange à agricultura, o seu uso poderá ser para irrigação das lavouras, a partir da realização de testes mais específicos para cada tipo de cultivo, sendo mais indicado para plantas com frutos superiores, onde o efluente não entra em contato com os frutos a serem consumidos, somente com as raízes.

O reuso do efluente na agricultura deve ser analisado, pois os efluentes de ETE com sistema de tratamento convencional, como a ETE deste trabalho, não remove totalmente os nutrientes, ou seja, há concentrações de nitrogênio e fósforo. Estes podem ser avaliados e utilizados como fonte de nutrientes para plantas, reduzindo a dosagem de adubos e fertilizantes, tornando o cultivo mais sustentável e reduzindo custos.

Para o reuso do efluente de formas mais rigorosa em todos os níveis é necessário a remoção mais eficiente de coliformes termotolerantes, SST e turbidez, os demais poluentes apresentam-se dentro do estipulado pela Tabela 1.

■ CONCLUSÃO

O tratamento de efluentes utilizado pela ETE é eficiente para o lançamento final deste no corpo hídrico, porém não apresenta os requisitos para o reuso do efluente, obtendo valores de coliformes termotolerantes acima dos limites máximos para reuso.

Para o reuso adequado é necessário a instalação de uma unidade de desinfecção com foco na remoção de coliformes termotolerantes para que se tenha a redução de no mínimo duas unidades logarítmicas.

O cálculo da dosagem de desinfecção apresentou valores de dosagem de 1,44 mg/L de cloro para o tempo de contato de 10 minutos, 0,8 mg/L de cloro para tempo de contato de 20 minutos e 0,44 mg/L de cloro para tempo de contato de 40 minutos.

Após a instalação do sistema de desinfecção os novos parâmetros do efluente permitem o reuso deste para fins residenciais, restritos e irrestritos, desde que seja utilizado para fins menos rigorosos como descargas, lavagem de automóveis e calçadas.





Para o reuso mais rigoroso do efluente é necessário melhorar a eficiência de remoção de sólidos suspensos totais, turbidez e coliformes termotolerantes, aumentando a abrangência de reuso do efluente.

■ REFERÊNCIAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969 Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.** Rio de Janeiro, 1997.
2. ASANO, T. **Waste water reuse for non-potable applications. 2002.** In: GOHRNGUER, S. S. **Uso Urbano Não Potável de Efluentes de Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário. Estudo de Caso: Município de Campo Largo - PR.** Dissertação (Mestrado), Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2006.
3. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília 2005. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 03 fevereiro de 2019.
4. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Brasília 2011. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 12 fevereiro de 2019.
5. CAIXETA, C. E. T. **Avaliação do atual potencial de reúso de água no Estado do Ceará e propostas para um sistema de gestão.** 2010. 324 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil: Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.
6. CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos (Coord.). **PROGRAMA DE PESQUISA EM SAANEAMENTO BASICO (BRASIL). Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios.** Belo Horizonte: PROSAB, 2001.
7. DANIEL, L. ANTONIO (COORDENADOR); **Processo de Desinfecção e Desinfetantes Alternativos na Produção de Água Potável.** São Carlos-SP, 2001.
8. FAO. **“Irrigation and Drainage.” Water Quality for Agriculture,** Paper 29, Food and agriculture organization of the United Nations, Rome. 1985.
9. FIESP/CIESP. **Conservação e reuso de água: Manual de Orientações para o Setor Industrial.** FIESP/CIESP/ANA: vol. 1, São Paulo, ANO. Disponível em: <<http://www.ciesp.com.br/pesquisas/conservacao-e-reuso-de-agua-manual-deorientacoes-para-o-setor-industrial/>>. Acesso em: 02 março de 2019.
10. FLORENCIO, L; BASTOS, R. K. X; AISSE, M. M. (coordenador). **Tratamento e utilização de esgotos Sanitários.** PROSAB –Edital IV. Recife: ABES, 2006. 427p.
11. HESPANHOL, I. **Potencial de reuso de água no Brasil – agricultura, indústria, municípios e recarga de aquíferos.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.7, p. 75-95, 2002.





12. GOHRNGUER, S. S. **Uso Urbano Não Potável de Efluentes de Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário. Estudo de Caso: Município de Campo Largo - PR.** Dissertação (Mestrado), Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2006.
13. LOBATO, Sistema de hierarquização de ações de conservação da água em edificações com aplicação do método, *Electre III. Ambiente Construído*, v. 6, n. 1, p. 31-47, 2006.
14. MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reuso de água. Barueri-SP:** Manole, 2003.
15. MARTINI, M. V. P.; MORUZZI, R. B. **Tratabilidade de águas pluviais utilizando coagulante natural a base de tanino visando fins não potáveis.** *Teoria e Prática na Engenharia Civil*, n. 22, p. 15-23, 2013.
16. METCALF & EDDY, **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos.** McGraw-Hill.-5ª edição, revisada por George Tchobanaglou, Franklin Burton, H. David Stensel, Ryujiro Tsuchihashi Mohammad Abu-Orf Gregory Bowden William Pfrang. Porto Alegre, AMGH, 2016.
17. MORUZZI, R. B.; NAKADA, L. Y. K. **Coleta e tratamento de água pluvial para fins não potáveis com emprego de amido de milho como coagulante primário em filtração cíclica em escala de laboratório.** *Revista de Estudos Ambientais*, Blumenau, p.51-60, 2009.
18. MOTA, Francisco; SPERLING Marcos. **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção.** Rio de Janeiro: ABES, 2009. Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-deprogramas/prosab/prosab5_tema_2.pdf>. Acesso em: 12 março 2019.
19. REZENDE, A.T. **Reuso de águas para fins não potáveis no Brasil.** Trabalho Final de Curso, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 106p, 2016.
20. SAUTCHUCK, C. A. et al. **“Conservação e Reuso da Água”. Manual de Orientações para o Setor Industrial.** FIESP/CIESP, vol.1 2005.
21. SOUZA, M. A. A. **A imposição ambiental como fator indutor da implantação do reuso da água.** In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CENTRO OESTE, 3, 2004, Goiânia. Anais. Goiânia: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2004.
22. TELLES, D. A. **Aspectos da utilização de corpos d’água que recebem esgoto sanitário na irrigação de culturas agrícolas.** In: NUVOLARI, A. (Coord.). *Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola*. 2. Ed. São Paulo: Blucher, 2011.
23. VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG, 2009.

