

## PROPOSTA SUSTENTÁVEL DE USO DA ÁGUA PROVENIENTE DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DA UCEFF PARA REÚSO EM DESCARGAS SANITÁRIAS

Juliana Eichelberger<sup>1</sup>  
Fabiana Regina Grigolo Luczkiewicz<sup>2</sup>  
Juliana Eliza Benetti<sup>3</sup>

### RESUMO

O objetivo deste estudo é propor o reúso da água para descargas de vasos sanitários no campus Palmital, da UCEFF, em Chapecó – SC. Para isso, a metodologia adotada foi o método indutivo, onde foi realizada uma avaliação sobre as análises dos parâmetros de água tratada pela ETE da instituição. O nível da pesquisa foi descritivo, pois partiu de observações e levantamento de dados para comparativos de padrões. O delineamento da pesquisa foi na forma documental, fazendo uso de documentos emitidos pela empresa responsável pela engenharia do sistema de tratamento de efluentes. A população desta pesquisa delimitou-se nas instituições de ensino superior, cuja amostra populacional foi a UCEFF e tratou-se de amostra não probabilística por conveniência, prendendo-se ao fato da disponibilidade e facilidade de acesso aos dados da pesquisa. A técnica de análise de dados foi qualitativa, pois se baseou em técnicas de análises e estatísticas. Através desse estudo, foi possível observar que, para o reúso da água na Instituição é necessário melhorar o sistema de desinfecção, a fim de atender os parâmetros microbiológicos de qualidade e cloro residual. Com essa proposta, a água resultante da ETE apresentará qualidade adequada para utilização, por exemplo, em descargas sanitárias, constituindo uma ação sustentável e gerando uma economia considerável no consumo de água fornecido pela companhia de saneamento.

**Palavras-chave:** Água. Reúso. Tratamento de Efluentes. Desinfecção. Descargas Sanitárias.

### 1 INTRODUÇÃO

A água é uma substância presente na natureza e de vital importância. Ela constitui parte importante de todas as matérias do ambiente natural ou antrópico e está diretamente ligada à identidade dos ambientes, seja formando ou regenerando rios, oceanos, desertos e florestas (COSTA; TELLES, 2010).

Estima-se que no Brasil está concentrado entre 12 % e 16 % do volume total de recursos hídricos do planeta. Entretanto, esses recursos não são distribuídos de forma homogênea e estão ameaçados por diversos fatores socioeconômicos (MENDONÇA; MENDONÇA, 2016).

A busca pela sustentabilidade no ciclo da água compreende variadas práticas de conservação e medidas que confirmam a sustentação ambiental. Um esforço recente vem sendo

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária – UCEFF (2019).

<sup>2</sup> Docente do Curso Engenharia Ambiental e Sanitária – UCEFF.

<sup>3</sup> Docente do Curso Engenharia Ambiental e Sanitária – UCEFF. e-mail: juliana@uceff.edu.br.

empreendido na adaptação de produção mais limpa, originados no setor industrial ao ciclo urbano da água. Esses princípios em relação ao uso de recursos hídricos podem ser resumidos em três formas de intervenção: minimização, separação e reutilização (GONÇALVES, 2006).

Estudos realizados no Brasil pela USP em 1995 e no exterior pela The Rainwater Technology Handbook, em 2001, mostram que os pontos de maior consumo de água dentro de uma residência são provenientes de descarga nos vasos sanitários, lavagem de roupas e para tomar banho, ou seja, o banheiro é o ponto de maior consumo, representando mais da metade do consumo de água nas residências (GONÇALVES, 2006).

As regiões Sul e Sudeste do Brasil são as que apresentam maior abundância de recursos hídricos, mas devido à urbanização crescente, a densidade populacional e aos múltiplos usos da água, este recurso está se tornando cada vez mais escasso. A carência de água, associada com a má qualidade do recurso induz à busca de fontes hídricas complementares, tornando o reúso de águas uma ótima alternativa (MENDONÇA; MENDONÇA, 2016)

Diante disso, **é possível utilizar a água proveniente da Estação de Tratamento de Efluentes da UCEFF como alternativa de reúso com fins não potáveis para descargas em vasos sanitários?** Propor uma alternativa sustentável de reúso da água tratada pela Estação de Tratamento de Efluentes da UCEFF para fins não potáveis em descargas de vasos sanitários.

Para alcançar o objetivo geral desta pesquisa foram traçados quatro objetivos específicos, sendo: verificar a qualidade do esgoto tratado proveniente da Estação de Tratamento da UCEFF, quanto aos principais parâmetros de análise; identificar os requisitos necessários para o reaproveitamento da água resultante do tratamento de esgotos para fins não potáveis dentro da instituição; apresentar melhorias no sistema caso não atenda os padrões necessários para reúso não potável da água; e avaliar se existe viabilidade para futura implantação de sistema de reúso dentro da instituição.

A água é imprescindível a vida, todos os problemas relacionados à escassez de água no mundo confirmam uma necessidade de maior controle do seu uso. Na Agenda 21, o reúso é recomendado aos países participantes de ECO (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento), no qual o Brasil faz parte, e destaca-se a importância da implementação de políticas de gestão dos recursos hídricos, entre outros problemas ambientais (COSTA; TELLES, 2010)

Neste sentido esta pesquisa se justifica, pois o reúso da água para fins não potáveis, além de contribuir com o problema da escassez ainda diminui a demanda de água potável destinada a outras atividades que poderiam ser substituídos por água de qualidade inferior, como por exemplo, descargas de vasos sanitários, lavagem de carros, calçadas e etc.

## 2 REVISÃO TEÓRICA

Neste tópico estarão presentes informações bibliográficas pertinentes à área de estudo.

### 2.1 ÁGUA

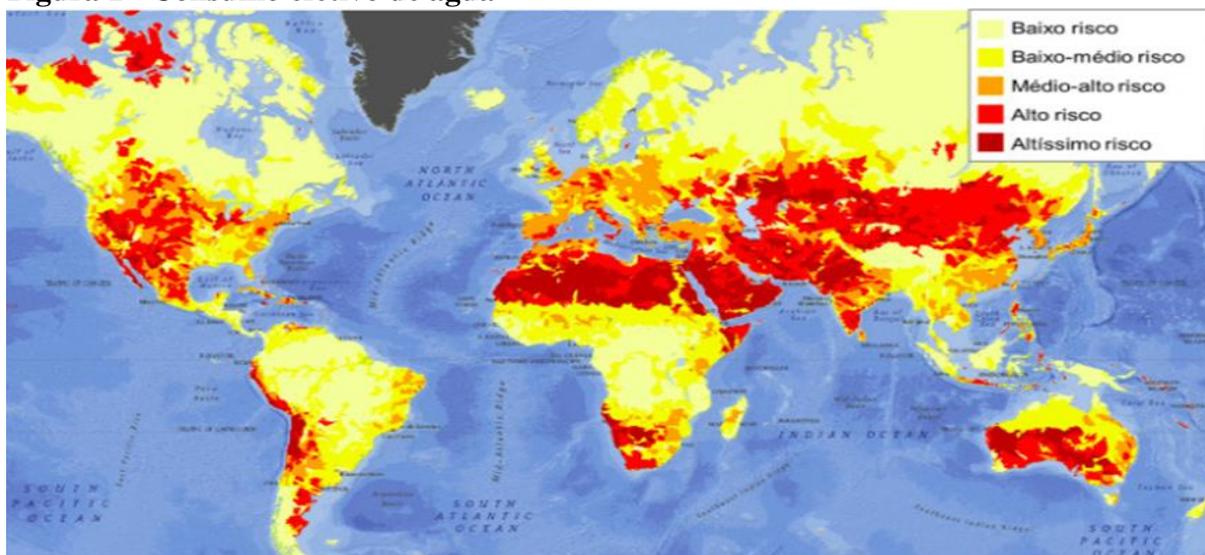
A água é um recurso natural abundante que ocupa aproximadamente 70 % do planeta, porém essa água não está prontamente disponível, sua disposição é desigual, o que torna caro e difícil assegurar o acesso à água de qualidade para todos os fins humanos.

Segundo Bittencourt e De Paula (2014), a desigualdade da disponibilidade hídrica deve-se a alguns fatores, como as precipitações atmosféricas sobre os continentes, a localização geográfica e as concentrações populacionais.

A Figura 1 mostra o panorama de risco de escassez através de um índice que vai de baixo risco até altíssimo risco e que mesmo em países com abundância de água, ainda existe o risco de escassez devido a efeitos climáticos ou logística no fornecimento do recurso.

Desde 1991, a ONU, através do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a Organização Mundial da Saúde (OMS), vem desenvolvendo atividades no sentido de gerenciamento dos recursos hídricos, que resultou no desenvolvimento de uma Estratégia Global para a Administração da Qualidade das Águas. Essa estratégia cria a necessidade de um equilíbrio entre quantidade e qualidade, levando em consideração as possibilidades de tratamento e reúso das águas (GONÇALVES, 2006).

**Figura 1 - Consumo efetivo de água**



Fonte: Adaptado de World ResourcesInstitute, (2014) apud (A DISPONIBILIDADE..., 2016).

Em 1992 ocorreu no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, conhecida por Rio 92. Essa conferência reuniu chefes de Estado de 179 países e teve como tema principal a discussão sobre desenvolvimento sustentável e como reverter o atual processo de degradação ambiental (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, 2019).

A agenda 21 foi o principal compromisso assumido durante a Conferência Rio 92, e apresentou um capítulo específico sobre a sustentabilidade hídrica das populações. Trata-se do capítulo 18 da Agenda 21, intitulado como: “Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos; Aplicação de abordagens integradas para o desenvolvimento, gestão e uso da água”.

Muitas estratégias foram propostas para um melhor controle da qualidade e disponibilidade da água, pois não existem dúvidas da importância deste recurso para o desenvolvimento sócio-econômico dos países, onde todos, de alguma forma, estão sofrendo com a escassez ou o risco de escassez.

## 2.2 ESGOTOS SANITÁRIOS

Os esgotos sanitários ou águas residuais podem ser definidos por aquelas águas que provêm do sistema de abastecimento de água da população, que após o seu uso, seja por atividades domésticas, industrial ou comunitário, alteram suas características e são recolhidos e conduzidos pela rede de esgoto para tratamento apropriado (MARA, 1976 apud MENDONÇA; MENDONÇA, 2016)

Segundo a NBR 9648, o esgoto sanitário é o “despejo líquido de esgoto doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária” (ABNT, 1986, p. 01). “As principais finalidades, na implantação de sistema de esgoto sanitário numa cidade, relacionam-se a três aspectos: higiênico, social e econômico” (NUVOLARI, 2011, p. 60).

Do ponto de vista higiênico, ainda segundo o autor (2011), o objetivo é controlar as doenças de veiculação hídrica, que ainda são responsáveis pelos altos índices de mortalidade infantil. Sob o aspecto social, o tratamento de esgotos visa a melhoria na qualidade de vida da população, eliminando odores e transformando os aspectos visuais. Economicamente, o objetivo envolve questões como o aumento da produtividade geral, pois melhora a qualidade ambiental na área urbana.

De acordo com Costa e Telles (2010), um município ideal deve atender 100 % das residências, indústrias e comércios com um sistema de tratamento de esgotos sanitários. Essa é

uma necessidade básica para a formação, ou transformação de uma sociedade saudável e com qualidade de vida.

### 2.3 TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO

O lançamento de esgotos sanitários sem o devido tratamento, num determinado corpo d'água pode causar a deterioração da qualidade dessa água, tornando-a assim, uma ameaça à saúde pública. O nível de tratamento sempre vai depender da análise das condições locais, onde o seu despejo não prejudique estética e sanitariamente um eventual uso dessa água para lazer de contato primário (NUVOLARI, 2011).

Do ponto de vista técnico, hoje existem inúmeras opções para fazer o tratamento de esgotos, cada uma delas com suas vantagens e/ou desvantagens, sejam elas espaço adequado, eficiência obtida, sofisticação na implantação e operação, uso ou não de equipamentos eletromecânicos, conseqüente consumo ou não de energia entre outros. Cada cidade possui características próprias de clima, topografia e característica dos corpos d'água para despejo, ficando a critério de cada uma escolher qual a melhor técnica de tratamento para seus efluentes (NUVOLARI, 2011).

Conforme Costa e Telles (2010), normalmente o tratamento de esgoto sanitário inclui um tratamento prévio (ou preliminar), onde são removidos os sólidos grosseiros e a areia. Na seqüência passa por um processo de tratamento primário, que visa remover os sólidos que sedimentam pelo próprio peso, e por fim, um tratamento secundário (ou biológico) que tem a finalidade de remover os sólidos finamente particulados e os dissolvidos. Quando necessário, pode-se incluir como ultima etapa, o tratamento terciário (ou avançado), porém deve-se considerar a relação custo/benefício.

Ainda segundo os autores (2010) o tratamento primário produz uma quantidade de sólidos que devem ser dispostos adequadamente. Os sólidos retirados das caixas de areia são enterrados, e os retirados de decantadores devem ser adensados e digeridos para posterior secagem e disposição adequada.

No tratamento secundário, as bactérias que efetuam o tratamento se reproduzem e têm a sua massa aumentada em função da quantidade de matéria degradada (PROSAB, 1999).

De acordo com Mendonça e Mendonça (2016), a maioria das estações de tratamento construídas vão até o tratamento secundário, porém algumas necessitam do nível terciário, isso porque o efluente oriundo do tratamento secundário ainda possui nitrogênio e fósforo em quantidade que possam provocar problemas no corpo receptor. O objetivo do tratamento

terciário é a remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo), bem como a desinfecção e remoção de compostos tóxicos e contaminantes específicos.

**Tabela 1 - Estimativa da eficiência esperada nos diversos níveis de tratamento incorporados em uma ETE**

<b>Tipo de Tratamento</b>	<b>Matéria Orgânica (% Remoção DBO)</b>	<b>Sólidos em Suspensão (% Remoção)</b>	<b>Nutrientes (% Remoção)</b>	<b>Bactérias (% Remoção)</b>
Preliminar	05 - 10	5 - 20	Não remove *	10 - 20
Primário	25 - 50	40 - 70	Não remove *	25 - 75
Secundário	80 - 95	65 - 95	Pode remover	70 - 99
Terciário	40 - 99	80 - 99	Até 99	Até 99,99

\*Não remove os nutrientes na forma dissolvida ou finamente particulada. Os nutrientes incorporados nas partículas de lodo são removidos nos decantadores.

Fonte: Adaptado de Cetesb (1988) apud Costa e Telles (2010).

Para a escolha do tratamento, deve-se considerar o espaço disponível para implantação do projeto, os recursos disponíveis e eficiência de tratamento almejada. A Tabela 1, mostra uma estimativa na eficiência de remoção de alguns parâmetros em diversos níveis de tratamento de uma ETE (COSTA; TELLES, 2010).

Hoje existem diversas ferramentas para se basear na escolha da melhor técnica de tratamento a ser utilizada, como por exemplo, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA), que são instrumentos obrigatórios quando se pretende construir uma ETE. Estes estudos levam em conta a qualidade, custo-benefício e devem ressaltar também o destino final a ser dado ao lodo, quando existe a necessidade de geração e descarte (NUVOLARI, 2011).

Segundo resolução do CONAMA nº 430 (BRASIL, 2011) e NBR 13969 (ABNT, 1997), para efeito de monitoramento da qualidade da água tratada pelas ETE's, os valores dos parâmetros no final do sistema devem ser inferiores aos estipulados na Tabela 2.

**Tabela 2 – Parâmetros limites ao final do tratamento**

<b>Parâmetro</b>	<b>Limite</b>	<b>Unidade</b>
DBO	120,00 ou redução de 60%	mg/L
Nitrogênio Amoniacal Total	20,00	mg/L
Materiais Sedimentáveis	1,00	mL/L
Óleos e Graxas	50,00	mg/L
Temperatura	40,00	°C
pH	5,0 a 9,0	-
Cloro Residual	0,50	mg/L
Coliformes Fecais	500,00	NMP/ 100 mL

Fonte: Adaptado de BRASIL (2011) e ABNT (1997).

Ainda de acordo com a NBR 13969 (ABNT, 1997) o efluente tratado pelo sistema de tratamento de esgoto local, deve satisfazer os padrões mínimos conforme Tabela 3, para lançamento na rede pluvial.

**Tabela 3 – Parâmetros de referência NBR 13696 para lançamento em rede pluvial**

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor de Referência</b>
DBO <sub>5,20</sub>	Inferior a 60 mg/L
DQO	Inferior a 150 mg/L
pH	Entre 6,0 e 9,0
Temperatura	Inferior a 40°C
Óleos e Graxas	Inferiores a 50 mg/L
Oxigênio Dissolvido	Superior a 1,0 mg/L
Sólidos Sedimentáveis	Inferior a 0,5 mg/L
Sólidos Não Filtráveis Totais	Inferior a 50 mg/L
Coliformes Fecais	< 1000 NMP/100 mL
Cloro Residual Livre	Superior a 0,5 mg/L

Fonte: Adaptado de ABNT (2017).

Não há um tratamento de esgotos que seja indicado como o melhor para quaisquer condições, porém, deve-se escolher um sistema que se adapte às condições locais e aos objetivos de cada caso. No Brasil são aplicados sistemas desde os mais sofisticados até os mais simples como: reatores anaeróbios de fluxo ascendente por meio de lodo; decanto-digestores seguidos de filtros anaeróbios; lagoas de estabilização inovadoras; formas de disposição controlada no solo entre outras (PROSAB, 1999).

## 2.4 REÚSO DA ÁGUA

Por muito tempo, a água foi considerada um recurso inesgotável, e talvez por conta disso, mal gerido. Várias regiões do mundo vêm sofrendo com o problema da oferta versus demanda de recursos hídricos. Este panorama se torna ainda mais dramático, quando se constata a deterioração dos mananciais de abastecimento, resultado dos baixos níveis de cobertura dos serviços de tratamento de esgotos, fragilidade na implementação de políticas de proteção dos mananciais, das práticas irregulares da agropecuária, entre outros (PROSAB, 2006).

Segundo Hespanhol (2002), a alternativa mais plausível para o fenômeno de escassez é o conceito de “substituição de fontes”, onde a água de melhor qualidade é usada para usos mais nobres, como abastecimento doméstico, e as águas de qualidade inferior, tais como os esgotos, águas de drenagem agrícola e águas salobras, devem, quando possível for, serem utilizadas para usos menos restritivos.

Mendonça e Mendonça (2016) apresentam algumas formas de reúso dos esgotos tratados:

- a) Irrigação (pode ser na agricultura, parques, praças, etc.)
- b) Reúso industrial (resfriamento, alimentação de caldeiras, mistura de concreto, etc.)
- c) Uso urbano de água não potável (proteção contra incêndios, limpeza de ruas, descarga de vasos sanitários, entre outros).
- d) Uso recreativo, reserva natural e áreas ambientais
- e) Recarga de aquíferos
- f) Em condições especiais, como fonte alternativa de abastecimento de água.

Costa e Telles (2010) ressaltam que o tratamento do efluente deverá atender à Resolução 430 do CONAMA (BRASIL, 2011), que define a qualidade de águas de acordo com a função do uso que será destinada.

De acordo com Jordão e Pessôa (2017), a principal preocupação referente ao reúso está nos riscos associados à saúde pública. A qualidade da água deve ser compatível com o uso pretendido, garantindo não apenas uma água de acordo com os padrões de qualidade, mas segura a seu uso final.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este tópico apresenta as classificações metodológicas utilizadas para a elaboração da pesquisa. Para se obter o conhecimento científico, o caminho deve ser direcionado por procedimentos técnicos e metodológicos bem definidos, a fim de ter subsídios necessários para conquistar um resultado provável ou improvável para a hipótese pesquisada e auxiliar na detecção de possíveis erros e na tomada de decisão do pesquisador (GARCIA, 2015).

No presente estudo, foi utilizado o método indutivo de pesquisa, onde foi realizada uma avaliação sobre as análises dos parâmetros da água tratada pela estação de tratamento de esgotos da UCEFF a fim de adequá-los conforme a necessidade de qualidade para reúso.

“A indução é a alma das ciências experimentais. Sem ela a ciência não seria outra coisa senão um repositório de informação sem alcance.” (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007, p. 45)

O estudo foi classificado como pesquisa descritiva, pois foi realizada uma observação dos possíveis usos da água de reúso dentro da instituição e após avaliação foi correlacionado com a legislação de acordo com seu padrão e exigências de potabilidade.

A pesquisa descritiva observa, analisa, registra e correlaciona os fatos sem que haja a manipulação dos mesmos. Busca descobrir a frequência que um fenômeno ou fato ocorre, e a

sua relação com outros e suas características, com a maior precisão possível. Seus principais instrumentos de coletas de dados incluem a observação, a entrevista, o questionário e o formulário (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007).

O delineamento da pesquisa aqui presente foi na forma documental, fazendo uso de documentos adquiridos pela empresa responsável pela engenharia do sistema de tratamento de efluentes da UCEFF.

A pesquisa documental é muito similar a pesquisa bibliográfica, a diferença entre as duas está na natureza das fontes. Enquanto a bibliográfica utiliza de diversas contribuições de diferentes autores, a documental vale-se de materiais que não recebem um tratamento analítico, ou que podem ser re-elaborados de acordo com a pesquisa (GIL, 2002).

A coleta de dados foi realizada com documentos através de análise de testes feitos por laboratório particular e terceirizado pela empresa responsável pela ETE da instituição UCEFF nos períodos de 2017, 2018 e 2019 e também, dados obtidos pela concessionária responsável pelo abastecimento de água no município no período de 6 meses consecutivos.

Conforme Barbosa (2008, p. 2) a coleta de dados por documentos é “[...] uma das primeiras fontes de informação a serem consideradas é a existência de registros na própria organização, sob a forma de documentos, fichas, relatórios ou arquivos em computador”.

O levantamento sobre a vazão de esgoto tratado pela instituição, bem como toda a sua estrutura e funcionamento também foi através de documentos disponibilizados pela empresa responsável pela engenharia do sistema de tratamento.

Pode-se definir como população, todos os indivíduos do campo de interesse da pesquisa, e é sobre esse grupo que se pretende tirar conclusões (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010). A população desta pesquisa delimitou-se nas instituições de ensino superior que possuem dentro de sua propriedade uma estação de tratamento para os seus efluentes gerados.

A amostra também é classificada como não probabilística por conveniência, isso se prendeu ao fato da disponibilidade de acesso da autora aos documentos e análises, facilitando a logística necessária para execução do estudo.

Para Gil (2008), a amostra por conveniência é destituída de qualquer rigor estatístico, o pesquisador através dos elementos que ele tem acesso, seleciona os que possam de alguma forma representar o universo. Esse tipo de amostragem é aplicado em estudos exploratórios ou qualitativos, onde não se exige um nível elevado de precisão.

O estudo foi classificado como pesquisa quantitativa, pois se baseia na análise de parâmetros de qualidade da água de acordo com o seu padrão de potabilidade, e também

quantifica por meio de técnica estatística de percentagem a quantidade de água potável utilizada na instituição, que poderia ser substituída por água de reúso.

Mascarenhas (2012) acredita que nesse tipo de pesquisa, o uso de técnicas estatísticas torna o estudo mais imparcial, evitando a influência do pesquisador sobre os resultados.

## 4 RESULTADOS DO ESTUDO

Neste tópico, serão apresentados os resultados do estudo de acordo com dados de projeto da ETE da instituição UCEFF, fornecidos por meio de documentos pela empresa responsável pela engenharia do sistema de tratamento de esgotos e pela empresa fornecedora de água no município do Chapecó – SC.

### 4.1 DESCRIÇÃO DA ETE DA INSTITUIÇÃO UCEFF

O projeto da Estação de tratamento de efluentes da UCEFF – Campus Palmital, localizado na cidade de Chapecó – SC, foi desenvolvido por uma empresa de engenharia especializada nesse tipo de tratamento, de acordo com as normativas existentes, determinações e padrões estabelecidos pela Resolução 430 do CONAMA (BRASIL, 2011).

Para determinação das contribuições de esgotos sanitários foram utilizados os critérios técnicos estabelecidos pelas normas da NBR 12209 (ABNT, 2011) e NBR 13969 (ABNT, 1997).

O Sistema de Tratamento de esgotos da UCEFF é caracterizado como um sistema de tratamento biológico de funcionamento contínuo e com aeração prolongada. O sistema contém uma fase aeróbia baseada em tecnologia de lodos ativados por aeração prolongada com fase anóxica de remoção de nitrogênio de decantador secundário tipo Dortmund.

A estação de tratamento de esgoto da Instituição compreende as seguintes etapas:

- a) Pré-tratamento;
- b) Tanque de recalque;
- c) Reator aeróbio com aeração prolongada;
- d) Decantador secundário;
- e) Desinfecção/cloração;
- f) Adensador.

O processo de tratamento por lodos ativados da UCEFF consiste em uma cultura microbiológica na forma de flocos (lodos ativados) em um tanque de aeração, que é alimentado pelo efluente a tratar.

Visando a melhoria da qualidade do efluente tratado bem como o aumento da vida útil dos componentes da ETE, foi instalado um tratamento preliminar que se constitui de cesto de gradeamento para reter partículas sólidas que possam comprometer o funcionamento das bombas e equipamentos subsequentes do processo.

A seguir, um tanque de recalque, responsável pela elevação do esgoto até a estação de tratamento de esgoto através de bombas de recalque submersas acionadas por bóias elétricas.

Após o recalque, o esgoto chega a um reator aeróbio com aeração prolongada, que é onde ocorrem as reações bioquímicas de remoção da matéria orgânica e, em determinadas condições, de nitrogênio e de fósforo, através de microrganismos presentes no esgoto e da inserção de oxigênio.

Subseqüente a este processo, o efluente chega ao decantador, que tem como principal função sedimentar os sólidos provenientes do reator aeróbio, e por fim, o efluente é armazenado no chamado tanque de armazenamento do efluente final, que é utilizado para armazenar o efluente tratado para reúso para fins não potáveis. Este compartimento será confinado no próprio tanque de tratamento com reserva aproximada para 20m<sup>3</sup> e terá desinfecção via cloração. O compartimento de reúso conta com um extravasor para rede pluvial que funciona como um dispositivo de segurança para lançamento na rede, assim que exceder as vazões estimadas em projeto.

Dentre as alternativas existentes para cloração, para o projeto da ETE da UCEFF, o sistema adotado foi o método de cloração por pastilhas (hipoclorito de cálcio), com um tempo de detenção do cloro com a água de 30 minutos, e período de utilização de um dia, o que promove um total de 48 ciclos.

## 4.2 CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE GERADO

O esgoto sanitário da instituição UCEFF é composto pela água utilizada nas atividades de limpeza dos ambientes internos e externos, efluentes de banheiros (descargas de vasos sanitários e pias), torneiras das cozinhas (cantina e instituição), laboratórios de engenharia (lavagem de instrumentos, principalmente os oriundos da construção civil) e irrigação de horta.

A instituição contrata regularmente uma empresa especializada em análises de água para realizar os ensaios com amostras de esgoto bruto e esgoto tratado pela ETE. Para este estudo,

foram consideradas amostras de efluente coletadas nos períodos de setembro de 2017, julho de 2018 e janeiro de 2019. Os resultados das análises podem ser observados na Tabela 4.

**Tabela 4 – Análise esgoto bruto e tratado da ETE da UCEFF**

PARÂMETRO	Set/17		Jul/18		Jan/19	
	BRUTO	TRATADO	BRUTO	TRATADO	BRUTO	TRATADO
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	5950	89,9	427	69	124	84,8
DBO <sup>5</sup> (mg O <sub>2</sub> /L)	907	27	161	4,9	45	5,5
pH	7,4	6,83	8,44	6,71	7,88	6,55
Cloro Residual Livre (mg Cl <sub>2</sub> /L)	ND	< LQ	0,06	ND	ND	< LQ
Óleos e Graxas Totais (mg/L)	664,86	17,67	55,56	< LQ	74,19	< LQ
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	11	< LQ	5,5	< LQ	0,2	< LQ
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	3255	< LQ	126	< LQ	39	< LQ
Oxigênio Dissolvido (mg O <sub>2</sub> /L)	3	2,79	2,4	2,88	4,9	3,92
Temperatura (°C)	23	27,4	16,9	16,8	25,1	17,7
NMP de <i>E. Coli</i> (NMP/100 mL)	6,97x10 <sup>6</sup>	1,42 x 10 <sup>4</sup>	3,87x10 <sup>7</sup>	1,79x10 <sup>4</sup>	8,4x10 <sup>5</sup>	1x10 <sup>2</sup>

ND: Não detectável - LQ: Limite de quantificação - NMP: Número mais provável

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

De acordo com o projeto, a água tratada é armazenada em tanque destinado ao reúso, quando não utilizada para esse fim, o efluente é lançado na rede pluvial.

Segundo os parâmetros para lançamento de efluente na rede pluvial, presente na Tabela 3 do referencial teórico, percebeu-se que a ETE da instituição não atende aos padrões para lançamento de esgoto em rede pluvial. O parâmetro Coliforme fecais está acima do valor permitido pela NBR 13969 (ABNT, 1997), e o parâmetro Cloro residual livre está abaixo do limite mínimo imposto pela norma.

Conforme pesquisa realizada, sabe-se que o processo de desinfecção é responsável pela destruição de parte ou um todo de microrganismos patogênicos, e para que os valores de coliformes fecais estejam abaixo dos limites estipulados pela normativa, é necessário um tratamento de desinfecção eficiente, pois esse parâmetro só é reduzido após processo de cloração.

### 4.3 POSSIBILIDADE DE REÚSO

Dentre os usos da água dentro da instituição, grande parte desse consumo pode ser substituída por água de reúso proveniente do tratamento de esgotos. O reúso mais indicado é o para fins não potáveis.

A Tabela 5, apresenta as possibilidades de reúso para fins não potáveis dentro do campus da instituição e os parâmetros de referência para cada tipo de reúso conforme regulamenta a NBR 13969 (ABNT, 1997) de acordo com Tabela 4 da pesquisa.

**Tabela 5 – Possibilidades de reúso não potáveis na instituição**

Possibilidade de Reúso	pH	CRT	<i>E. Coli</i>	SDT
Limpeza dos Ambientes	6 a 8	0,5 - 1,5 mg/L -1	< 200 NMP 100 mL	< 200 mg/L
Descargas de Vasos Sanitários	-	-	< 500 NMP 100 mL	-
Laboratórios de Eng. Civil	6 a 8	0,5 - 1,5 mg/L -1	< 200 NMP 100 mL	< 200 mg/L
Lavagem de Pisos e Calçadas	-	> 0,5 mg/L -1	< 500 NMP 100 mL	-
Proteção contra incêndios	6 a 8	0,5 - 1,5 mg/L -1	< 200 NMP 100 mL	< 200 mg/L

CRT: Cloro residual total

SDT: Sólidos dissolvidos totais

Fonte: Elaborado pela Autora, (2019).

De acordo com a Tabela 5, percebeu-se que o efluente tratado pela ETE da instituição não pode ser destinado imediatamente para reúso, mesmo que para fins não potáveis. Pois em comparação com as análises do efluente tratado (tabela 5), percebe-se que apenas os parâmetros pH e SDT estão em conformidade com as exigências estabelecidas pela norma.

O teor de cloro residual está muito baixo, não atendendo aos parâmetros estabelecidos para reúso (0,5 a 1,5 mg/L). Em consequência, é possível observar que o número mais provável de *E. coli* encontra-se superior ao previsto pela legislação, uma vez que, com a desinfecção ineficiente, o número de microrganismos aumenta. Dessa forma, antes de destinar a água para o reúso, é necessário adequar esses parâmetros, o que pode ser realizado através de modificações no sistema de cloração já existente (pastilhas) ou pela implantação de um sistema de desinfecção que utiliza hipoclorito de sódio como fonte de cloro, o que não gera grandes modificações no sistema, pois altera apenas o composto e a forma de injeção, no caso do hipoclorito de sódio, será necessária uma bomba dosadora.

#### 4.4 PROPOSTA DE MELHORIA NO SISTEMA

Para a manutenção do sistema atual, é necessária a modificação dos parâmetros adotados, seja pelo aumento no tempo de detenção da água em contato com o cloro ou pela revisão da dosagem das pastilhas no clorador.

De acordo com a pesquisa realizada, diversos fatores podem influenciar na eficiência do cloro no processo de desinfecção, e para uma inativação de patogênicos eficiente, dentre

outros fatores, geralmente é necessária uma alta concentração de cloro residual e longo tempo de contato do efluente com o cloro.

Uma das possibilidades de sistemas de cloração é a utilização de hipoclorito de sódio como fonte de cloro. Além da fácil aplicação do produto, ele é o mais adequado para ETE's de pequeno porte, que é o caso da instituição, e possui baixo custo.

Considerando a vazão máxima da estação de 63 m<sup>3</sup>/dia conforme Apêndice D, e dosagem máxima esperada de cloro de 1,5 mg/L (ABNT, 1997), de acordo com a equação 1 apresentada no estudo, a capacidade de cloração da instalação é de 0,0945 kg/dia.

Através de pesquisa de preço através de sites de venda de produtos químicos, o custo aproximado do hipoclorito de sódio, concentração 12 % e densidade de 1200 kg/L é de R\$ 14,00 por litro. Sendo assim, para a capacidade de cloração de 0,0945 kg/dia a uma concentração de 12% têm-se aproximadamente 0,79 kg/dia.

Para uma densidade de 1200 kg/L têm-se aproximadamente 0,66 L/dia de capacidade de cloração. Para dosagem do hipoclorito de sódio poderá ser utilizada uma bomba dosadora de injeção, com capacidade de dosagem de até 1 L/ hora e pressão de trabalho de até 7 bar, com 100 injeções por minuto.

Levando em conta esse consumo (0,66 L/d) e considerando 30 dias em um mês, então para a desinfecção com hipoclorito de sódio utiliza-se por mês, aproximadamente 20 L do produto, que equivalem a um custo de R\$ 280,00 mensais.

#### 4.5 ESTUDO DE VIABILIDADE

Considerando um tratamento de esgotos eficiente e que atenda aos parâmetros exigidos pela NBR 13969 (ABNT, 1997) para água de reúso para fins não potáveis, analisou-se a viabilidade da implantação do sistema de reúso na instituição considerando o reúso para descargas de vasos sanitários, quanto a economia de água potável.

O estudo foi feito a partir das análises das faturas de água fornecidas pela instituição UCEFF, onde o comparativo se deu através dos volumes mensais de consumo de água abastecida pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) e a quantidade de água utilizada para descargas de vasos sanitários. Para o levantamento do consumo mensal de água utilizada pela instituição, foi realizada uma média em um período de 6 meses consecutivos, conforme apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6 – Histórico de consumo de água na Instituição UCEFF**

Mês/ano	Volume (m <sup>3</sup> )
Mai/19	227
Abr/19	385
Mar/19	247
Fev/19	128
Jan/19	34
Dez/18	227
Média	208

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Os valores tarifados pela CASAN para o consumo de água no setor industrial são cobrados de acordo com a Tabela 7.

**Tabela 7 - Tarifa aplicada para imóveis destinados ao exercício de atividades industriais**

Categoria	Faixa	m <sup>3</sup>	Água R\$
Industrial	1	Até 10	65,00/ mês
	2	Maior que 10	10,7866/m <sup>3</sup>

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Não foi possível a instalação de hidrômetros para medir com precisão a quantidade de água potável que é utilizada nos vasos sanitários, então os cálculos de demanda foram feitos e adaptados conforme estudos do PROSAB (2006a).

Segundo os estudos, para o cálculo da demanda interna total de água não potável, é necessário somar todas as demandas de reúso interno. Para o caso desta pesquisa, será considerada apenas a demanda dos vasos sanitários, conforme equação 3.

O estudo realizado pelo PROSAB (2006a) apresenta a vazão de descargas dos vasos sanitários de 6 L por descarga e considera uma perda por vazamento de 10 %. Por se tratar de estabelecimento educacional, com aulas no período noturno, e funcionamento apenas de segunda a sábado, totalizando 25 dias por mês, as frequências de uso dos vasos sanitários diminuem quando comparados com uma residência. Para este estudo foi considerado uma descarga por pessoa para uma população de 700 habitantes, conforme dados da pesquisa apresentado no apêndice C.

Assim sendo, a vazão de água utilizada para descargas de vasos sanitários é de aproximadamente 4,62 m<sup>3</sup>/dia, ou 115,5 m<sup>3</sup>/mês.

Conforme dados apresentados anteriormente, na tabela 7, a média mensal de consumo de água pela UCEFF é de 208 m<sup>3</sup>/mês, ou 8,30 m<sup>3</sup>/dia. Logo a economia gerada com o reúso é de aproximadamente 55 %. Deste modo, é possível fazer um comparativo do custo da água com e sem reúso, Tabela 8.

**Tabela 8 – Comparativo de economia de água com e sem reúso**

Consumo médio água (m <sup>3</sup> /mês)	Tarifa (R\$/m <sup>3</sup> )	Total água (R\$)	Consumo água com reúso (m <sup>3</sup> /mês)	Tarifa (R\$/m <sup>3</sup> )	Total água (R\$)	Economia (R\$)
208	10,7866	2243,61	94	10,7866	1013,94	1229,67

Fonte: Elaborada pela Autora, (2019).

É importante considerar que de acordo com o projeto da ETE, o tanque de armazenamento para água de reúso tem capacidade para armazenar 19 m<sup>3</sup>/dia. Para uma vazão média de esgoto de aproximadamente 8,30 m<sup>3</sup>/dia, é necessário fazer uso dessa água a cada 2 dias, caso contrário, o extravasor libera o efluente excedente para a rede pluvial.

Caso não seja utilizada essa água, é importante descartá-la, pois a mesma fica por muito tempo parada, e por mais que entra o cloro residual no tanque de reúso, ele fica diluído, não sendo suficiente para impedir o crescimento dos microrganismos que não foram eliminados na desinfecção.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As águas de reúso constituem uma importante fonte alternativa para os diversos usos da água, colaborando com o problema de escassez. O reúso de água proveniente de estações de tratamento de esgotos é geralmente empregado para uso não potável, caracterizando assim um efluente com qualidade inferior as demais categorias de reúso. Apesar de a exigência ser menor quanto aos parâmetros de potabilidade, ainda assim necessitam de um tratamento adequado, visando reúso seguro para a saúde da população.

Esta pesquisa teve como primeiro objetivo verificar a qualidade do esgoto tratado pela estação de tratamento de efluentes da UCEFF quanto aos principais parâmetros de análise. O objetivo foi alcançado, e através de análises de amostras do efluente, pode-se verificar que existem algumas melhorias a serem adotadas para que alguns parâmetros atendam aos padrões exigidos pela legislação.

O segundo objetivo foi identificar os requisitos necessários para o reaproveitamento da água resultante do tratamento de esgotos para fins não potáveis dentro da instituição. Nesta etapa foram encontradas algumas dificuldades para pontuar os requisitos, pois no Brasil a prática do reúso não é muito utilizada, ou limita-se principalmente à prática em irrigação na agricultura. É necessária uma legislação que estabeleça critérios de qualidade específicos ao uso e incentive a prática do reúso, tornando mais fácil a aplicação de sistemas alternativos para consumo de água não potável.

O reúso de águas provenientes de ETE's se mostrou uma boa opção no âmbito universitário, considerando que grande parte do uso de água potável pode ser substituída por água de qualidade inferior, devido ao tipo de utilização do recurso, geralmente empregado em descargas de vasos sanitários.

O terceiro objetivo foi propor melhorias no sistema caso não atendessem os padrões necessários para reúso não potável de água, e neste aspecto também ocorreram algumas dificuldades, pois o sistema de tratamento de efluentes da UCEFF mostrou-se ineficiente no processo de desinfecção da água, não tornando possível o reúso de imediato, mesmo que para fins não potáveis na instituição. Para propor uma melhoria no sistema, seria necessário acompanhar o funcionamento da desinfecção em todos os seus ciclos de dosagem das pastilhas, o que não foi possível, considerando que tratam-se de 48 ciclos em um período de 30 minutos cada ciclo, totalizando 24 horas de funcionamento. Porém, com o auxílio da pesquisa bibliográfica foi possível propor outra alternativa mais eficiente para desinfecção, sem que altere significativamente o funcionamento do sistema atual.

No que se refere ao último objetivo, “avaliar a viabilidade de implantar o sistema de reúso dentro da instituição” foi alcançado em partes, pois tiveram-se dificuldades em encontrar estudos tratando do reúso em instituições de ensino. Por isso aplicou-se a possibilidade de reúso apenas em descargas de vasos sanitários, pelo fato de existir um estudo de aplicabilidade e de fácil obtenção de dados para cálculo de demanda. Também não foi possível estabelecer qual a quantidade de água da CASAN e água de reúso que podem ser utilizadas na instituição, uma vez que o medidor de vazão é único.

Contudo, conclui-se que existem inúmeras outras possibilidades para aproveitamento de água tratada pela ETE da UCEFF dentro do campus da instituição, como lavagem de calçadas, irrigação de horta, uso em laboratórios de engenharia civil, entre outros, e que geraria uma economia considerável e também contribuiria para a redução do consumo de água potável na substituição por água de qualidade inferior das atividades que não exigem padrões tão altos, como o caso das descargas de vasos sanitários.

Para desdobramento de futuras pesquisas, é sugerido:

- a) Uma análise da eficiência do sistema proposto para desinfecção;
- b) Um levantamento de custos para implantação de instalação sanitária para reúso para fins não potáveis na instituição;
- c) Um estudo de custo-benefício, em quanto tempo se paga a implantação de reúso tendo em vista a economia gerada com o atual sistema de tarifação.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 12209**: Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários. 2 ed. Rio de Janeiro, 2011. 60 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997. 60 p.

BARBOSA, E. F. **Instrumentos de Coleta de Dados em Pesquisas Educacionais**. 2008. Disponível em:

[http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Ensino\\_2013\\_2/Instrumento\\_Coleta\\_Dados\\_Pesquisas\\_Educacionais.pdf](http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Ensino_2013_2/Instrumento_Coleta_Dados_Pesquisas_Educacionais.pdf). Acesso em: 09 mai. 2019.

BITTENCOURT, C.; DE PAULA, M.A.S. **Tratamento de Água e efluentes: fundamentos de saneamento ambiental e gestão de recursos hídricos**. São Paulo: Saraiva, 2014. 184 p.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em:

<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 20 Mar. 2019.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n° 430, de 13 de maio de 2011**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res43011.pdf>. Acesso em: 20 Mar. 2019.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Água um recurso cada vez mais ameaçado**. 2019. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/\\_arquivos/3%20-%20mcs\\_agua.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/3%20-%20mcs_agua.pdf). Acesso em: 26 Mar. 2019.

BRASIL. **Lei n° 14.675, de 13 de abril de 2009**. Código Estadual do Meio Ambiente Santa Catarina. Florianópolis, SC, 13 abr. 2009. Disponível em:

[http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2009/14675\\_2009\\_lei.html](http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2009/14675_2009_lei.html). Acesso em: 07 jul. 2019.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. E-book.

COSTA, R. P.; TELLES, D. D. (Coordenadores). **Reúso da água: Conceitos, teorias e práticas**. São Paulo: Blucher, v. 2, 2010. 408 p.

GARCIA, F. S. **Metodologia da pesquisa científica: organização estrutural e os desafios para redigir o trabalho de conclusão**. 2015. Disponível em:

[http://uniesp.edu.br/sites/\\_biblioteca/revistas/20170627112856.pdf](http://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20170627112856.pdf). Acesso em: 08 Mai. 2019.

GIL, A. C. **Como classificar as pesquisas?** 2002. Disponível em:

<http://www.madani.adv.br/aula/Frederico/GIL.pdf>. Acesso em: 09 Mai. 2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em: <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>. Acesso em: 08 Mai. 2019.

GOMES, F. M. A. **Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã**. 2011. Disponível em: [http://webmail.cnpma.embrapa.br/down\\_hp/464.pdf](http://webmail.cnpma.embrapa.br/down_hp/464.pdf). Acesso em: 08 abr. 2019.

GONÇALVES, R.F. (Coordenador). **Uso racional da água em edificações**. 04. ed. Vitória (ES): Prosab, 2006. 332 p.

HESPANHOL, I. Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Industria, Municípios, Recarga de Aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH**. São paulo, 2002. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4613846/mod\\_resource/content/1/Potencial\\_de\\_Reuso\\_de\\_Agua\\_no\\_Brasil\\_Agricultura\\_I.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4613846/mod_resource/content/1/Potencial_de_Reuso_de_Agua_no_Brasil_Agricultura_I.pdf). Acesso em: 23 abr. 2019.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A.. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Abes, 2017. 915 páginas.

KAUARK, F. da S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da pesquisa: um guia prático**. Bahia: Via Litterarum, 2010. Disponível em: <http://197.249.65.74:8080/biblioteca/bitstream/123456789/713/1/Metodologia%20da%20Pesquisa.pdf>. Acesso em: 9 maio 2019.

MASCARENHAS, S. A. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson, 2012. E-book.

MENDONÇA, S. R.; MENDONÇA, Luciana C. **Sistemas sustentáveis de esgoto**. São Paulo: Blucher, 2016. 348 p.

NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola**. São Paulo: Blucher, 2011. 565 p.

PROSAB. **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. E-book.

PROSAB. **Desinfecção de efluentes sanitários, remoção de organismos patogênicos e substâncias nocivas. Aplicações para fins produtivos como agricultura, aquicultura e hidroponia**. Vitória - ES: Abes, 2003. E-book.

PROSAB. **Tecnologias de segregação e tratamento de esgotos domésticos na origem, visando a redução do consumo de água e da infra-estrutura de coleta, especialmente nas periferias urbanas**. Vitória - ES: ABES, 2006a. E-book.

PROSAB. **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Recife - PE: ABES, 2006b. E-book.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Rio 92**. Curitiba - PR, 2019. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=26>. Acesso em: 9 abr. 2019.