

# REUSO DO EFLUENTE TRATADO NA PRODUÇÃO DE MUDAS PARA RECUPERAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA DO CAMPUS UFERSA-ANGICOS

Alison Henrique da Silva Barreto<sup>1</sup>  
Oswaldo Nogueira de Sousa Neto<sup>2</sup>

## RESUMO

A região Nordeste do Brasil, caracterizada pelo bioma da caatinga, onde a água é um recurso restrito devido os longos períodos sem chuvas, devido a esses longos períodos é causado a desertificação de áreas vegetais, sendo a utilização de águas de menor qualidade para a irrigação e cultivo de plantação nativa para a revitalização das áreas afetadas uma alternativa para a redução da pressão sobre os mananciais e da poluição dos recursos hídricos causada pelo despejo de esgotos nos rios e lagos. O presente estudo tem como objetivo apresentar uma proposta para reutilização do efluente tratado pela Estação de Tratamento de Esgoto da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - Campus Angicos na produção de mudas e irrigação de essenciais características da caatinga, com o intuito de destiná-las ao reflorestamento do campus e recuperação de área degradadas. Para isso, foram realizadas pesquisas sobre o assunto e a identificação das áreas degradadas no Campus. Para tanto, utilizou-se de um relatório da UFERSA sobre a instalação da ETE, onde apresentava dados sobre a Estação de Tratamento de Efluente. Utilizou-se da ferramenta de modelagem 3D, *Sketchup 8*. Esta pesquisa é de natureza qualitativa, aplicada e exploratória elaborada como estudo de caso. Quanto aos resultados foram desenvolvidos modelos 3D do viveiro para a produção das mudas e os custos para a construção dele, fazendo-se necessário para a execução da proposta de reuso.

**Palavras-chave:** Reuso de água. Irrigação. Caatinga. Reflorestamento.

## ABSTRACT

The northeastern region of Brazil, characterized by the caatinga biome, where water is a restricted resource due to long periods without rain, due to these long periods is caused the desertification of plant areas, and the use of lower quality water for irrigation. and cultivating native plantation for the revitalization of affected areas as an alternative to reducing pressure on water sources and pollution of water resources caused by sewage discharge into rivers and lakes. This study aims to present a proposal for the reuse of effluent treated by the Sewage Treatment Station of the Rural Federal University of Semi-Arid - Campus Angicos in the production of seedlings and irrigation of essential characteristics of caatinga, with the purpose of destining them. campus reforestation and reclamation of degraded areas. To this end, research was conducted on the subject and the identification of degraded areas on the campus. To this end, we used a report from UFERSA on the installation of the WWTP, which presented data on the Effluent Treatment Station. We used the 3D modeling tool, Sketchup 8. This research is qualitative, applied and exploratory as a case study. As for the results were developed 3D models of the nursery for the production of seedlings and the costs for its construction, being necessary for the execution of the reuse proposal.

**Keywords:** Water reuse. Irrigation. Caatinga. Reforestation.

<sup>1</sup>Discente do Bacharelado de Ciência e Tecnologia – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.  
Email: alisonhenrique09@hotmail.com

<sup>2</sup>Docente do curso de Bacharelado de Ciência e Tecnologia – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.  
Email: osvaldo.neto@ufersa.edu.br

## **1 INTRODUÇÃO**

O planeta Terra é constituído por quatro elementos básicos para a vida, onde a água é um deles e possui muita importância por ser um recurso necessário para a sobrevivência de seres vivos. É notável que com o crescimento da população e do número de indústrias, a gestão de boa parte desse recurso ainda ocorre de forma inconsciente e isso compromete sua disponibilidade em qualidade e em quantidade para as gerações futuras.

A diminuição da disponibilidade da água de boa qualidade, usada para o abastecimento humano, devido ao aumento da população e as mudanças do clima, submete ao desenvolvimento de estratégias para o controle desse recurso. Como alternativa para o consumo agrícola e desperdício exacerbado da água é viável a reciclagem e reuso da mesma, evitando o descarte de águas contaminadas no meio ambiente. De acordo com Morelli (2005), o consumo crescente da água transforma a prática de reuso uma opção fundamental para o controle de desperdícios e redução do consumo de água (MORELLI, 2005).

Com a carência da água de boa qualidade no planeta, a redução e conscientização no consumo é de suma importância, pois deve-se atender as demandas pela mesma de forma sustentável (DORIGON e TESSARO, 2010). Uma boa opção para reutilização de águas residuárias é na agricultura, pois muitas vezes a quantidade de água utilizada nas áreas agrícolas para irrigação é maior que a necessária havendo o desperdício da água de boa qualidade (FAGGION, OLIVEIRA; CHRISTOFIDIS, 2009). Assim, o reuso de efluente tratado destinado para atividades agrícolas reduz o consumo da água de boa qualidade e evita do desperdício da mesma.

De acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA) (2017), 48 milhões de pessoas foram afetadas por secas ou estiagens no Brasil entre o ano de 2013 a 2016, nessa ocasião, foram registrados em média, de mil eventos de seca com danos humanos. No ano de 2016, de 18 milhões de pessoas atingidas com escassez hídrica, 84% dos impactos ocorreram no Nordeste brasileiro.

No Nordeste brasileiro além dos aspectos apresentados, há a ocorrência de temperaturas elevadas, a poluição hídrica devido a péssima qualidade do saneamento e a degradação das áreas florestais causada pelo desmatamento e a queimadas. Com a ocorrência desses fatores surge como consequência a diminuição da fertilidade do solo, a desertificação e a diminuição da disponibilidade da água de boa qualidade, sendo o reuso dos efluentes uma preferência para atividades agrícolas e para a redução da pressão sobre os mananciais.

Nesse contexto, pode-se dizer que os efluentes são considerados úteis, a partir de tratamento nas estações, como alternativa de reuso ao invés de ser descartado. O presente estudo tem como objetivo apresentar uma proposta para reutilização do efluente tratado pela Estação de Tratamento de Esgoto da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - Campus Angicos na produção de mudas e irrigação de essenciais características da caatinga, com o intuito de destiná-las ao reflorestamento do campus e recuperação de área degradadas.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Qualificação da água**

A água a ser utilizada no dia a dia da sociedade deve satisfazer as exigências pessoais, sociais e econômicas. O aspecto relevante para tais atividade e o abastecimento humano, é a qualidade da água. Visando essa qualidade da água para uso humano, foi elaborada a pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) a resolução N° 357 do ano de 2005, onde a água é classificada de acordo com qualidade requerida para os seus usos, se tratando da água doce ela é classificada em 5 classes como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Classificação da água doce de acordo com o seu uso.

Classificação da água doce					Uso da água
Classe especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	
X					Abastecimento para consumo humano, com desinfecção simples.
	x				Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional.
		x	x		Abastecimento humano, após tratamento avançado.
x	x	x			Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
	x	x			Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
	x	x			Recreação de contato primário, como por exemplo natação e mergulho
		x			Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas, e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película.
		x			Irrigação de hortaliças e de plantas frutíferas
			x		Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.
		x	x		Aquicultura e atividades de pesca.
				x	Navegação
				x	Harmonia paisagística
			x		Dessedentação animal

Fonte: Autoria própria (2019).

Para o avaliar a qualidade da água pretendendo seu uso para abastecimento humano foi desenvolvido pela *National Sanation Foudation*, nos Estados Unidos, O Índice de Qualidade das Águas (IQA), avaliando a qualidade da água após o tratamento. Posteriormente esse Índice passou a ser usado no Brasil e adotados por vários estados. O IQA apresenta limitações já que a análise não leva em consideração vários parâmetros importantes como substâncias tóxicas e protozoários patogênicos. O Índice de Qualidade das Águas (IQA) é um parâmetro variável de 0 à 100, definindo os níveis de qualidade da água (BRASILIA, 2019). A Tabela 2 mostra a seguir, as faixas do IQA utilizado no Rio Grande do Norte.

Tabela 2: Faixas do IQA utilizada no RN e as determinadas classificações.

Faixas do Índice de Qualidade das Águas (IQA)	Classificação da qualidade da água
91-100	Ótima
71-90	Boa
51-70	Razoável
26-50	Ruim
0-25	Péssima

Fonte: Autoria própria (2019).

Assim, neste trabalho ao se tratar da água de boa qualidade, refere-se à água que está dentro das classificações e o IQA mostrado anteriormente, e a água de menor qualidade sendo a água que não se encaixam nas classificações mostradas.

## 2.2 Escassez da água

A água é um recurso necessário para a sobrevivência dos seres vivos. Seu uso aumenta constantemente, seja pelo crescimento urbano e/ou industrial, em um nível que está afetando a população, pois esse uso ocorre de forma indevida, levando a escassez do recurso de boa qualidade. Consoante Costa e Barros Junior (2005), atualmente consideram a água como um bem voltado para o ganho econômico visto que a sociedade é dependente dela para sobreviver.

Existem dois tipos de uso da água, o consuntivo e o não consuntivo, segundo a Agência Nacional das Águas (ANA, 2017).

Consuntivo – a água é retirada do manancial com o objetivo do uso direto, como irrigação, consumo humano, abastecimento de indústrias.

Não consuntivo – não é utilizada como o consumo direto, geralmente é para lazer, navegação, atos que não consomem e apenas aproveitam seu local.

Muitas das consequências negativas que estão ocorrendo em relação à redução da água para uso humano podem ser reduzidas, mas necessitam de ações conscientes para mudanças no comportamento da sociedade, devendo-se priorizar usos mais responsáveis deste recurso para minimizar a utilização da água, pois ela é responsável pela vida no planeta terra (CAMARGO, 2012). Conforme a FIESP/ CIESP (2004), a utilização da água de maneira consciente, afeta diretamente o crescimento da disponibilidade dela para outros usuários como também para o aumento populacional, o crescimento das indústrias e a preservação do meio ambiente.

De acordo com o estudo da ANA (2017), a demanda pelo uso da água no Brasil é crescente, estimando-se um aumento de 80% no total retirado de água nas duas últimas décadas, e até 2030 a previsão é que haja um aumento 30% essa retirada. Ainda segundo a ANA, todo esse aumento no uso da água é relacionado ao desenvolvimento econômico e ao processo de urbanização do Brasil.

No Nordeste do Brasil, vem ocorrendo uma crise hídrica desde 2012, onde seus reservatórios vêm sofrendo quedas contínuas nos estoques de água segundo a Agência Nacional das Águas (2017), onde relata que, para resolução desses problemas e garantir a oferta de água nessa região do país, deve-se construir açudes para estocagem da água dos períodos úmidos e seu volume ser utilizado nos períodos de estiagem.

Do volume total de água consumido no Brasil, apenas 3,3% é destinado para o Nordeste que possui 27,8% da população brasileira. Consoante Brasil (2017), no Nordeste o abastecimento é feito pela rede geral para 76,6% do número de domicílios totais, e 23,4% utilizam outro meio de abastecimento de água.

## 2.3 Reutilização da água

Preservar o meio ambiente significa cuidar, ou seja, não desperdiçar seus recursos, como desperdiçar água. Segundo ABES (2013), é imprescindível realizar o reuso da água, sendo a melhor opção para evitar uma catástrofe mundial, pois se houver continuidade do uso inconsciente esse recurso diminui sua disponibilidade no decorrer do tempo.

Conforme Freitas e Magnabosco (2017), a deficiência do saneamento no Brasil é responsável por afetar a população, que reside em áreas degradadas, na saúde e qualidade de vida, impactando principalmente crianças e idosos, com o aumento da ocorrência de doenças e infecções, provenientes dos esgotos expostos e contaminação de rios e lagos.

Combater às perdas e os desperdícios da água é uma forma consciente da sua utilização, no Brasil as perdas, através de vazamentos, no sistema de abastecimento ocorre em 40% (MORELLI, 2005). Ainda de acordo com Morelli um sistema de abastecimento de água potável

não deveria ser utilizado para irrigação e/ou descarga de banheiros, essas ações poderiam ser feitas com o reuso da água de efluente tratado.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 1973) os tipos de reuso são classificados de acordo com seus usos e finalidades como reuso direto, reuso indireto, reciclagem interna, reuso potável direto e reuso indireto.

- Reuso Direto – uso organizado do esgoto tratado para determinadas funções como industrial, irrigação e água potável;
- Reuso Indireto – a utilização de várias vezes da água é despejada nos rios e usada novamente de forma diluída;
- Reciclagem Interna – a reutilização interna da água por indústrias, dessa forma economizando água e controlando a poluição;
- Reuso Potável Direto – reuso das águas de esgotos após o tratamento, diretamente para sistemas de água potável;
- Reuso Potável Indireto - as águas tratadas de esgoto são dispostas em águas superficiais diluição, tratamento e em seguida se usada como água potável.

O reuso direto voltado para fins não potáveis é o que decorre de esgotos tratados de forma condizente ao seu uso, que pode ser direcionado para irrigação (plantas alimentícias e não alimentícias), uso industrial, exigindo um tratamento adequado para atingir a qualidade necessário para o propósito destinado (OMS, 1973). Assim, seria capaz de contribuir para uma gestão sustentável da água.

Em 2015 a Organização das Nações Unidas (ONU) desenvolveu um plano de ações com 17 (dezesete) Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (DMS), esse plano foi nomeado de Agenda 2030. A agenda busca alcançar os direitos de todos, igualdade de gênero e o empoderamento das mulheres, equilibrando os três princípios do desenvolvimento sustentável economia, sociedade e meio ambiente.

O reuso da água se encaixa no Objetivo 6, que segundo a ONU (BRASIL, 2019), proporcionar disponibilidade e controle sustentável da água e saneamento para todos. Assim, assegurando a redução da proporção de águas não tratadas e o aumento do reuso seguro para diferentes fins, como o reuso para produção de hortaliças.

Em experimentos feitos na Universidade Federal da Bahia, em que se buscava avaliar o efeito da reutilização de esgoto doméstico tratado na produção do tomate foi constatado um significativo aumento na produção do tomate nas amostras irrigadas com efluente doméstico tratado, como mostra a Figura 1;

Figura 1: Imagem dos dados da produção, sólidos solúveis e o pH dos tomates.

	PRODUTIVIDADE ton ha <sup>-1</sup>	SÓLIDOS SOLÚVEIS	pH
<b>Qualidade de água:</b>			
Água do rio	9,3 C*	5,35 A	4,37 A
Efluente clorado	21,6 B	5,40 A	4,31 B
Efluente	35,1 A	5,01 B	4,30 B
<b>Genótipo de tomate:</b>			
IPA 7	16,5 b	5,16 a	4,35 a
IPA 14-7	27,5 a	5,35 a	4,31 a
CV (%) Tipos de água	20,89	7,8	1,3
CV (%) Variedades	25,77	7,9	1,5

Fonte: Adaptado de Queiroz, Queiroz e Aragão (2015).

### 2.3.1 Tratamento das águas residuais

Segundo Archela et al. (2003), a contaminação de solos e dos recursos hídricos está associado ao despejo de efluentes resultante dos centros urbanos. Ainda de acordo com Archela et al (2003), os centros urbanos são responsáveis por produzir um grande volume de efluentes líquidos, sendo dividido em efluentes domésticos e efluentes industriais.

- Efluentes domésticos – águas contaminadas por fezes humanas, produtos químicos e restos de alimentos. Oriundo de residências, hotéis etc.
- Efluentes industriais – águas utilizadas em diferentes processos industriais, contendo óleo e metais pesados.

Para o reuso de efluente ser viável há parâmetros que devem ser estabelecidos e seguidos no processo de tratamento, tais parâmetros são determinados pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) com a NBR 13969/97 no item 5.6.4 que denomina o grau de tratamento necessário para cada finalidade, tornando possível a reutilização das águas residuárias.

A NBR 13969/97 divide o reuso em quatro classes, estabelecendo parâmetros para cada uma como mostram as Tabelas 3, 4, 5 e 6 a seguir:

Tabela 3: Classe 1, uso em contato direto como lavagem de carros.

<b>Turbidez</b>	<b>&lt; 5</b>
<b>Coliforme fecais</b>	<b>&lt; 200 NMP/100 mL</b>
<b>Sólidos dissolvidos totais</b>	<b>&lt; 200 mg/L</b>
<b>pH</b>	<b>6 &lt; pH &lt; 8</b>
<b>Cloro residual</b>	<b>0,5 &lt; C.R. &lt; 1,5 mg/L</b>

Tabela 4: Classe 2, uso em lavagens de pisos, irrigação de jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos.

<b>Turbidez</b>	<b>&lt; 10</b>
<b>Coliforme fecais</b>	<b>&lt; 500 NMP/100 mL</b>

Tabela 5: Classe 3, uso nas descargas dos vasos sanitários.

<b>Turbidez</b>	<b>&lt; 10</b>
<b>Coliforme fecais</b>	<b>&lt; 500 NMP/100 mL</b>

Tabela 6: Classe 4, reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.

<b>Coliforme fecais</b>	<b>&lt; 5000 NMP/100 mL</b>
<b>Oxigênio dissolvido</b>	<b>&gt; 2 mg/L</b>

Os sistemas de tratamento mais utilizados são os sistemas anaeróbios e os sistemas aeróbios (CORNELLI et al., 2014).

- Sistemas anaeróbios – ocorre sem a presença de oxigênio, transformando a matéria orgânica em gás carbônico, água e lodo.
- Sistemas aeróbios – o tratamento ocorre com a presença de oxigênio, deteriorando as substâncias orgânicas por meio de processos oxidativos.

Conforme a SABESP (2014), a água de reuso é trabalhada nas Estações de Tratamento de Esgoto, ficando disponível para diversas utilizações como descargas, geração de energia, processos industriais e irrigação. A ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) tem a função de diminuir os materiais biodegradáveis, a concentração de sólidos suspensos, e os organismos patogênicos, com a utilização do cloro, deixando a água adequada para o reuso em algumas finalidades como para a agricultura.

### 2.3.2 Reuso da água para Irrigação

Conforme o Ministério do Meio Ambiente a agricultura em escala global é responsável pela maior parte do consumo de água, cerca de 70% (setenta por cento). Com o objetivo de reduzir o consumo a pressão sobre os mananciais, o reuso de águas de efluentes torna-se uma alternativa sustentável para a irrigação e produção agrícola. Sendo o reuso de um agente relevante para o controle de recursos hídricos, além da água, fornece nutrientes às plantas nutrientes.

De acordo com Leite (2003), os autores Asano & Levine em estudo buscando sobre a prática do reuso de água durante a história descobriram, que em meados dos 3000 a.C, já havia o registro da prática de reuso de águas adotadas em vários lugares do planeta, e continua a ser utilizada até os dias de hoje. A reutilização da água nos tempos atuais surgiu em chamadas fazendas de esgotos nos países como Estados Unidos, México, Alemanha, Austrália e Inglaterra que eram águas de descarte reutilizadas para irrigação.

Em alguns países a reutilização de águas é uma prática efetiva, em Israel por exemplo cerca de 65% dos efluentes tratados são usados na irrigação agrícola (Capra et al, 2004). Em Monterey, Califórnia foi desenvolvido um esquema de reuso de água para irrigar 5000 ha de plantação de vegetais, com uma vazão de 20 milhões de metros cúbicos por ano. Na Virginia, um esquema de irrigação de hortaliças reutilizando água da estação de tratamento de esgoto com uma vazão de 30 milhões de metros cúbicos por ano (Anderson, 2003).

Estudos feitos na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró, onde foi utilizado efluente doméstico tratado para a produção de mudas florestais, indicaram que as amostras que foram irrigadas com água residuária apresentaram melhor desempenho como altura da planta (AP), diâmetro do colo (DC) e índice de qualidade de Dickson (IQD) significativamente melhores em comparação as amostras de planta que foram irrigadas com água de abastecimento como mostra a Figura 2.

Figura 2: Resultados das amostras irrigadas com efluente doméstico tratado em comparação as amostras com água de abastecimento.

Águas residuárias	AP (cm)	DC (mm)	IQD	MSR (g/kg)	MST (g/kg)	NF	RPAR
100% A	32,81 B	3,55 B	0,54 B	2,20 B	5,94 B	16,05 B	2,65 A
75% A + 25% ED	32,46 B	3,44 B	0,50 B	2,11 B	5,57 B	14,65 B	2,04 A
50% A + 50% ED	31,47 B	3,29 B	0,44 B	1,77 B	4,53 B	14,70 B	2,01 A
25% A + 75% ED	31,91 B	3,56 B	0,43 B	1,73 B	4,70 B	15,40 B	2,23 A
100% ED	41,97 A	5,28 A	1,45 A	5,55 A	9,14 A	24,15 A	1,71 A

Fonte: Adaptado de Brito (2016).

Resultados de outro estudo elaborado na Estação Experimental Prof. Ignacio Salcedo, em Capina Grande-PB, também utilizando água de esgoto tratado para produção de mudas nativas da Caatinga, em especial as espécies Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) e Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.), indicaram que as amostras que utilizaram água de esgoto tratado revelaram ganhos significativos em relação ao crescimento.

Validando estes resultados, Santos et al. (2007) produziram mudas nativas da caatinga com uso de efluente doméstico tratado, constatando que as mudas ipê roxo irrigadas com a água residual tratada, a partir dos 30 dias tiveram desenvolvimento superior e crescente, apresentando um resultado similar aos verificados nas mudas florestais de aroeira.

### 2.3.3 Sistema de irrigação

A irrigação é a técnica utilizada para controle da quantidade de água e o momento certo para o fornecimento. Os métodos de irrigação podem ser divididos em três tipos como irrigação por aspersão, por mecanismos fixos, semifixos ou portáteis; irrigação localizada, aplicada em uma pequena fração da área cultivada; e irrigação por superfície, através inundação, faixas e sulcos (THEBALDI, 2011).

O método de irrigação localizada é o mais eficiente evitando o desperdício e tem como exemplo a técnica de gotejamento. A água é aplicada em uma pequena fração da área cultivada na quantidade controlada e rotineiramente, mantendo o solo úmido e evitando o desperdício (CHIAVEGATTI, 2013). A composição do sistema de irrigação localizado se dar por um longo caminho de tubulações operando com uma pressão reduzida. Um emissor localizado acima da superfície do solo permite a passagem da água, direcionando-a para a base da planta.

## 2.4 Caatinga

Para Santos et al. (2014), o semiárido brasileiro (SAB), destacado na figura 3, é constituído de áreas naturais, compostas por topografias, solos, precipitações pluviométricas e pluriatividades distintas, que através de estudos florísticos realizados no Nordeste do país, foram encontradas cerca de 5000 espécies vegetais. Guimarães Duque (2004) classifica essas espécies em relação as regiões do Nordeste brasileiro como: Caatinga, Agreste, Carrasco, Seridó, Cariris-Velhos, Curimataú, Serras e Sertão.

O clima semiárido possui destaque na região Nordeste do Brasil, caracterizando-se pela falta chuvas em determinadas períodos do ano, onde o Rio Grande do Norte se destaca podendo passar de 6 a 10 meses nessa situação, conhecida como seca (SANTOS et al, 2014).



Figura 3: Imagem de satélite do semiárido brasileiro.



Fonte: Adaptado de Santos et al. (2014).

A caatinga integra o grupo de 6 biomas que compõe o Brasil, a vegetação é encontrada predominantemente na região Nordeste do país. Tem o nome de origem Tupi-Guarani que significa “mata branca”, caracterizando o aspecto da vegetação no período de seca que apresenta uma paisagem de cor clara e esbranquiçada dos troncos das árvores. No período chuvoso a tonalidade muda do claro quase branco para os mais variados tons de verde (SENA, 2011). Esse bioma possui uma área de 850.000 km<sup>2</sup>, aproximadamente 10% do território nacional e uma característica notável da Caatinga é a sua alta resistência à seca (SANTOS et al., 2014).

O bioma da Caatinga, sendo unicamente encontrado no Brasil, está se degradando devido o desmatamento. A consequência dessa alteração é a desertificação que atinge grandes áreas, diminuindo a vegetação que é o que vem a causar processos erosivos e deterioração do solo causando a extinção de várias espécies tanto da flora quanto da fauna (SOUZA; ARTIGAS; LIMA, 2015). Assim, a solução que representa uma opção relevante para a recuperação das áreas desgastadas é o reflorestamento.

Conforme Santos et al. (2014), a vegetação da caatinga é dividida entre árvores e arbustos espontâneos, densos, baixos, leitosos, com aparência seca, constituídos de espinhos e com folhas pequenas, elas protegem a planta do calor e do vento no período seco. Ainda segundo o mesmo autor, essa vegetação interage diretamente com o solo, auxiliando na sua proteção durante o período de chuvas.

Boa parte da caatinga está sendo perdida devido desmatamentos, segundo Corrêa (2010), a principal causa é a extração da mata nativa para criação de lenha e carvão vegetal direcionados as indústrias de gesso e cerâmica do nordeste e ao setor siderúrgico de Minas Gerais e Espírito Santo.

Entre os anos de 2002 e 2008, o Rio Grande do Norte foi classificado como o 5º colocado no *ranking* de desmatamento da caatinga, com foco na cidade de Mossoró que possui 2.110 km<sup>2</sup> de caatinga e já havia devastado 4,5% desse total, representando uma área de 95 km<sup>2</sup> (FREIRE, 2010).

Para recuperação da vegetação da caatinga no semiárido, uma opção seria o cultivo de mudas nativas, para isso seria necessário a criação de um viveiro, pois este irá garantir a qualidade das mudas para o sucesso do seu crescimento e depois serem deslocadas para seu local definitivo.

## 2.5 Reuso de água e sistemas de produção de espécies nativas

De acordo com Silva et al. (2011), o viveiro pode ser caracterizado como uma instalação física destinada para plantio de mudas que se aplicam até o momento em que elas possam ser encaminhadas para os locais definitivos, ou seja, onde irão ficar para o plantio. Dependendo da necessidade a qual o viveiro é destinado vai variar seu tamanho.

Existem dois tipos de viveiros (OLIVEIRA et al., 2016):

- Viveiros temporários ou provisórios: possuem duração limitada, para produção de poucas mudas.
- Viveiros permanentes ou fixos: construídos para longa duração, geralmente para cultivo constante de mudas e em grande quantidade.

As mudas alocadas no viveiro carecem de alguns cuidados como irrigação, limpeza, adubo e controle de pragas. Para a irrigação é necessário que seja aplicado um sistema capaz de suprir as necessidades de água, sejam elas em quantidade e qualidade, no momento certo de acordo com cada tipo de cultivo.

## 3 METODOLOGIA

O presente estudo foi aplicado na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), do campus Angicos, visando a possibilidade de utilização de água tratada pela estação de tratamento da própria universidade para a produção de mudas de essências da caatinga e na recuperação de áreas degradadas.

Conforme citado pelo IDEMA (2008), a cidade de Angicos possui um relevo que varia de 100 à 200 metros de altitude, ela é caracterizada por possuir um clima quente e semiárido, as chuvas no local ocorrem de fevereiro a abril e sua temperatura média anual é em média 27,2°C. Quando se trata da vegetação, o IDEMA relata que Angicos é constituído da caatinga, destacam-se a jurema-preta, mufumbo, faveleiro, marmeleiro, xique-xique e facheiro. Os solos predominantes são: solonetz solodizado e solos litólicos eutróficos.

A ETE do campus Angicos de acordo com seu manual é do tipo compacta vertical com uma vazão média de 7,56 m<sup>3</sup>/h, e apresenta as seguintes etapas de tratamento;

**Pré-tratamento:** etapa de retirada dos sólidos grosseiros.

**Equalização e elevatória de esgoto bruto:** É o tanque onde há o acúmulo e a equalização do efluente bruto, é composto de motobombas e barriletes.

**Tratamento primário:** É o reator UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) utilizado para a estabilização da matéria orgânica.

**Tratamento secundário:** Introdução de oxigênio para efetuar o processo de digestão aeróbia, utilizando o filtro biológico aerado com condensador.

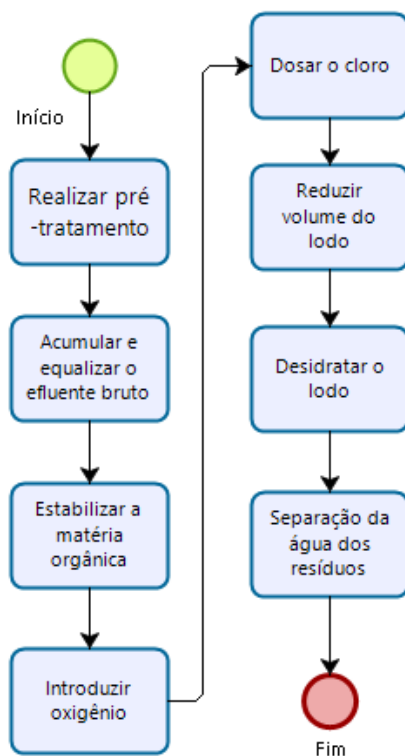
**Desinfecção:** Preparação e dosagem de solução de cloro.

**Adensamento do lodo:** Etapa que reduz o volume do lodo, o deixando mais denso facilitando a etapa de desidratação.

**Desaguamento do lodo:** A separação da água e dos resíduos para destinos apropriados.

A conclusão do processo de tratamento torna a água reutilizável para algumas atividades, como a irrigação. A Figura 4 representa o fluxograma do processo de tratamento realizado a partir do *software Bizagi Modeler*.

Figura 4: fluxograma do processo de tratamento da ETE UFERSA.



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

O padrão do efluente tratado resultante da estação de tratamento da UFERSA – Angicos apresenta os valores dentro conforme as exigências dos órgãos ambientais como mostra a Tabela 7 a seguir:

Tabela 7: Dados dos padrões do efluente tratado da ETE.

pH	$6 < \text{pH} < 7,5$
Temperatura (T)	$30 < T < 35 \text{ }^\circ\text{C}$
Oxigênio dissolvido	$3 < O < 20 \text{ mg/L}$
Cloro residual	$0,5 < Cr < 1,5 \text{ mg/L}$

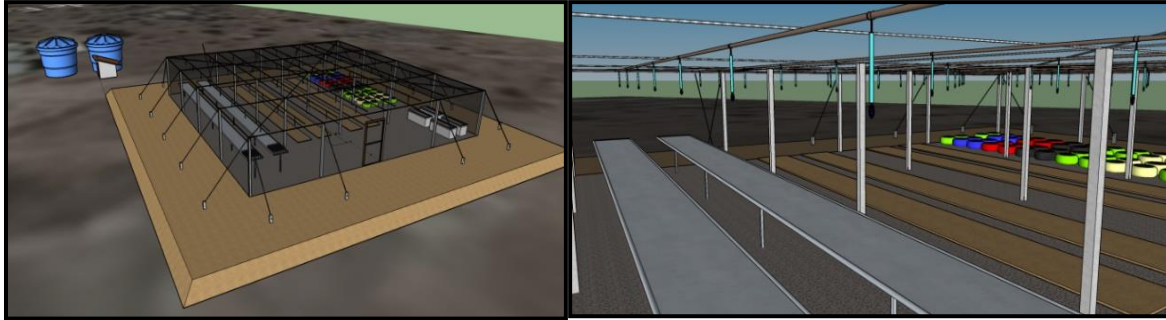
Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

Os dados obtidos para realização dessa pesquisa foram tratados através da utilização de alguns *softwares*. Para criação do fluxograma foi utilizado o *Bizagi Modeler*, uma ferramenta própria para a criação de fluxogramas, permitindo uma melhor organização dos processos de uma empresa, de um setor ou de um sistema. O *Sketchup 8*, versão essa que tem a licença gratuita, serviu como auxílio para a criação de modelos em 3D para melhor representação e entendimento do estudo.

O estudo objetiva repassar para a comunidade acadêmica e geral, formas de reutilizar a água de menor qualidade que é dispensada, poluindo o meio ambiente, realizando atividades agrícolas na produção e proliferação de mudas nativas e frutíferas, na compostagem, no manejo do solo e na irrigação das plantas, sejam elas frutíferas ou paisagísticas.

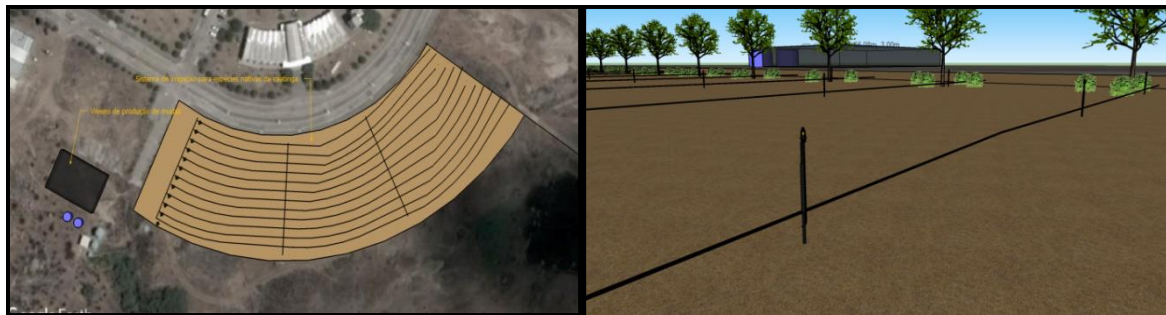
Para colocar o estudo em prática, será necessário a construção de um viveiro, representado pela Figura 5, para produção das mudas, adequando-o para a utilização do efluente tratado, como também a instalação de um sistema de irrigação, visto esquematicamente pela Figura 6, para irrigar cerca de 1,03 ha, espaço onde será alocado todas as espécies para plantação.

Figura 5: Representação do viveiro de produção de mudas com reuso de efluente tratado.



Fonte: Barros e Alcântara (2017).

Figura 6: Detalhe da área e do sistema de irrigação para o cultivo de espécies nativas da caatinga.



Fonte: Barros e Alcântara (2017).

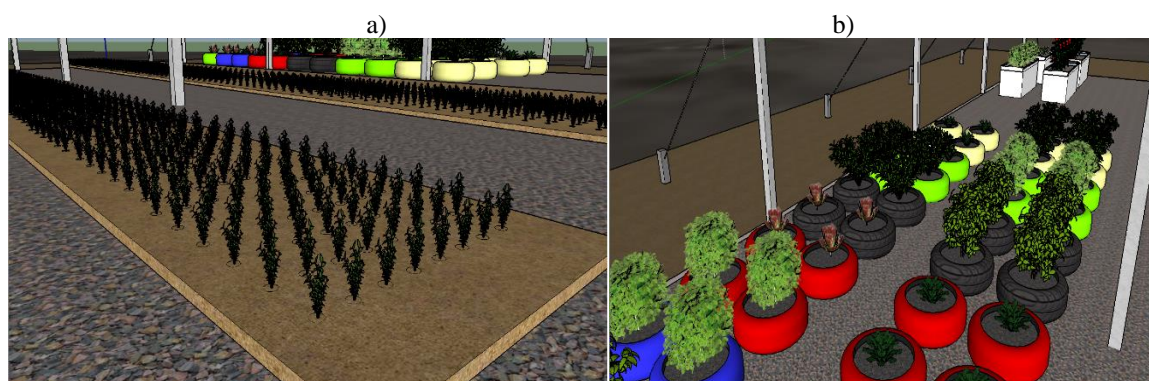
Segundo Melo e Cruz (2015), as sementes devem ser semeadas no viveiro de mudas, inserindo o grão sob uma pequena camada de terra, próximo a superfície. Esta pequena quantidade de terra deve ser suficiente para cobrir a semente e ao mesmo tempo garantir que, quando o broto comece a crescer não tenha dificuldade para sair do solo. Ainda de acordo com Melo e Cruz (2015), o reflorestamento deve iniciar com a preparação do solo para em seguida realizar-se a plantação das sementes após a quebra da dormência.

Quando se trata da natureza da pesquisa, pode-se dizer que ela é aplicada pois tem o intuito de gerar um estudo que pode ser colocado em prática para solucionar um problema (SILVA E MENEZES, 2005). De acordo com Gil (1991), do ponto de vista da abordagem do problema, pode ser caracterizada como qualitativa, conforme os mesmos autores, necessitando do ambiente natural para a coleta de dados, sem necessitar de técnicas estatísticas. Sobre o objetivo do estudo, é considerado exploratório, seu objetivo é desenvolver conhecimento sobre um problema e criar hipóteses para sua implantação, já sobre os procedimentos técnicos, caracteriza-se como sendo um estudo de caso.

## 4 RESULTADOS

O presente trabalho apresenta uma proposta sustentável para a água residuária tratada pela Estação de Tratamento de Esgoto da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, visando sua reutilização na produção de mudas nativas da caatinga para o reflorestamento de áreas degradadas no campus Angicos. Para esse reflorestamento se faz necessário construir um viveiro (Figura 7) como forma de garantia da qualidade das mudas que serão utilizadas. estas só saem do viveiro quando estiverem com capacidade de se desenvolverem em seu local de destino.

Figura 7: a) representação ampla do viveiro para alocação das mudas na UFERSA Angicos. b) representação mais próxima das mudas no viveiro.



Fonte: Autoria própria (2019).

O viveiro ficaria em uma localização estratégica, pois a ETE estando próxima reduz a chance de danificar as mudas durante o transporte. O tipo do viveiro mais adequado seria um provisório, pois há área de reflorestamento próximo ao local. Assim que as mudas nativas atingirem o ponto de transplantio estas devem ser direcionadas para o local de reflorestamento.

Inicialmente, o local a ser reflorestado será uma área de solo exposto e degradada próximo a ETE, sendo esta, localizada em frente ao prédio administrativo. A representação pode ser vista na Figura 8. Seu posicionamento ficou estratégico pelo fato de ter a ETE próxima, reduzindo esforços para o transporte da água tratada para irrigação das plantas

Figura 8: representação da localização do reflorestamento da UFERSA Angicos.



Fonte: Autoria própria (2019).

Para que seja possível o desenvolvimento do projeto, deve haver a construção do viveiro com cerca de 350 m<sup>2</sup>, destinado a produção das mudas. Para isso, necessita-se de alguns materiais para sua construção, assim como também, para a instalação do sistema de irrigação das espécies nativas. A Tabela 8 detalha todos os materiais e seus respectivos valores.

Tabela 8: Planilha com o orçamento para a montagem do viveiro de produção de mudas e do sistema de irrigação.

Item	Descrição	Unidade	Quant.	Valor Und. (R\$)	Total (R\$)
<b>Construção do Viveiro (16 x 16 m)</b>					
1	Esteio de concreto (0,10 x 0,10 x 3,00)	und.	30	R\$ 50,00	R\$ 1.500,00
2	Arame liso ovalado de aço zincado galvanizado 2,40x3,00 mm	rolo	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
3	Arame galvanizado 0,56 mm, rolo com 125 m	rolo	3	R\$ 35,00	R\$ 105,00
4	Catraca para arame liso	und.	30	R\$ 5,00	R\$ 150,00
5	Sombrite com 3m largura, 50% lumin,	und.	300	R\$ 12,00	R\$ 3.600,00
6	Ripa plainada de 4m	und.	20	R\$ 9,00	R\$ 180,00
7	Frechal de 4m	und.	20	R\$ 15,00	R\$ 300,00
8	Brita n° 0	m3	15	R\$ 80,00	R\$ 1.200,00
9	Aria grossa	m3	8	R\$ 45,00	R\$ 360,00
10	outros materiais		1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
				Total parcial 1	R\$ 8.595,00
<b>Sistema de irrigação</b>					
11	Microaspersor autocompensante	und.	60	R\$ 5,00	R\$ 300,00
12	Tubo PVC soldável DN25	m	100	R\$ 3,00	R\$ 300,00
13	Tubo PVC soldável DN32	m	300	R\$ 4,50	R\$ 1.350,00
14	Tubo PVC soldável DN40		200	R\$ 5,50	R\$ 1.100,00
15	Tubo PEBD 16 mm	m	1.200	R\$ 0,60	R\$ 720,00
16	Cap Soldável DN25	und.	10	R\$ 2,50	R\$ 25,00
17	Cap Soldável DN32	und.	10	R\$ 3,50	R\$ 35,00
18	Cap Soldável DN32		10	R\$ 4,00	R\$ 40,00
19	Microtubo p/ aspersor	m	400	R\$ 0,80	R\$ 320,00
20	Conector microaspersor - tubo pvc	und.	200	R\$ 0,30	R\$ 60,00
21	Conexão "T" solda PVC 25 mm	und.	10	R\$ 3,50	R\$ 35,00

22	Conexão "T" solda PVC 32 mm	und.	10	R\$ 4,00	R\$ 40,00
23	Conexão para encaixe do microaspersor 25 mm	und.	60	R\$ 3,00	R\$ 180,00
24	Redução 32/25mm	und.	10	R\$ 3,50	R\$ 35,00
25	Registro soldável 32 mm	und.	10	R\$ 6,00	R\$ 60,00
26	Registro soldável 40 mm	und.	4	R\$ 8,00	R\$ 32,00
27	Conector inicial com anel de vedação 16 mm	und.	30	R\$ 1,50	R\$ 45,00
28	União Soldável 25 mm	und.	10	R\$ 3,50	R\$ 35,00
29	União Soldável 32 mm	und.	10	R\$ 4,50	R\$ 45,00
30	União Soldável 40 mm	und.	6	R\$ 5,00	R\$ 30,00
31	Curva de 90° solda 32	und.	4	R\$ 3,60	R\$ 14,40
32	Luva Redução Rosqueavel 1" para 3/4"	und.	4	R\$ 3,00	R\$ 12,00
33	União roscável 32 mm	und.	8	R\$ 3,50	R\$ 28,00
34	Nipel Roscável 32 mm	und.	8	R\$ 2,00	R\$ 16,00
35	Nipel Roscável 40 mm	und.	5	R\$ 2,50	R\$ 12,50
36	Conexão "T" roscável 32 mm	und.	8	R\$ 4,50	R\$ 36,00
37	Adaptador soldável com rosca para registro 32	und.	8	R\$ 4,50	R\$ 36,00
38	Luva Roscável 32	und.	6	R\$ 3,00	R\$ 18,00
39	Bucha de Redução Roscável 3/4" x 1/2"	und.	2	R\$ 3,50	R\$ 7,00
40	Bucha de Redução Roscável 1" x 1/2"	und.	2	R\$ 3,00	R\$ 6,00
41	adaptador roscável com anel para caixa d'água 1,1/2"	und.	1	R\$ 8,00	R\$ 8,00
42	Bucha de redução roscável 1,1/2" x 3/4"	und.	2	R\$ 3,50	R\$ 7,00
43	Filtro de disco 200 mesh	und.	3	R\$ 120,00	R\$ 360,00
44	Lixa d'água	und.	2	R\$ 0,80	R\$ 1,60
45	Cola para PVC	und.	1	R\$ 4,50	R\$ 4,50
46	Fita veda rosca	und.	5	R\$ 3,00	R\$ 15,00
47	Manômetro de glicerina	und.	3	R\$ 160,00	R\$ 480,00
48	Registro de gaveta 32 mm	und.	3	R\$ 12,00	R\$ 36,00
49	Registro de gaveta 40 mm	und.	2	R\$ 16,00	R\$ 32,00
50	Moto-bomba KSB 2 CV C2000 monofásico	und.	1	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00

51	Regulador de pressão PRXF-25 psi	und.	4	R\$ 40,00	R\$ 160,00
52	Conjunto Painel elétrico	und.	1	R\$ 120,00	R\$ 120,00
				Total parcial 2	R\$ 7.397,00
				<b>Total Final</b>	<b>R\$ 15.992,00</b>

Fonte: Barros e Alcântara (2017).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante este estudo é notório que o reuso de efluente tratado consiste em uma boa alternativa para redução dos desperdícios de água, visando a sustentabilidade e os meios como essa água pode ser reaproveitada, seja para atividades domésticas ou industriais. A irrigação é um dos meios de reutilização mais eficientes, principalmente para as regiões do semiárido, onde não possuem muito desse recurso e a agricultura é uma atividade bastante exercida nessas áreas.

A água tratada na UFERSA, campus Angicos, quando voltada para o processo de irrigação de mudas nativas da caatinga, tem o objetivo de reflorestar áreas degradadas do campus e a região de Angicos. Com essa ação é possível observar uma utilização sustentável do efluente tratado na Universidade, beneficiando também a caatinga, que está afetada por desmatamentos e perdendo espaço, ou seja, a desertificação.

Os resultados da reutilização do efluente é o aumento da eficiência do uso da água para a irrigação, pois não irá ser utilizada a água de qualidade para realização dessa atividade, proporcionando a conservação dos mananciais e a redução do desperdício do recurso. Quando a água de má qualidade é dispensada polui os mananciais, podendo afetar as pessoas que convivem em locais que não possuem saneamento, adquirindo infecções causadas por essa água que, em muitos locais, é ignorada sem possuir nenhum tratamento.

Todo o projeto está alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) voltado para a água, visando a redução da poluição e o aumento da disponibilidade da água de qualidade, reduzindo a escassez enfrentada por algumas regiões do país. Reutilizando esse recurso de forma a proteger o meio ambiente, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do planeta. Assim, esse estudo apresenta potencial para tornar-se um projeto de extensão para a Universidade.

## REFERÊNCIAS

ABES - São Paulo (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental). **Falta de normas técnicas para reuso de água ainda é um problema no país**, São Paulo, (Abril/2013). Disponível em: <http://www.abessp.org.br/noticias/19-noticias-abes/4203-falta-de-normas-tecnicas-para-reuso-de-agua-ainda-e-um-problema-nopais>; Acesso em: 03/08/2019.

ÁGUAS, Agência Nacional de. **Relatório da ANA apresenta situação das águas do Brasil no contexto de crise hídrica**.2017. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias/relatorio-da-ana-apresenta-situacao-das-aguas-do-brasil-no-contexto-de-crise-hidrica>>. Acesso em: 03/08/2019.

AMBIENTE, Ministerio do Meio. **Água**. [s. L.]: MMA, 2011. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/\\_arquivos/3%20-%20mcs\\_agua.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/3%20-%20mcs_agua.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2019.



ANDERSON, J. **The environmental benefits of water recycling and reuse**. Water Science and Technology: water supply, London, vol.3, no. 4, 2003, p.1-10. Disponível em: <[http://wiki.reformrivers.eu/images/6/64/The\\_environmental\\_benefits\\_of\\_water\\_recycling\\_and\\_reuse.pdf](http://wiki.reformrivers.eu/images/6/64/The_environmental_benefits_of_water_recycling_and_reuse.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2019.

ARCHELA, Edison et al. **Considerações sobre a geração de efluentes líquidos em centros urbanos**. Uel, [s.i], v. 12, n. 1, p.517-525, jan. 2003. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/download/6711/6055>>. Acesso em: 06 ago. 2019.

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: [s.i], 1997. 60 p. Disponível em: <[http://acquasana.com.br/legislacao/nbr\\_13969.pdf](http://acquasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf)>. Acesso em: 07 ago. 2019.

BARROS, Ilana Maria Silva; ALCÂNTARA, Roselene de Lucena. **ETE UFERSA Campus Angicos: condições de operação, manutenção e monitoramento**. Angicos: Ufersa, 2017. BRASIL, Instituto Trata. **Acesso à água nas regiões Norte e Nordeste do Brasil: desafios e perspectivas**. São Paulo: Reinfra Consultoria, 2017.

BRASIL. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 06 ago. 2019.

BRASILIA. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **INDICADORES DE QUALIDADE - ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)**. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

BRITO, Raimundo Fernandes de. **USO DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM DIFERENTES SUBSTRATOS**. 2016. 132 f. Tese (Doutorado) - Curso de Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016. Disponível em: <<https://ppgmsa.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/59/2015/04/Tese-Raimundo-Fernandes-de-Brito.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

CAMARGO, Adriana. **Sustentabilidade, Responsabilidade Social e Meio Ambiente**. 1ª Edição. São Paulo: Editora Saraiva, 2012, 206 páginas.

CAPRA et al. **Emissor e testes de filtro para reuso de efluentes por irrigação por gotejamento**. Água Agrícola Management, v.68, 135-149, 2004.

CHIAVEGATTI, Caio Cesar. **REÚSO DE ÁGUA, BENEFÍCIOS PARA O MEIO AMBIENTE E PARA O EMPREENDEDOR**. 2013. 90 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade São Francisco, Campinas, 2013. Disponível em: <<http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/2589.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 357: **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento**. [s. L.]: Conama, 2005.

Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 19 ago. 2019.

CORNELLI, Renata et al. **MÉTODOS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**. *Revista de Estudos Ambientais*, [s.i], v. 6, n. 2, p.21-36, dez. 2014. Disponível em: <<https://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/download/4423/3007>>. Acesso em: 06 ago. 2019.

CORRÊA, Carine. **Desmatamento na Caatinga já destruiu metade da vegetação original**. 2010. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/informma/item/6122-desmatamento-na-caatinga-ja-destruiu-metade-da-vegetacao-original>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

COSTA, Djerson Mateus Alves da; BARROS JUNIOR, Antônio Carlos de. **Avaliação da necessidade do reuso de águas residuais**. (2005) Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/74/80>. Acesso em: 03/08/2019.

DORIGON, E.B.; TASSARO, P. **Caracterização dos efluentes da lavagem automotiva em postos de atividade exclusiva na região AMAI – Oeste catarinense**. *Unoesc & Ciência – ACBS*, Joaçaba, v. 1, n. 1, p. 13-22, jan./jun. 2010.

DUQUE, José Guimarães. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. 4ª ed. – Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004.

DUQUE, José Guimarães. **O NORDESTE E AS LAVOURAS XERÓFILAS**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2004. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/23261/1/livro1-O-Nordeste-e-as-Lavouras-Xerofilas.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2019.

FAGGION, F.; OLIVEIRA, C. A. S.; CHRISTOFIDIS, D. **Uso eficiente da água: uma contribuição para o desenvolvimento sustentável da agropecuária**. Universidade de Brasília – Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia, Volume 2, Número 1, janeiro - Abril /2009.

FIESP/ CIESP (Federação e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo). **Conservação e reuso da água Manual de Orientações para o Setor Industrial. Conservação e Reuso da Água**, volume I, São Paulo, (julho/2004). Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/conservacao-e-reuso-daagua-2004/>; Acesso em: 03/08/2019.

FREIRE, Paulo Sérgio. **RN é o 5º colocado no desmatamento da caatinga no país**. 2010. Disponível em: <<http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/rn-e-o-5o-colocado-no-desmatamento-da-caatinga-no-pais/142302>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

FREITAS, Dr. Fernando Garcia de; MAGNABOSCO, Dra. Ana Lelia. **BENEFÍCIOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA EXPANSÃO DO SANEAMENTO NO BRASIL**. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2017. 74 p.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

IDEMA, Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte –. **PERFIL DO SEU MUNICÍPIO:** Angicos. Natal: Semarh, 2008.

LAMBAIS, George Rodrigues et al. **ÁGUAS RESIDUÁRIAS COMO FONTE ALTERNATIVA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA.** In: **CONGRESSO NACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO**, 2018, [s. L.]. **Anais....** [s.i]: Realize, 2018. p. 1 - 5. Disponível em: <[https://editorarealize.com.br/revistas/conadis/trabalhos/TRABALHO\\_EV116\\_MD4\\_SA11\\_ID604\\_14112018154503.pdf](https://editorarealize.com.br/revistas/conadis/trabalhos/TRABALHO_EV116_MD4_SA11_ID604_14112018154503.pdf)>. Acesso em: 07 ago. 2019.

LEITE, Ana Maria Ferreira. **Reuso de Água na Gestão Integrada de Recursos Hídricos.** 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento e Gestão Ambiental, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2003. Disponível em: <<http://hm-jbb.ibict.br/bitstream/1/663/1/UCB%202003%20Leite%2C%20AnaMariaF..pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2019.

MELO, Cristiane e Castro Feitosa; CRUZ, Maria Lucia Brito da. **A AGROECOLOGIA E O REFLORESTAMENTO COMO CONTRIBUIÇÃO À EDUCAÇÃO AMBIENTAL: O CASO DO SÍTIO SÃO GONÇALO - 2000 A 2014.** Acta Geográfica, [s.i], v. 9, n. 19, p.126-145, abr. 2015. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/actageo/article/view/2508>>. Acesso em: 19 ago. 2019.

MORELLI, Eduardo Bronzatti. **Reuso de água na lavagem de veículos.** Dissertação. 107 fls. São Paulo, 2005. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-29072005-140604/pt-br.php>>. Acesso: 02/08/19.

OLIVEIRA, Maria Cristina de et al. **Manual de Viveiro e Produção de Mudanças:** Espécies Arboreas Nativas do Cerrado. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2016.

OMS. **Reutilização de efluentes: métodos de tratamento de águas residuais e salvaguardas de saúde.** Relatório de uma Reunião de Peritos da OMS. Genebra, Organização Mundial da Saúde (Technical Report Series No. 517), 1973.

QUEIROZ, Adelmo Alves de; QUEIROZ, Sérgio Oliveira Pinto de; ARAGÃO, Carlos Alberto. **Reúso de efluentes domésticos na irrigação por gotejamento do tomateiro.** Artigo Irrigação, Recife, v. 20, n. 1, p.36-42, dez. 2015. Disponível em: <<https://pap.emnuvens.com.br/pap/article/download/pap.2015.006/56>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo). **Reutilize e contribua com a preservação dos recursos naturais.** Água de reuso, São Paulo (SP), (2014). Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=131>; Acesso em: 03/08/2019.

SANTOS, Ana Paula Silva dos et al. **O semiárido brasileiro:** Riquezas, diversidades e saberes. Campina Grande: Insa, 2014.

SANTOS, J. S.; ARAÚJO, B. A.; LIMA, V. L. A.; NETO, J. D. **Plantas Nativas do Bioma Caatinga Produzidas com Esgoto Doméstico Tratado.** Revista Científica, Campina Grande. V. 7, n. 1, p. 1-8, 2007.

SENA, Liana Mara Mendes de. **Conheça e conserve a Caatinga: O bioma Caatinga.** Fortaleza: Associação Caatinga, 2011. Disponível em: <[https://www.acaatinga.org.br/wp-content/uploads/Conhe%C3%A7a\\_e\\_Conserve\\_a\\_Caatinga\\_-\\_Volume\\_1\\_\\_O\\_Bioma\\_Caatinga.pdf](https://www.acaatinga.org.br/wp-content/uploads/Conhe%C3%A7a_e_Conserve_a_Caatinga_-_Volume_1__O_Bioma_Caatinga.pdf)>. Acesso em: 02 ago. 2019.

SILVA, Alessandro de Paula et al. **Recomendações básicas para implantação de viveiro de produção de mudas de espécies florestais para a caatinga.** Seropédica: Embrapa, 2011.

SILVA, Edna Lucia da.; MENEZES, Estera Muszkat (Dr.), **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** 4a ed. revisada e atualizada. 2005.

SOUZA, Bartolomeu Israel de; ARTIGAS, Rafael Cámara; LIMA, Eduardo Rodrigues Viana de. **CAATINGA E DESERTIFICAÇÃO.** Fortaleza: Mercator, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/mercator/v14n1/1984-2201-mercator-14-01-0131.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2019.

THEBALDI, Michael Silveira. **Irrigação de mudas de espécies florestais nativas produzidas em tubetes.** 2011. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/3041/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_Irriga%C3%A7%C3%A3o%20de%20mudas%20de%20esp%C3%A9cies%20florestais%20nativas%20produzidas%20em%20tubetes.pdf](http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/3041/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Irriga%C3%A7%C3%A3o%20de%20mudas%20de%20esp%C3%A9cies%20florestais%20nativas%20produzidas%20em%20tubetes.pdf)>. Acesso em: 04 ago. 2019.