



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
MESTRADO EM FITOTECNIA

NELSON JOAQUIM VICENTE MACUMBI

**USO DE EFLUENTE DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO E SUBSTRATOS NO
CRESCIMENTO DE MUDAS DE ANGICO**

MOSSORÓ (RN)

2021

NELSON JOAQUIM VICENTE MACUMBI

**USO DE EFLUENTE DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO E SUBSTRATOS NO
CRESCIMENTO DE MUDAS DE ANGICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Nutrição, Irrigação e Salinidade

Orientador: Prof. Dr. Nildo da Silva Dias

MOSSORÓ (RN)

2021

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)

M 113 e Macumbi, Nelson Joaquim Vicente.
EFLUENTE DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO E SUBSTRATOS NO
CRESCIMENTO DE MUDAS DE ANGICO / Nelson Joaquim Vicente
Macumbi. - 2021. 61 f. : il.

Orientador: Nildo da Silva Dias. Dissertação (Mestrado) - Universidade
Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia,
2021.

1. Espécies Florestais. 2. Esgoto doméstico. 3. Produção de Mudanças. I.
Dias, Nildo da Silva, orient. II. Título.

Bibliotecário-Documentalista
Nome do profissional, Bib. Me. (CRB-15/10.000)

NELSON JOAQUIM VICENTE MACUMBI

**USO DE EFLUENTE DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO E SUBSTRATOS NO
CRESCIMENTO DE MUDAS DE ANGICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Nutrição, Irrigação e Salinidade

Defendida em: 23 / 07/ 2021.

BANCA EXAMINADORA

Nildo da Silva Dias

Nildo da Silva Dias, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Jucicleia Soares da Silva

Jucicleia Soares da Silva Dra. (Embrapa Semiárido)
Membro Examinador

Raniere Barbosa de Lira

Raniere Barbosa de Lira, Dr. (SEADRU)
Membro Examinador

Hozano de Souza Lemos Neto

Hozano de Souza Lemos Neto, Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Dedico

Aos meus pais e ao meu irmão mais velho,
pelo esforço, dedicação e motivação que
sempre foram o meu espelho para lutar e
jamais desistir (*In Memoriam*).

Aos meus irmãos e minha mãe
Laurinda pelo suporte e por nunca
desistir de mim. **(ofereço)**

AGRADECIMENTOS

Á Deus, em primeiro lugar que sempre esteve presente nas minhas lutas e adversidades, abrindo sempre uma porta quando muitas se fechavam, pelas bençãos, proteção, saúde e dom da vida, que a ele pertence.

Á Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em especial o programa de pós-Graduação em Fitotecnia pela oportunidade de cursar o mestrado.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa do mestrado.

O Professor e orientador Nildo da Silva Dias, pela excelente orientação, incansável disponibilidade, apoio e dedicação ao trabalho. Obrigado por tudo que em ensinou com zelo e paciência, levarei comigo sempre.

A todos membros da banca de defesa da dissertação, o meu muito obrigado.

Agradeço a Mariama aos meus Amigos Antônio Yin, Ricardo, Lucas, Maria do Céu que sempre me deram suporte em todos momentos.

Finalmente, os meus sinceros agradecimentos a todos incluindo as pessoas não mencionadas, mas que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização e conclusão deste trabalho.

Muito obrigado

É melhor você tentar fazer algo, vê-lo não funcionar e aprender com isso, do que não fazer nada.

Mark Zuckerberg

RESUMO

MACUMBI, Nelson Joaquim Vicente. **Uso de efluente de esgoto doméstico tratado e substratos no crescimento de mudas de angico**. 2021. 61p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural de Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2021.

No semi-árido do Brasil, água é um fator limitado e escasso, sendo necessário o uso de fontes alternativas de água e a prática de reúso para garantir a produção agrícola e a gestão sustentável dos recursos hídricos. Os efluentes de esgoto doméstico tratado é uma fonte alternativa de água para agricultura que tem a vantagem adicional de fornecer nutrientes às plantas. A utilização deste efluente tratado na produção de mudas de espécies florestais da caatinga para fins de reflorestamento tem sido promissor devido à redução do uso de água de qualidade convencional e de fertilizantes. Neste sentido, objetivou-se avaliar o crescimento de mudas de angico produzidas em dois substratos de cultivo (Esterco bovino + solo e Fibra de coco + solo) fertirrigados com efluente esgoto doméstico tratado e diluídos em água de abastecimento em diferentes proporções (100, 75, 50 e 25%) e apenas com água da rede de abastecimento (testemunha). Os tratamentos foram em delineamento inteiramente casualizados, com arranjo em parcelas subdivididas com três repetições. O efluente doméstico tratado utilizado no experimento foi proveniente da estação de tratamento de esgotos doméstico do tipo decanto digestor do Projeto de Assentamento Milagre Apodi/ RN. O estudo foi realizado em viveiro de produção de mudas do Departamento de Ciências Ambientais da UFERSA, sendo realizadas avaliações de crescimento e vigor aos 30, 60, 90 e 120 dias após o transplantio. Os resultados mostram que a produção de mudas fertirrigadas usando efluentes doméstico promoveu diferenças em todas as variáveis de crescimento com melhoria na produção de fitomassa. As mudas fertirrigadas com solução nutritiva contendo a mistura de 50% efluente de esgoto e 50% água de abastecimento apresentaram melhores resultados quando produzidas com o substrato composto por solo e fibra de coco. As mudas apresentaram-se como de boa qualidade e as cultivadas com 50% e 75% de água residuária mostraram-se com maior qualidade nos 120 dias após de cultivo.

Palavras-chave: Espécies Florestais, Esgoto doméstico, Produção de Mudas.

ABSTRACT

MACUMBI, Nelson Joaquim Vicente. **Use of treated domestic sewage effluent and substrates in the growth of angico seedlings** 2021. 61p. Dissertation (Masters in Agronomy: Pyrotechnics) – Federal Rural University of Semi-Arid (UFERSA), Mossoró-RN, 2021.

In the semi-arid region of Brazil, water is a limited and scarce factor, requiring the use of alternative sources of water and the practice of reuse to ensure agricultural production and sustainable management of water resources. Treated domestic sewage effluent is an alternative source of water for agriculture that has the added advantage of providing nutrients to plants. The use of this treated effluent in the production of seedlings of forest species from the caatinga for reforestation purposes has been promising due to the reduction in the use of conventional quality water and fertilizers. In this sense, the objective was to evaluate the growth of angico seedlings produced in two cultivation substrates (bovine manure + soil and coconut fibre + soil) fertigated with treated domestic sewage effluent and diluted in water supply in different proportions (100, 75, 50 and 25%) and only with water from the supply network (control). The treatments were in a completely randomized design, with a split-plot arrangement with three replications. The treated domestic effluent used in the experiment came from the sewage treatment plant of the digester decant type of the Settlement Project Milagre Apodi/RN. The study was carried out in a seedling production nursery of the Department of Environmental Sciences at UFERSA, with growth and vigour evaluations being carried out at 30, 60, 90 and 120 days after transplanting. The results show that the production of fertigated seedlings using domestic effluents promoted differences in all growth variables with an improvement in phytomass production. The seedlings fertigated with a nutrient solution containing a mixture of 50% sewage effluent and 50% supply water showed better results when produced with the substrate composed of soil and coconut fibre. The seedlings were of good quality and the ones cultivated with 50% and 75% of wastewater showed better quality in 120 days after cultivation.

Keywords: Forest Species, Domestic Sewage, Seedling Production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Croqui do experimento.....	31
Figura 2: Sementes de angico.....	32
Figura 3: Mudas de angico.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Descrição dos tratamentos aplicados no experimento de produção de mudas <i>Anadenathera colubrina</i>	30
Tabela 2: Atributos químicos dos substratos de cultivo.....	33
Tabela 3 – Caracterização Físico-Química do esgoto doméstico primário e da água do poço artesiano. UFERSA	34
Tabela 4 – Médias da altura de plantas e diâmetro do caule de Angico, em função de diferentes águas residuárias e tipos de substrato.	37
Tabela 5 – Médias do Índice de Qualidade de Dickson e matéria seca da parte aérea de angico, em função de diferentes águas residuárias e tipos de substrato.....	39
Tabela 6 - Médias da matéria seca de raiz e matéria seca total de mudas de angico, em função de diferentes águas residuárias e tipos de substrato.	40
Tabela 7 – Médias do número de folhas de mudas de angico, em função de diferentes águas residuárias e tipos de substrato.	41
Tabela 8. Médias dos dados de altura da planta (AP), diâmetro do colo (DC), comprimento de raiz (CR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de plantas de angico, avaliadas em diferentes diluições com águas residuárias.....	43
Tabela 9. Médias dos dados de matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR) e matéria seca total (MST) de plantas de angico, avaliadas em diferentes diluições com águas residuárias, em quatro épocas de avaliação.....	45
Tabela 10 - Médias dos dados de número de folhas (NF), relação altura da planta e diâmetro do colo (RAPDC) e relação parte aérea e raiz (RPAR) de plantas de angico, avaliadas em diferentes diluições com águas residuárias, em quatro épocas de avaliação.....	47
Tabela 11. Médias dos dados de altura da planta (AP), diâmetro do colo (DC), comprimento de raiz (CR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de plantas de angico, avaliadas em diferentes tipos de substrato em quatro épocas de avaliação.....	48

Tabela 12 - Médias dos dados de matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR) e matéria seca total (MST) de plantas de angico, avaliadas em diferentes tipos de substrato em quatro épocas de avaliação50

Tabela 13 - Médias dos dados de número de folhas (NF), relação altura da planta e diâmetro do colo (RAPDC) e relação parte aérea e raiz (RPAR) de plantas de angico, avaliadas em diferentes tipos de substrato em quatro épocas de avaliação.....51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA - Agência Nacional de Águas

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

ETAR - Estação de Tratamento de Água de Reúso

ETEs - Estações de tratamento de esgotos sanitários

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

ONU – Organização das Nações Unidas

RN – Rio Grande do Norte

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-árido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 ESCASSEZ DE RECURSOS HIDRICOS	18
2.2 AGRICULTURA IRRIGADA	21
2.3 REUSO DE ÁGUA NA AGRICULTURA	21
2.4 USO DE EFLUENTES DOMESTICOS: BENEFÍCIOS E IMPACTOS	24
2.5 PRODUÇÃO DE MUDAS DE ANGICO E IMPORTANCIAS DAS ESPECIES NATIVAS	26
2.8 SUBSTRATOS DE CULTIVO	28
3 MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1 ÁREA GEOGRAFIA DO ESTUDO	30
3.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	30
3.3 COLETA DAS SEMENTES E PLANTIO.....	32
3.4 CARACTERÍSTICA DOS SUBSTRATOS DE CULTIVO.....	32
3.5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FONTES HÍDRICAS UTILIZADAS PARA A SOLUÇÃO NUTRITIVA	33
3.6 PLANTIO	34
3.7 IRRIGAÇÃO	34
3.8 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	35
3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1 ALTURA DE PLANTA E DIÂMETRO DO COLO	37
4.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON E MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA	38
4.3 MATÉRIA SECA DA RAIZ E MATÉRIA SECA TOTAL.....	40
4.4 NÚMERO DE FOLHAS	41

4.5 ALTURA DA PLANTA, DIÂMETRO DO COLETO, COMPRIMENTO DE RAIZ E ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON	42
4.6 MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA, MATÉRIA SECA DE RAIZ E DA MATÉRIA SECA TOTAL	44
4.7 NÚMERO DE FOLHAS, RELAÇÃO ALTURA DA PLANTA E DIÂMETRO DO COLO E RELAÇÃO PARTE AÉREA E RAIZ.....	46
4.8 ALTURA DA PLANTA, DIÂMETRO DO COLO, COMPRIMENTO DE RAIZ E ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON	48
4.9 MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA, MATÉRIA SECA DE RAIZ E MATÉRIA SECA TOTAL	50
4.10 NÚMERO DE FOLHAS, RELAÇÃO ALTURA DA PLANTA E DIÂMETRO DO COLO E RELAÇÃO PARTE AÉREA E RAIZ.....	50
5 CONCLUSÃO.....	52
6 REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

O Nordeste é a região do Brasil que apresenta as condições hídricas mais desfavoráveis, devido a elevada taxa de evapotranspiração durante o ano, baixa precipitação, subsolo desfavorável a acumulação de água em muitas localidades (CIRILO, 2008).

Uma vez que 70% da água é destinada a agricultura no semiárido. O uso de esgoto doméstico tratado seria uma prática para suprir a necessidade hídrica das culturas. Além disso, essas águas fornecem matéria orgânica ao solo e nutrientes essenciais para o crescimento e produção da cultura. (MORUGÁN-CORONADO, 2011; ABD-ELWAHED, 2019).

O estímulo à produção de mudas de espécies florestais nativas, visando à recuperação de áreas degradadas, é uma forma de repor e manter não somente os recursos florestais, mas também de conservar o equilíbrio econômico, social e ambiental.

Pelo contrário, como desvantagens são suas altas concentrações de sais, metais pesados, compostos químicos produtos farmacêuticos ativos, desreguladores endócrinos e patógenos. A salinidade é um dos maiores problemas desta fonte hídrica que varia muito de cada localidade a depender da água de alimentação do sistema. E quando bem administrada, pode garantir produção sem perdas de rendimentos.

A estratégia ambiental é justamente para produção de mudas por que se tem um maior controle ambiental. Mas, é preciso muitas vezes diluir para diminuir a CE e diminuir os efeitos dos sais e, também efeitos ambientais quando utilizado em solo e em campo aberto

A toxicidade específica dos íons, causada pela salinidade nas plantas, está relacionada com a forma de irrigação, uma vez que absorção de sódio e do cloro ocorre por meio da umidade foliar. Então, as plantas acumulam íons no seu interior, acarretando toxidez (MUNNS; TESTER, 2008). O uso de efluente de esgoto doméstico tratado enriquecido com matéria orgânica já seria um atenuador do efeito deletérios da salinidade especialmente com a relação a toxidez por íons sódio.

A utilização de fontes ricas em matéria orgânica é uma ferramenta viável, uma vez que pesquisas mostram resultados satisfatórios, principalmente na recuperação de solos com elevado nível de salinidade, pois auxilia na capacidade de troca de cátions e estabilidade dos agregados e disponibilidade de nutrientes (KIEHL, 2010).

A produção as mudas usando o efluente doméstico tratado impede a aplicação direta dos rejeitos e como tudo o que está no efluente pode acumular-se no solo.

Nesse sentido, o efluente de esgoto doméstico tratado apresenta-se como uma alternativa de fonte hídrica e nutricional capaz de favorecer o desenvolvimento de plantas, tendo como resultado mudas de boa qualidade. Sendo assim, objetivou-se avaliar, neste estudo, o efeito do efluente de esgoto doméstico tratado e substratos no crescimento de mudas de angico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ESCASSEZ DE RECURSOS HIDRICOS

A população mundial deve crescer em 2 bilhões de pessoas nos próximos 30 anos, passando dos atuais 7,7 bilhões de indivíduos para 9,7 bilhões em 2050. Para isto, serão necessários dobrar a produção de alimentos para garantir a segurança alimentar. O imperativo para esse crescimento agrícola é mais forte nos países em desenvolvimento, onde o desafio não é apenas produzir alimentos, mas garantir que as famílias tenham acesso, o que lhes proporcionará segurança alimentar (FAO, 2020).

Para melhorar nutrição da população, bem reduzir a insegurança alimentar e a subnutrição, especialmente em países em desenvolvimento, faz-se necessário que a produção agrícola futura aumente mais rapidamente do que o crescimento populacional. Isso terá que ocorrer em grande parte das terras agriculturáveis e, essas melhorias ocorrerão, portanto, a partir de uma intensificação sustentável do uso dos recursos naturais, ou seja, que se faça uso efetivo dos recursos solo e água sem causar danos ambientais.

Nas regiões semi-áridas, este problema agrava-se devido o fenômeno da seca que ameaçam ainda mais a estabilidade dos recursos hídricos. Em muitas localidades, depois de se chegar ao limite máximo de utilização da água superficial para utilização na agricultura, procura-se usar a água subterrânea por meios da perfuração de poços. O bombeamento é tamanho, que a água não se renova e, como não há recarga, os aquíferos sofrem depleção gerando um afundamento do solo.

Na Região Nordeste do Brasil, em especial a parte semi-árida, é historicamente afligida pela escassez de água. Conforme dados da Agência Nacional de Águas (ANA), nesta região, o balanço entre a disponibilidade e a demanda dos recursos hídricos superficiais está entre as mais preocupantes do país. A situação mais crítica é a observada na região hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, com média inferior a $1.200 \text{ m}^3 \text{ hab}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, sendo que em algumas unidades hidrográficas dessa região são registrados valores menores que $500 \text{ m}^3 \text{ hab}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (BRASIL, 2007).

A água no nosso planeta está dividida em água doce e salgada, correspondente a um percentual de 3% e 97%, quase 70% encontram-se em calotas polares, sendo inviáveis para a exploração e utilização e 30% encontram-se nos reservatórios subterrâneos, rios e lagos, apenas 0,9% de toda a água potável disponível no mundo, mas mesmo assim são uma

importante fonte de obtenção desse recurso para muitas localidades e precisam ser conservados (PENA, 2021).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), atualmente 55% da população mundial vive em áreas urbanas e a expectativa é de que esta proporção aumente para 70% até 2050.

Nestas áreas a poluição age combinada com a escassez hídrica, valendo ressaltar que um habitante urbano em média consome três vezes mais água em relação a um habitante rural. (PORTO-GONÇALVES, 2004).

A água é um recurso cuja escassez pode causar mortes e conflitos internacionais, além de prejudicar a biodiversidade e comprometer setores da economia. O recurso é extremamente essencial para a existência da vida na Terra e, apesar de abundante no planeta corre sérios riscos de esgotar-se. Dados da Organização das Nações Unidas indicam que aproximadamente 3 bilhões de pessoas sofrerão com a sua escassez em 2025.

O Brasil apresenta a maior reserva de água doce do mundo, porém o acesso a água de qualidade é um parâmetro preocupante, por existir uma desigualdade na distribuição deste recurso, mesmo sendo um direito de todos os cidadãos (AUGUSTO *et al*, 2012).

A região nordeste do Brasil é considerada a mais árida e detentora de somente 5% de água doce do País, onde vive aproximadamente 30% da população, enquanto que o semiárido apresenta baixa pluviosidade, variando de 200 a 800 mm por ano. Os principais fatores que influenciam a escassez de água de qualidade encontram-se a elevada densidade demográfica da região, a poluição, a agricultura irrigada, as indústrias e o desmatamento (SILVA *et al*, 2006).

A escassez hídrica impõe estresses abióticos, que são os fatores mais importantes na limitação da capacidade produtiva da planta, sendo que o suprimento artificial de água, via irrigação, importante instrumento para diminuir ou amenizar os impactos das oscilações climáticas sobre a produção (AMUDHA, BALASUBRAMANI, 2011).

As mudanças climáticas provocam alterações em todas as formas de vida do planeta e, por essa razão, a Organização das Nações Unidas (ONU) tem alertado os países a tomarem medidas urgentes para interromper e/ou atenuar os efeitos das mudanças climáticas e seus

impactos, conforme preconizado nos objetivos do desenvolvimento sustentável pautado na agenda 2030 da ONU.

Os efeitos das mudanças climáticas afetam, principalmente, as zonas áridas e semiáridas do planeta, uma vez que a escassez hídrica tem limitado a produção agrícola em condições de chuvas naturais e, conseqüentemente, inviabilizando a segurança alimentar, especialmente dos agricultores e agricultoras familiares que habitam este espaço geopolítico. É importante destacar que, a segurança alimentar somente é alcançada quando todas as pessoas, em todos os momentos, tiverem acesso físico e econômico a recursos suficientes, alimentos seguros e nutritivos que atendam às suas necessidades alimentares para uma vida ativa e saudável (SHAW, 2007).

Deste modo, tornam-se essenciais políticas de desenvolvimento territorial para a segurança alimentar em ambientes com baixas precipitações pluviométricas, as quais foram agravadas em decorrência das mudanças climáticas. Essas políticas devem incluir tecnologias sociais de convivência com o semiárido e, quando oportuno, o desenvolvimento da agricultura irrigada utilizando fontes hídricas alternativas como, por exemplo, efluentes de esgoto doméstico tratados, água de drenagem, açudes, barragens subterrâneas e água de poços tubulares.

Com a baixa disponibilidade hídrica associada a alta demanda por água nos cultivos agrícolas torna necessário o uso de água de qualidade inferior como água com elevadas concentrações de sais, efluentes de processos industriais e de esgotos (origem doméstica) e águas de drenagem agrícolas, tornando assim estas as principais alternativas para a produção, apesar de ser preciso fazer uso de tecnologias apropriadas para o desenvolvimento dessas fontes, que constituem-se em uma estratégia para a solução da falta de água (HESPANHOL, 2003).

De acordo com Ferreira *et al.* (2011) afirmam que o uso de água de esgotos domésticos é adequado para uso agrícola, refletindo na redução de riscos de poluição. Esses mesmos autores relatam que a aplicação desta água no cultivo do café contribuiu no fornecimento de alguns nutrientes essenciais para o crescimento das plantas como o nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e enxofre, o que reduz significativamente os custos com a compra de fertilizantes que dispõem desses nutrientes. E o reúso de águas residuárias pode ser mais abrangente do que apenas para irrigação agrícola, seu uso é citado na irrigação de campos, parques, reciclagem e reúso industrial e abastecimento de aquíferos (TOSSETO, 2005).

2.2 AGRICULTURA IRRIGADA

A irrigação é uma prática que permite obter aumentos significativos na produtividade nas mais diferenciadas culturas, favorecendo a redução de expansão de plantios em áreas de cobertura vegetal, prolongando a duração do período anual de plantios, assim como intensificar a produção agrícola (GUIMARÃES; LANDAU, 2014).

Segundo Ávila et al (2010) a irrigação se confirma como uma ferramenta para promover o aumento de produtividade, pois, no cultivo, a disponibilidade de água no solo para as plantas é um fator preponderante para que estas possam alcançar elevada produção.

Essa técnica obteve forte expansão através do apoio de políticas públicas desde as décadas de 1970 e 1980, trazendo vários benefícios ao sistema produtivo como mencionado anteriormente, porém, para o sucesso desta atividade é preciso ter disponibilidade de água, sendo assim considerada a maior consumidora de água no Brasil e no mundo, uma vez que o Brasil está entre os países com maior área irrigada do planeta (ANA, 2019).

Portanto, se levarmos em consideração que o setor da agricultura irrigada apesar de sua contribuição para o desenvolvimento econômico e social, é o maior consumidor de água do planeta é preciso que esta seja explorada de forma sustentável, visando conter alguns impactos ambientais refletidos por esta atividade. Porém, é importante destacar que a irrigação ainda representa a forma mais eficiente e eficaz para o aumento da produção de alimento (MONTE *et al.*, 2019).

Segundo Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2021), o Brasil totaliza 8,2 milhões de hectares equipados para irrigação, sendo 64,5% (5,3 milhões de hectares) com água de mananciais e 35,5% (2,9 milhões de ha) fertirrigados com água de reuso segundo o Atlas Irrigação. Essa área é equivalente a 8,2 milhões de campos de futebol.

Diante do cenário exposto, a busca por fontes alternativas de água para a agricultura torna o uso de efluentes de esgotos tratados na agricultura uma estratégia importante para atingir a sustentabilidade (CUBA *et al.*, 2015).

2.3 REUSO DE ÁGUA NA AGRICULTURA

De acordo com PROLAGOS (2021) a água de reuso é o produto de uma técnica de refinamento do esgoto tratado e polido. BARROS *et al.*, (2015) definem que água de reuso é a reutilização da água proveniente de efluentes tratados. Em algumas situações, o esgoto passa

pelas etapas de estações de tratamento de esgoto (ETEs) e, posteriormente, pelas etapas de tratamentos de águas de reuso (ETAR) (PROLAGOS, 2021).

O reuso de água, até o momento, possui duas modalidades: água de reuso e água reciclada. A denominação “água de reuso” confunde-se, no popular, com o aproveitamento de águas pluviais (água reciclada). O aproveitamento da água pluvial pode ser um instrumento muito importante para a gestão dos recursos hídricos. Com isso, não deve ser considerada água de reuso, pois após passar pelo ciclo hidrológico natural, essa água captada terá sua primeira utilização (FERNANDES, 2006).

Segundo SANTOS *et al*, (2020) o reuso de água é uma técnica fundamental principalmente em regiões que apresentam instabilidade climática como o semiárido, por proporcionar resultados satisfatórios quando utilizados para fins agrícolas, garantindo ainda o uso adequado e maior economia dos recursos hídricos.

Quanto à classificação, a Organização Mundial de Saúde – OMS (1973) define que a água de reuso pode ser classificada como reuso indireto (planejado e não planejado), reuso direto e reciclagem interna. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) nº13.969/97 (ABNT, 1997) classifica quando à forma de aproveitamento como reuso local, reuso direto planejado e reuso indireto (planejado e não planejado).

A resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, dispõe sobre os parâmetros, condições, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de águas receptores, alterando parcialmente e complementando a Resolução Nº 357, a qual dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Com base na norma, as exigências para o monitoramento dos efluentes mediante a utilização de ensaios de toxicidade passam a vigorar em todos os estados brasileiros.

A resolução do CNRH nº 54, de 2005, estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água em todo o território nacional. Esta resolução estabelece no seu terceiro artigo, as modalidades de reuso de água:

- Reuso para fins urbanos: utilização de água de reuso para fins de irrigação paisagísticas;

- Lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações e combate a incêndio dentro da área urbana;
- Reuso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reuso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;
- Reuso para fins industriais: utilização de água de reuso em processos, atividades e operações industriais;
- Reuso na aquicultura: utilização de água de reuso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.

De acordo com Bernardi (2003), o reuso de água é uma prática que já ocorria na Grécia Antiga, em que utilizavam o esgoto advindo de suas atividades na irrigação da lavoura local. Com isso, o reuso de água na agricultura deve estar associado a uma atividade globalizante como o uso da água, controlando as perdas e os desperdícios, bem como minimizando a produção e do consumo de água (BARROS *et al.*, 2015).

A agricultura requer grandes volumes de água e isso gera a necessidade de se buscar novas ferramentas para o desenvolvimento de novas fontes de abastecimento. Assim, a gestão inapropriada dos recursos hídricos, caso contrário, pode comprometer a sustentabilidade da produção (NOGUEIRA *et al.*, 2005; COSTA *et al.*, 2012).

Vários estudos comprovaram a importância da irrigação com efluentes de esgoto para suprir, em parte, as quantidades dos elementos, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio, requeridos pelas culturas, chegando a aumentar a produtividade agrícola (KOURAA *et al.*, 2002; MELI *et al.*, 2002; HESPANHOL, 2008).

Alves *et al.* (2012) avaliando a reutilização de água residuária na produção de mudas de tomate, observaram que o uso de água residuária da estação de tratamento de esgoto doméstico pode ser uma alternativa para produção de mudas de tomate de elevada qualidade, refletindo ainda na obtenção de mudas mais vigorosas.

Saraiva e Konig (2013) ao trabalharem com capim-elefante-roxo irrigado com efluente doméstico tratado no semi-árido potiguar, verificaram alta produtividade, demonstrando que o efluente tratado em lagoas de estabilização contribui para o crescimento substancial da cultivar.

Oliveira *et al.* (2013) ao estudarem a produção de moranga irrigada com esgoto doméstico tratado, constataram que o uso de esgoto tratado promoveu aumento significativo na produção, no número de frutos e na produtividade se comparando com as plantas que não receberam esse tratamento.

Apesar de todos os benefícios atrelados ao reuso da água na agricultura é preciso ter conhecimento de todos os componentes químicos que estão nessa água, bem como conhecer os solos onde serão aplicados, a necessidade hídrica e nutricional da cultura para que se possa assegurar a produção sustentável e a proteção dos solos, (KALAVROUZOTIS *et al.* 2011)

2.4 USO DE EFLUENTES DOMESTICOS: BENEFÍCIOS E IMPACTOS

Sabe-se que, apesar dos benefícios concretos ensejados com o aproveitamento de efluentes de esgoto doméstico na agricultura, a prática de reuso também provoca efeitos indesejáveis, em virtude principalmente da presença de alguns constituintes, como o sódio e metais pesados.

De acordo com Dominical (2018), a aplicação de efluentes tratados aporta quantidades maiores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, além de sódio e cloro, quando comparada com a aplicação com água convencional de irrigação. Dessa forma, a água de reúso, quando empregada num sistema fechado de irrigação, pode ser utilizada para a produção de hortaliças, frutas, plantas medicinais e outros tipos de alimentos por apresentar boa quantidade de nutrientes (SANTIAGO, 2012; GASPAR, *et al.* 2020).

O lançamento de esgoto doméstico sem tratamento em corpos hídricos altera as características naturais da água a partir do ponto de lançamento e compromete sua qualidade para consumo humano ou mesmo para uso em atividades agropecuárias e agroindustriais Ribas & Fortes Neto (2008). Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento, apenas 19% dos municípios nordestinos realizam tratamento dos esgotos sanitários e domésticos (IBGE, 2010).

A busca da preservação do aquífero subterrâneo e a produtividade das culturas torna imprescindível o controle de qualidade da água utilizada na irrigação. Segundo Gonçalves (2003), condições climáticas, características físicas e químicas do solo, tolerância da cultura à salinidade, manejo do cultivo e método de irrigação são fatores que devem ser observados no dimensionamento de projetos de reuso da água.

A qualidade da água, em termos de sais, poluentes e materiais sólidos, deve ser analisada. Muitas culturas não toleram sal na água. Poluentes podem contaminar os alimentos e os materiais sólidos podem causar problemas em bombas, filtros e emissores (ANDRADE; BRITO, 2006).

O efluente tratado possui características muito interessantes em termos de fertilidade. A confirmação pode ser observada pela formação de vários elementos solúveis que são nutrientes para as plantas, com ênfase no nitrogênio em sua forma amoniacal e no fósforo, além de uma série de outros micronutrientes (MORAIS; LOPES, 2012).

A utilização de efluentes domésticos tratados na agricultura tem principal vantagem a recuperação de um recurso de grande importância para a agricultura – a água; os constituintes desses efluentes são produtos que podem aumentar a fertilidade dos solos por conterem nutrientes essenciais às plantas, em virtude da matéria orgânica que lhe é adicionada, com a consequente formação de húmus (FIRME, 2007).

Em estudos feitos por Gaspar *et al.* (2020), eles perceberam visualmente que o uso de efluentes tratados em estações de tratamento de esgotos domésticos proporcionou melhor crescimento das mudas de citronela em relação à utilização de água de abastecimento e que o comportamento das plantas seguiu a mesma tendência, aproveitando os nutrientes disponíveis nos efluentes tratados para incrementar a taxa de crescimento.

De acordo com Raniere *et al.* (2017) trabalhando com efluente doméstico com uma concentração de N-29,8mg L⁻¹, P-3,654mg L⁻¹ e K-30,072mg L⁻¹ obteve bons resultados na irrigação do sorgo, mas ressalva que a rega deve ser rigorosamente manejada.

León & Cavallini (1999) afirmam que os esgotos tratados constituem adubos naturais para a produção de alimentos, o que pode elevar a produção agrícola e, em consequência, a geração de emprego e retorno econômico. O emprego de água residuária na irrigação pode reduzir os custos de fertilização das culturas e o nível requerido de purificação do efluente e, conseqüentemente, os custos de seu tratamento; já águas residuárias contêm nutrientes e o solo e as culturas se comportam como biofiltros naturais (HARUVY, 1997).

De acordo com Silva *et al.* (2005) completam que o uso de esgoto tratado para as atividades agrícolas é proporcionar economia de fertilizante e de água de boa qualidade podendo, ainda, ser uma alternativa para convivência com sua escassez.

Uma das limitações no uso de efluentes domésticos tratado deve-se a necessidade de ser diluída para diminuir as concentrações de sais. E os efeitos do excesso de sais desse efluente especialmente o cloreto de sódio (NaCl) destaca-se pelo possível impacto negativo do cátion sódio (Na⁺) em excesso no solo. Com efeito, o sódio não só tem efeitos tóxicos nos

organismos e plantas quando em excesso, mas também afeta a estabilidade estrutural do solo. Noutros termos, um excesso de sódio leva a um solo duro, compacto, em que a água e as raízes não penetram, com as consequências nefastas que daí advêm (JESUS & BORGES, 2020).

E os efeitos para as plantas de acordo com Prisco e Gomes Filho (2010) o excesso de sais provoca alterações morfológicas que podem ser também decorrentes do desbalanço hídrico, nutricional ou hormonal, tendo como resultado o fechamento estomático e a redução na transpiração, ocasionando diminuição na absorção de água e/ou nutrientes, resultando em menor crescimento das plantas.

2.5 PRODUÇÃO DE MUDAS DE ANGICO E IMPORTANCIAS DAS ESPECIES NATIVAS

O angico (*Anadenanthera colubrina*) é uma leguminosa arbórea que pertence à família Fabaceae e que tem uma importância econômica e é bastante utilizada em plantios conservacionistas (LORENZI, 1992). Esta espécie abrange uma vasta região ocorrendo em todos os estados do Nordeste, na Mata Atlântica, no Cerrado, no Pantanal Mato-grossense, além de outros países como Argentina, Peru e Paraguai (CARVALHO, 2002).

Por pertencer à família Fabaceae possui potencial de fixação biológica de nitrogênio e é uma espécie opção significativa a ser inserida em áreas de recomposição floresta ou sistemas agroflorestais (SOUZA *et al.*, 2012).

O angico possui alborno pardo rosado, cerne pardo-avermelhado, podendo revelar tonalidade amarelada uniforme, castanho-rosado podendo tornar-se escuro (SANTORI, 2012). Apresenta superfície pouco lustrosa e lisa, sabor leve, madeira pesada, elástica, dura e bastante durável (REITZ *et al.*, 1983).

As mudas de esta espécie mostram-se exigentes quanto a irrigação, devendo ser irrigada duas vezes ao dia, sendo uma vez pela manhã e outra ao final da tarde (PEREIRA, 2011).

De acordo com SILVA *et al.*, (2020) o angico pode ser utilizado nas mais diversas atividades inclusive para reflorestamento, econômica, social, entre outras.

Estudos recentes indicam que esta espécie é considerada de sucessão secundária, adaptando-se bem em áreas onde já ocorre uma vegetação estabelecida. Na arborização

urbana as flores apresentam uma exuberância que qualifica esta espécie a ser utilizada em parques, praças e jardins (PEREIRA, 2011).

Chaves *et al.* (2003) mencionam que essa espécie apresenta facilidade de propagação no que se refere às altas taxas de crescimento e cobertura que é capaz de promover ao solo. A sua propagação é realizada via sexuada (CARVALHO, 2003) e dessa forma, estudos que visem à melhoria da qualidade das mudas produzidas tornam-se necessários.

Atualmente, mais de 85% da população brasileira vive nas cidades e à medida que as áreas urbanas crescem, aumenta a demanda por recursos externos (água, energia, alimentos). Com isso amplificam-se os impactos ambientais diretos, com a conversão e redução de áreas naturais, sobre uso dos recursos hídricos, introdução de espécies exóticas, incremento da poluição do ar e da água, perda de biodiversidade, entre outros (FERNANDES *et al.*, 2016).

Para Lopes *et al.* (2007), o plantio de espécies florestais nativas é uma atividade que pode repor e manter não só os recursos florestais, como também conservar o equilíbrio econômico, social e ambiental.

A demanda por mudas de espécies nativas tem crescido bastante nos últimos anos, em virtude da valorização das espécies e necessidade de recuperação das Áreas de Preservação Permanente – APP e das Áreas de Reserva Legal – RL Oliveira *et al.* (2008). Entretanto, a tendência atual dos projetos de recomposição florestal em formar florestas com elevada diversidade de espécies nativas tem esbarrado na dificuldade de se encontrar mudas nativas de espécies variadas Martins (2009) devido à falta de conhecimento de como produzi-las ou de como coletar e beneficiar as sementes (OLIVEIRA *et al.* 2008).

2.8 SUBSTRATOS DE CULTIVO

Kampf (2004) afirma que a adequada seleção do substrato é de fundamental importância no crescimento e desenvolvimento das plantas, de vez que se trabalha com recipientes de volume restrito, o que diminui a drenagem e a superfície de contato com a atmosfera, essencial para as trocas gasosas.

O substrato é de suma importância para o desenvolvimento das mudas, pois propicia condições para o sistema radicular se desenvolver até o momento em que a muda seja transplantada para o campo.

A porosidade, por sua vez, está diretamente relacionada à disponibilidade de água e ar no substrato, que deve ser suficientemente poroso para permitir trocas gasosas eficientes, evitando falta de ar para a respiração das raízes e para a atividade dos microrganismos no meio. Os poros podem ser classificados como microporos e macroporos onde, em condições de saturação hídrica, os macroporos são preenchidos com ar e os microporos, com água Kampf et al. (2004).

De acordo com Carneiro (1995) os substratos porosos, apesar de apresentarem baixa porosidade total, têm rápida movimentação de água e ar, devido à predominância de macroporos. Já no substrato de textura fina, existe grande quantidade de microporos, tornando a movimentação gasosa lenta e a de água restrita ao movimento capilar.

A fibra de coco (desfibrada ou prensada), e o pó de coco são considerados os substratos alternativos mais promissores. Esse material já está sendo empregado como substrato agrícola na produção de mudas de hortaliças (SILVEIRA et al., 2002).

Simões et al. (2012), em mudas de *Eucalyptus grandis*, observaram que a elevada quantidade de fibra de coco propiciou melhor desenvolvimento radicular, pois, segundo Rosa et al. (2002) a fibra tem grande capacidade de retenção de umidade e melhora as condições de desenvolvimento das raízes. Sarzi et al. (2008) também recomendaram a fibra de coco na produção de mudas de *Tabebuia chryso-tricha*, no entanto com solução de adubação, salientando que a fibra de coco é um material relativamente pobre em nutrientes, sendo necessária a adição de um componente que venha a suprir essas necessidades ou a adubação de cobertura até o momento do transplante.

O esterco bovino e outros resíduos orgânicos a ser adicionada em determinada área depende, entre outros fatores, da composição e do teor de matéria orgânica dos resíduos,

classe textural e nível de fertilidade do solo, exigências nutricionais da cultura e condições climáticas regionais (DURIGON et al., 2002). Normalmente, as quantidades variam de 20 a 40 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido, dependendo da cultura, da composição do esterco, com objetivo de fornecer quantidades desejadas de nitrogênio e admitindo taxa de mineralização de N do esterco de 50% no primeiro ano (RIBEIRO et al., 1999).

Esses benefícios do esterco são muito importantes para a cultura da *C. citriodora*, pois essa espécie possui sistema radicular frágil que exige solo de boas propriedades físicas e de fertilidade (NOVAIS et al., 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA GEOGRAFIA DO ESTUDO

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró- RN (5° 11' S, 37° 20' O e 18 m de altitude), no período de janeiro a junho de 2019. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSw^h' (seco, muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono), com precipitação pluviométrica bastante irregular, com média anual de 673,9 mm; temperatura média de 27 °C e umidade relativa do ar média de 68,9% (ALVAREZ et al, 2013).

3.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizados, com arranjo em parcelas subdivididas com três repetições. Os fatores testados foram cinco soluções de irrigação (água de abastecimento – AA, efluente de doméstico -ED e as misturas de 75%ED + 25%AA, 50%ED + 50%AA e 25%ED + 75%AA) e dois substratos de cultivos (75% solo + 25% esterco de bovinos -S1 e 75% solo + 25% de fibra de coco- S2) usando sementes da espécie angico.

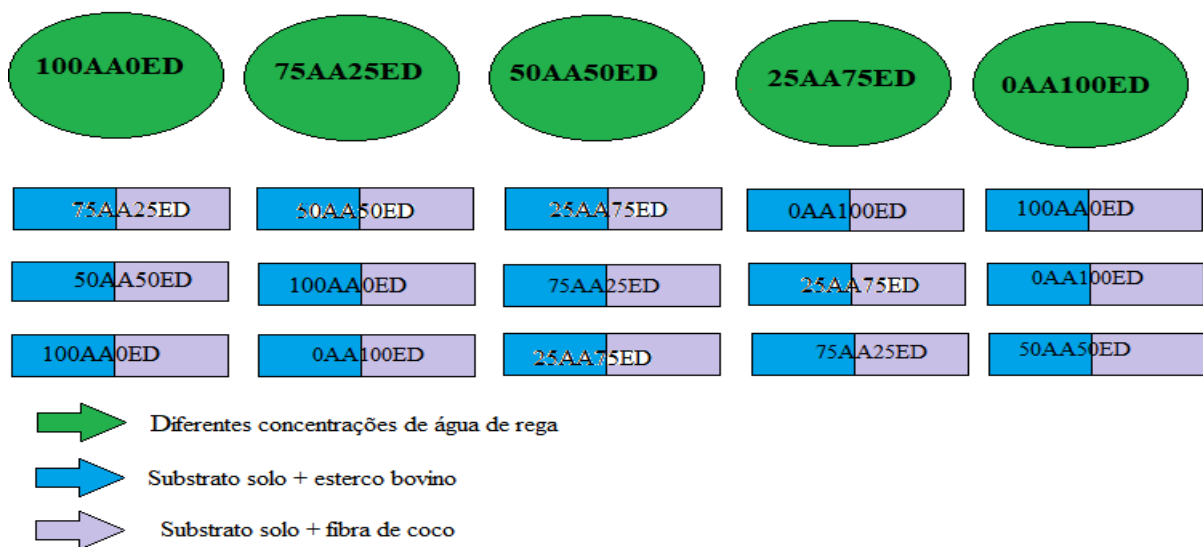
Tabela 1: Descrição dos tratamentos aplicados no experimento de produção de mudas *Anadenanthera colubrina*.

TRATAMENTOS	SUBSTRATOS
-------------	------------

T1 – 100% AA	Solo + esterco bovino
T2 – 75% AA + 25% ED	Solo + esterco bovino
T3 – 50% AA + 50% ED	Solo + esterco bovino
T4 – 25% AA + 75% ED	Solo + esterco bovino
T5 - 100% ED	Solo + esterco bovino
T6 – 100% AA	Solo + fibra de coco
T7 – 75% AA + 25% ED	Solo + fibra de coco
T8 – 50% AA + 50% ED	Solo + fibra de coco
T9 – 25% AA + 75% ED	Solo + fibra de coco
T10 – 100% ED	Solo + fibra de coco

Efluentes domésticos – ED e Água de abastecimento – AA

Figura 1. Croqui do experimento



3.3 COLETA DAS SEMENTES E PLANTIO

As sementes foram coletadas de árvores vigorosas de ocorrência espontânea num raio de 50 m, nos municípios de Apodi-RN e Governador Dix-sept rosado ao ciliar do rio Apodi/Mossoró. A coleta ocorreu quando as sementes estavam plenamente maduras, quando atingiram o ponto de maturidade fisiológica, no qual possuem o máximo poder germinativo e vigor (HOPPE & BRUN, 2004).

Após coleta, os frutos foram conduzidos para Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, onde foram limpas e acondicionadas em sacos de papel (20 x 10 cm) e armazenados em recipientes de vidro hermeticamente vedado em local arejado com temperatura ambiente.

Figura 2: Sementes de angico.



Fonte: Flora londrina (2021).

3.4 CARACTERÍSTICA DOS SUBSTRATOS DE CULTIVO

Os materiais utilizados para compor os dois substratos foram: solo, esterco bovino curtido e fibra de coco. O solo usado foi retirado da camada sub superficial (20-40 cm) de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob caatinga, localizado na zona rural do município de Mossoró/RN. O esterco bovino usado foi adquirido na zona rural do município de Governador Dix Sept Rosado/RN. A fibra de coco produto comercial utilizado apresenta como matéria prima básica o resíduo da industrialização de *Cocos nucifera*, em que é realizada moagem da casca.

Tabela 2: Atributos químicos dos substratos de cultivo.

Substrato	pH	MO g kg ⁻¹	CE dS m ⁻¹	C/N	P	K ⁺	Na ⁺	N	B	Cu	Zu	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ²⁺	SB	CTC	m
S1	6,4	12,43	1,59	24:1	39	240	125	28,3	0,1	0,7	3,1	2,1	0,6	0,0	3,05	4,04	0,0
S2	5,6	10,45	1,74	73:1	36	181	120	23,1	0,3	0,9	0,5	1,8	0,6	0,0	2,67	3,17	0,0

S1-Solo+esterco Bovino; S2 – Solo + fibra de coco.

Nota: CE - condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; N - nitrogênio; MO - Matéria orgânica; P - fósforo; K⁺ - Potássio; Cu - cobre; Zn - Zinco; Ca²⁺ - Cálcio; Mg²⁺ - Magnésio; Al³⁺ - Alumínio trocável; Al - Acidez potencial; SB - Soma de bases; CTC - capacidade de troca de cátions.

3.5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FONTES HÍDRICAS UTILIZADAS PARA A SOLUÇÃO NUTRITIVA

A água residuária utilizada no experimento foi proveniente da estação de tratamento de esgotos doméstico do tipo decanto digestor do Projeto de Assentamento Milagre Apodi/RN, o transporte da água era realizado semanalmente em caixa plástica com capacidade de 1000L, para casa de vegetação do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA, onde foi realizada a pesquisa.

Quanto a água de abastecimento era proveniente da rede de abastecimento da UFERSA. No assentamento diariamente produz um volume de 20 m³ de água esgoto doméstico tratado. Por meio de uma rede coletora ligada a vinte residências, a água bruta é conduzida para a estação de tratamento e, depois de tratada pelo sistema decanto digestor, após o tratamento a água é armazenada em reservatório com capacidade de 10 m³ e, posterior aplicação como fonte hídrica e nutricional para o cultivo agrícola.

Para estimar o aporte de nutrientes fornecido às plantas por meio das lâminas de água de esgoto doméstico (ED), foi coletada uma alíquota de água, para ser analisada e determinados o pH, condutividade elétrica - CE, concentrações de N, P, K, Ca, Mg, no Laboratório de Solo, Água e Planta (LASAP/UFERSA), conforme metodologia da (APHA 1998). Os demais parâmetros foram adaptados de pesquisas anteriores.

Tabela 3 – Caracterização Físico-Química do efluente de esgoto tratado e da água do poço artesiano. UFERSA.

Efluente de esgoto tratado	Concentração	Água de poço artesiano	Concentração
CE (dS m ⁻¹)	1,2	CE (dS m	0,52
pH	7,3	pH	7,4
SS (mg L ⁻¹)	44	SS (mg L ⁻¹)	0,0
SD (mg L ⁻¹)	350	SD (mg L ⁻¹)	50
Fe (mg L ⁻¹)	0,60	Fe (mg L ⁻¹)	1,4
Mn (mg L ⁻¹)	0,20	Mn (mg L ⁻¹)	1,1
Ca ²⁺ (mg L ⁻¹)	32,06	Ca ²⁺ (mg L ⁻¹)	12,02
Mg ²⁺ (mg L ⁻¹)	17,01	Mg ²⁺ (mg L ⁻¹)	12,15
Cu (mg L ⁻¹)	0,06	Cu (mg L ⁻¹)	-
Zn (mg L ⁻¹)	0,09	Zn (mg L ⁻¹)	-
DQO (mg L ⁻¹)	60,00	DQO (mg L ⁻¹)	-
DBO (mg L ⁻¹)	19,40	DBO (mg L ⁻¹)	-
N total (mg L ⁻¹)	72,00	N total (mg L ⁻¹)	0,0
P total (mg L ⁻¹)	7,5	P total (mg L ⁻¹)	-
K ⁺ total (mg L ⁻¹)	47,7	K ⁺ total (mg L ⁻¹)	11,5
Na ⁺ (mg L ⁻¹)	161,61	Na ⁺ (mg L ⁻¹)	10,57
N-NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	0,10	N-NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	0,0
CT (mmolc L ⁻¹)	2,40	CT (mmolc L ⁻¹)	-
Colif. Termotolerantes (NMP 100mL ⁻¹)	8x10 ⁴	Colif. Termotolerantes (NMP 100mL ⁻¹)	0,0

3.6 PLANTIO

As sementes foram semeadas manualmente, sem tratamento prévio, em bandejas de germinação com 180 células contendo vermiculita. Foram colocadas duas sementes a 0,5 cm de profundidade em cada célula.

Quando as plântulas apresentavam um par de folhas, foram transplantadas para as plásticas (15x 25 cm) pretas com volume aproximado de 1790 cm³, contendo os substratos nos tratamentos citados, onde permaneceram por quatro meses.

3.7 IRRIGAÇÃO

A irrigação foi realizada manualmente, duas vezes ao dia, utilizando um copo graduado para medir a quantidade de água aplicada em cada plântula, para manter o substrato na capacidade de recipiente. A capacidade do recipiente foi determinada fazendo-se teste de retenção de água para cada tratamento e, depois, feito a média é colocado no recipiente a

quantidade obtida. A irrigação foi feita adicionando água, gradativamente, ao substrato com um copo graduado e coletando a água drenada. Conhecendo o volume do copo graduado e o volume drenado, calculou-se por diferença o volume que foi retido pelo substrato, obtendo-se a capacidade de retenção do recipiente. O teste de capacidade do recipiente foi feito duas vezes semanalmente.

3.8 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

As avaliações de crescimento e desenvolvimento das mudas de angico foram realizadas aos 30; 60; 90 e 120 dias após o plantio (DAP), determinando-se as seguintes variáveis:

- a) Altura de planta - obtida pela distância do ponto de inserção do coleto até a inserção da última folha em desenvolvimento, utilizando régua graduada (cm);
- b) Diâmetro do coleto - determinado com um paquímetro digital, sendo a região mensurada do caule a 2,0 cm acima inserção do coleto (mm);
- c) Comprimento da maior raiz - obtido medindo-se a partir do colo da planta até a extremidade da raiz, com auxílio de uma régua graduada (mm);
- d) Número de folhas - obtida pela simples contagem de folhas totalmente expandidas;
- e) Massa de matéria fresca da planta: realizada pela pesagem individual da raiz, caule e folhas das plantas (g planta^{-1});
- f) Massa de matéria seca da planta - realizada pela pesagem individual da raiz, caule e folhas das plantas após passarem por secagem em estufa com circulação de ar forçada à 70 °C até atingir massa constante (g planta^{-1});
- g) Índice de qualidade de Dickson (IQD) que foi determinado em função da altura da parte aérea (HPA), do diâmetro do coleto (DC), do peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e do peso de matéria seca das raízes (PMSR), por meio da seguinte fórmula (DICKSON *et al.* 1960):

$$\text{IQD} = \frac{\text{PMST (g)}}{\text{H (cm) / DC (mm) PMSPA (g) / PMSR (g)}}$$

Figura 3: Mudanças de angico



Fonte: Dados do acervo. Mossoró

3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste 'F' ao nível de 5%, significância e quando significativo, foi aplicado o teste Tukey ao nível de 5% de significância para a comparação das médias para realizar as análises, utilizou o *software* estatístico SISVAR® versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ALTURA DE PLANTA E DIÂMETRO DO COLO

Para a altura de planta observamos as mudas de angico apresentam diferença significativa entre si quando produzido em diferentes substratos (solo + esterco e solo + fibra de coco) quando irrigadas com as cinco diferentes concentrações de água residuária. Porém, quando comparado as cinco concentrações dentro do substrato Solo + esterco as mesmas não apresentam diferença significativa entre si onde as médias variam de 12,34cm na 25%AA + 75%ED e 7,00cm na 75%AA + 25%ED.

Na produção de mudas usando o substrato solo + fibra de coco a altura das plantas apresentam diferenças significativas quando comparados as concentrações de água de irrigação onde as 75% AA + 25%ED e 50% AA + 50% ED se diferem das demais estatisticamente com 20,94cm e 26,83cm respectivamente.

Artur *et al.*, (2007) em um estudo avaliando parâmetros de crescimento e acúmulo de matéria seca de mudas de *Calophyllum Brasiliense*, registraram uma diminuição da altura quando adicionado esterco bovino ao substrato. Diferentes resultados foram alcançados por, Silva *et al.*, (2013) registraram um crescimento de *Ormosia arbórea* após a adição de esterco bovino ao substrato.

Tabela 4 – Médias da altura de plantas e diâmetro do caule de Angico, em função de diferentes águas residuárias e tipos de substrato.

Águas residuárias	Altura da planta			Diâmetro do coleto		
	Tipos de substrato		Médias	Tipos de substrato		Médias
	Esterco + solo	Solo + fibra		Esterco + solo	Solo + fibra	
100% AA + 0% ED	7,58 Ab	13,76 Ba	10,67	1,80 ABa	1,55 Ca	1,68
75% AA + 25%ED	7,00 Ab	12,93 Ba	9,96	1,32 Bb	1,75 Ca	1,53
50% AA + 50% ED	7,80 Ab	26,83 Aa	17,31	1,47 ABb	3,10 Aa	2,29
25% AA + 75% ED	12,34 Ab	20,94 ABa	16,64	1,87 Ab	2,48 Ba	2,17
0% AA + 100% ED	8,95 Ab	17,81 Ba	13,38	1,57 ABa	1,90 Ca	1,73
Médias	8,73	18,45	-	1,61	2,16	-
CV (%) parcelas		38,85			17,12	
CV (%) subparcelas		28,59			19,31	

Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Para o diâmetro do coleto as médias apresentaram diferenças para os dois substratos e os diferentes água onde a mínima foi 1,32cm (25% de água residuárias) com esterco e a máxima foi 3,10cm (50% de água residuárias) com fibra de coco. De acordo com Pereira *et*

al. (2017) a altura da parte aérea aliada ao diâmetro do coleto, bem como a biomassa seca são indicadores de qualidade de mudas de espécies florestais.

Estudo publicado por Brito *et al.* (2017) sobre aplicação de efluente doméstico nas mudas semeadas em diferentes substratos, conclui que a aplicação de esgoto doméstico nas mudas proporcionou resposta positiva no diâmetro do coleto. No estudo teve maiores médias no diâmetro do coleto com irrigação utilizando 25%AA e 75%ED, as menores médias foram observadas irrigando as mudas com 100%AA.

Estes resultados são semelhantes ao alcançado no presente estudo onde a maior média utilizando 25%AA e 75%ED e 50% de água e 50% de efluente doméstico para substrato esterco + solo e fibra de coco + solo respectivamente. As águas com menor concentração do efluente doméstico apresentaram comportamento intermediário para esta característica, o que pode ser atribuído a altos teores de N, P e K na composição da água com maior concentração do efluente doméstico.

Outro trabalho que vai de encontro com os resultados alcançados foi elaborado por Lacerda Rebouças *et al.*, (2018), no qual foram aplicadas sete diferentes doses de efluente doméstico tratado para produzir mudas de sabiá em diferentes substratos. Estes autores concluíram que independentemente do manejo de adubação empregado o efluente mostrou uma importante fonte de nutrientes, uma vez que proporcionou incremento nos valores de diâmetro do caule e altura das plantas e estes parâmetros estão diretamente relacionados ao índice de qualidade de mudas.

4.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON E MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA

Na tabela 5 estão representas as médias do índice de qualidade de Dickson e matéria seca da parte aérea de angico, em função de diferentes águas residuárias e tipos de substrato.

Em relação ao IQD, a fibra de coco + solo irrigada com a água 50%AA+50%ED foi a que apresentou maiores medias seguida da água 25%AA+75%ED no mesmo substrato. As demais apresentaram medias menores. É um indicador qualidade de mudas, por considerar a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa através de uma fórmula balanceada incluindo as relações dos parâmetros morfológicos, como a biomassa seca total, a biomassa seca da parte aérea, a biomassa seca das raízes, a altura da parte aérea e o diâmetro de colo.

De acordo com o critério de Hunt (1990), os IQD menores que 0,20 indicam mudas não consideradas com boa qualidade final para ir para o campo e quanto maior o valor de IQD, maior também a qualidade da muda. Sendo assim as mudas produzidas com substrato esterco + solo e irrigado com 25%AA+75%ED teve esta média as outras ficaram abaixo de 0,20. Enquanto que para as mudas produzidas com Solo + fibra de coco somente as mudas irrigadas com 100%AA teve uma média abaixo de 0,20.

Tabela 5 – Médias do Índice de Qualidade de Dickson e matéria seca da parte aérea de angico, em função de diferentes águas residuárias e tipos de substrato.

Águas residuárias	Índice de Qualidade de Dickson			Matéria seca da parte aérea (g planta ⁻¹)		
	Tipos de substrato		Médias	Tipos de substrato		Médias
	Esterco + solo	Solo + fibra		Esterco + solo	Solo + fibra	
100% AA	0,11 ABa	0,16 Ca	0,13	0,24 Ba	0,69 Ca	0,46
75% AA + 25%ED	0,07 Bb	0,20 BCa	0,14	0,21 Bb	1,03 BCa	0,62
50% AA + 50% ED	0,08 ABb	0,56 Aa	0,32	0,17 Bb	2,56 Aa	1,36
25% AA + 75% ED	0,20 Ab	0,29 Ba	0,25	1,07 Ab	1,75 ABa	1,41
100% ED	0,10 ABb	0,25 BCa	0,17	0,35 ABb	1,69 Ba	1,02
Médias	0,11	0,29	-	0,41	1,54	-
CV (%) parcelas	34,45			51,47		
CV (%) subparcelas	38,92			48,73		

Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em relação a matéria seca da parte aérea as mudas produzidas com substrato Solo + fibra de coco e irrigado com 50%AA+50%ED apresentou diferença das demais com 2,56g. Esse comportamento indica preferência do angico pelo substrato solo + fibra de coco quando irrigado com água de abastecimento e com mesmas proporções de esgoto doméstico tratado e provavelmente essa combinação possibilitou melhor equilíbrio de nutrientes para as mudas.

Quando produzidas as mudas com esterco + solo e irrigado com água 25%AA + 75%ED obteve a melhor médias comparando com as outras produzidas com diferentes águas e mesmo substrato que tiveram menores médias.

A produção de biomassa é uma das melhores características para avaliar a qualidade das mudas, apesar de destrutiva, pois reflete a fotossíntese líquida da planta, ou seja, é possível analisar o crescimento em altura e diâmetro que a espécie florestal obteve durante a sua permanência em viveiro e se está em condições para ir à campo (ALVES; FREIRE, 2017).

Fatores químicos como pH, CE, relação C/N e a elevada concentração de sais na água de irrigação podem ser determinantes para o desenvolvimento da planta, como também a preferência da espécie por determinado ambiente de cultivo.

4.3 MATÉRIA SECA DA RAIZ E MATÉRIA SECA TOTAL

Na tabela 6 estão representas as médias da matéria seca da raiz e matéria seca total de angico, em função de diferentes águas residuárias e tipos de substrato.

As mudas produzidas com o substrato esterco + solo não tiveram diferença quando irrigadas com diferentes águas residuárias na matéria seca da raiz. Porém as mesmas diferem quando comparadas com mudas produzidas com o substrato solo + fibra de coco que tiveram médias maiores, e a que mais se destacou foi quando irrigado com 50%AA + 50%ED com 2,87.

O sistema radicular, para Gomes e Freire (2019), deve ter um tamanho suficiente para permitir o suprimento adequado de água para a parte aérea. Plantas que desenvolvem maior sistema radicular durante sua permanência em viveiro, em determinada condição, apresentam maior probabilidade de sobrevivência após plantio em campo, uma vez que o maior investimento em biomassa radicular garante uma melhor aclimatação das plantas em campo do que aqueles com sistemas radiculares reduzidos (MEIRELES *et al.*, 2020).

Tabela 6 - Médias da matéria seca de raiz e matéria seca total de mudas de angico, em função de diferentes águas residuárias e tipos de substrato.

Águas residuárias	Matéria seca de raiz			Matéria seca total		
	Tipos de substrato		Médias	Tipos de substrato		Médias
	Esterco + solo	Solo + fibra		Esterco + solo	Solo + fibra	
100% AA	0,28 Ab	0,88 Ba	0,58	0,52 Ab	1,57 Ca	1,04
75% AA + 25%ED	0,21 Ab	0,85 Ba	0,53	0,42 Ab	1,88 BCa	1,15
50% AA + 50% ED	0,30 Ab	2,87 Aa	1,59	0,47 Ab	5,43 Aa	2,95
25% AA + 75% ED	0,67 Ab	1,33 Ba	1,00	1,75 Ab	3,08 Ba	2,41
100% ED	0,32 Ab	1,18 Ba	0,75	0,67 Ab	2,87 BCa	1,77
Médias	0,36	1,42	-	0,76	2,96	-
CV (%) parcelas		50,76			47,10	
CV (%) subparcelas		38,84			39,27	

Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

As mudas de angico produzidas com o substrato esterco + solo não tiveram diferença quando irrigadas com diferentes águas residuárias na matéria seca total. E as mesmas apresentaram diferenças quando comparadas as mudas produzidas com o substrato solo + fibra do coco que por sua vez tiveram maiores médias onde as mudas irrigadas com 50%AA + 50%ED se destacou com as demais com 5,43, se destacado entre as demais.

4.4 NÚMERO DE FOLHAS

A tabela 7 representa o desdobramento da interação do número de folhas em função de diferentes águas residuárias e tipos de substrato.

Em relação ao número de folhas as mudas produzidas com a fibra de coco + solo e irrigado com 50%AA + 50%ED proporcionaram as maiores médias, seguidas das mudas irrigadas com a água 100%ED e 25%AA + 75%ED. As menores médias se deram quando as mudas produzidas com o substrato feito de esterco + solo e foram irrigadas com as águas 100%AA, 50% A+50%ED e 50%AA+50%ED e, que não diferiram entre si.

O máximo de folhas encontradas foi 13,38 no tratamento substrato de solo + fibra irrigado com 50%AA + 50%ED. Já o menor número encontrado foi 3,13 nos tratamentos solo + esterco quando irrigado com 100%AA. Anjos *et al.* (2018), ao estudarem a produção de mudas de *Cassia grandis* L. f., verificaram que as plantas cultivadas em substrato composto de diferentes tipos de resíduos orgânicos apresentaram maiores médias para o número de folhas.

Tabela 7 – Médias do número de folhas de mudas de angico, em função de diferentes águas residuárias e tipos de substrato.

Águas residuárias	Número de folhas		Médias
	Tipos de substrato		
	Esterco + solo	Solo + fibra	
100% AA	3,13 Aa	5,00 Ba	4,06
75% AA + 25%ED	3,63 Aa	5,38 Ba	4,50
50% AA + 50% ED	3,25 Ab	13,38 Aa	8,31
25% AA + 75% ED	5,13 Ab	7,63 Ba	6,38
100% ED	4,88 Ab	7,38 Ba	6,13
Médias	4,00	7,75	-
CV (%) Parcelas		36,90	
CV (%) Subparcelas		27,62	

Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Oliveira *et al.* (2012), avaliando de mudas de sabiá e mororó fertirrigados com esgoto doméstico tratado, constatou que a cultura do sabiá, submetida aos tratamentos com esgoto doméstico tratado em comparação à água de abastecimento, apresentou resultados significativos apenas para o número de folhas. Almeida *et al.* (2012), utilizando esgoto doméstico tratado na produção de mudas de maracujazeiro amarelo, observou em seu trabalho que para as folhas, houve efeito quadrático das proporções de água residuária utilizada na

irrigação das mudas de maracujazeiro, sendo que as duas maiores concentrações proporcionaram incremento.

4.5 ALTURA DA PLANTA, DIÂMETRO DO COLETO, COMPRIMENTO DE RAIZ E ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON

Na Tabela 8 estão apresentadas as médias dos dados altura da planta (AP), diâmetro do colo (DC), comprimento de raiz (CR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de plantas de Angicos, avaliadas em diferentes diluições com águas residuárias, em quatro épocas de avaliação.

As médias de altura da planta não apresentam diferença em função da aplicação das diferentes águas residuárias na fase inicial do crescimento (30 e 60DAS), enquanto que na fase do crescimento aos 90 dias após o plantio a água 50%AA + 50%ED foi superior com 21,73cm e também aos 120 dias após plantio se destacou entre as demais com a maior altura de 24,35cm na água 25%AA + 75%ED.

A altura considerada como ideal para as espécies florestais saírem da fase de viveiro para a condições de campo ainda é o assunto controverso e altamente debatido. Shorn E Formento (2003) recomendam uma altura entre 15 e 20 cm como apropriada para as mudas deixarem o viveiro e estarem prontas para o campo definitivo. (baixa altura da 100% AA aos 120dias). Porém, algumas espécies do Cerrado têm apresentado dificuldade para atingir esse parâmetro de altura, mesmo após um ano em viveiro, assim como relatado em pesquisa de (PILON & DORIGAN 2013).

Em relação ao diâmetro do colo quando avaliada as mudas de angico aos 30 DAS houve diferença entre as diferentes águas aplicadas onde a maior média foi de 2,08mm na água 50%AA + 50%ED. O diâmetro do caule é uma característica importante, uma vez que, quanto maior o seu valor, maior o vigor, a robustez e a resistência da planta (GUIMARÃES *et al.*, 2009).

Tabela 8. Médias dos dados de altura da planta (AP), diâmetro do colo (DC), comprimento de raiz (CR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de plantas de angico, avaliadas em diferentes diluições com águas residuárias.

Altura da planta (cm)				
Épocas de avaliação (dias)				
Águas residuárias	30	60	90	120
100% AA	7,75 A	13,33 A	15,18 AB	12,07 C
75% AA + 25%ED	8,90 A	9,83 A	8,13 B	13,00 BC
50% AA + 50% ED	11,08 A	17,45 A	21,73 A	19,00 AB
25% AA + 75% ED	6,08 A	15,50 A	20,63 A	24,35 A
100% ED	8,48 A	13,98 A	16,95 A	14,13 BC
Diâmetro do colo (mm)				
100% AA	1,03 B	2,13 A	2,31 AB	1,25 C
75% AA + 25%ED	1,43 AB	1,83 A	1,63 B	1,25 C
50% AA + 50% ED	2,08 A	2,30 A	2,62 A	2,15 AB
25% AA + 75% ED	1,50 AB	2,08 A	2,63 A	2,50 A
100% ED	1,13 B	1,75 A	2,30 AB	1,75 BC
Comprimento de raiz (cm)				
100% AA	17,75 A	21,25 A	20,18 A	14,45 B
75% AA + 25%ED	17,40 A	21,58 A	11,43 A	18,38 B
50% AA + 50% ED	19,58 A	22,00 A	18,88 A	23,25 AB
25% AA + 75% ED	20,75 A	22,58 A	19,75 A	28,83 A
100% ED	20,05 A	27,50 A	21,50 A	21,20 AB
Índice de Qualidade de Dickson				
100% AA	0,04 A	0,18 A	0,27 B	0,05 B
75% AA + 25%ED	0,07 A	0,18 A	0,20 B	0,09 B
50% AA + 50% ED	0,17 A	0,27 A	0,44 A	0,42 A
25% AA + 75% ED	0,08 A	0,17 A	0,32 AB	0,41 A
100% ED	0,06 A	0,16 A	0,28 AB	0,20 B

Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O diâmetro do caule de mudas de pinhão-manso em função de doses de lodo de esgoto doméstico com base no teor do N total. Resultados semelhantes foram observados por Bezerra *et al.* (2005), com o aumento das doses de lodo de esgoto sobre o diâmetro do caule do algodoeiro colorido (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch).

Com relação a variável comprimento da raiz as médias do comprimento da raiz não apresentaram diferenças durante todos os 90 DAS, estes resultados vão de acordo com Sousa (2014) que não verificou diferença significativa para o comprimento da raiz para angico, sabiá, tamarindo, jucá e mulungú avaliando a produção de mudas de essências florestais irrigadas com água de abastecimento, rejeito salino e efluente da piscicultura.

Aos 120 DAS as mudas irrigadas com 25%AA + 75% do efluente doméstico obteve maior média e destacou-se das demais.

Para o Índice de Qualidade de Dickson, até os 60 dias, as águas proporcionaram o mesmo comportamento. Aos 90 dias as mudas irrigadas com 50%AA + 50%ED obteve maiores médias e as restantes apresentara médias menores. Após 120 dias as águas 50%AA + 50%ED e 25%AA+75%ED proporcionaram as maiores médias, não diferindo entre si.

Correlações significativas foram encontradas entre os Índice de qualidade de Dickson (IQD) e variáveis altura, haste diâmetro da base e dias após a emergência, indicando um resultado satisfatório devido ao fato de que a avaliação dessas variáveis tem uma natureza não destrutiva e, portanto, facilita e possibilita a experimentação em viveiros florestais. Ao estudar a qualidade de mudas em *Trema micrantha* (L.) Blume, Fonseca *et al.* (2002) relataram que IQD é altamente correlacionado com todos os parâmetros morfológicos, concordando com resultados neste estudo.

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) é considerado um dos índices mais completos para avaliação da qualidade de mudas florestais, pois inclui em seu cálculo as relações entre os parâmetros morfológicos altura, diâmetro, peso da matéria seca aérea e peso da matéria seca radicular, além da biomassa total (ABREU *et al.*, 2019).

No entendimento de José *et al.* (2005), quanto maior seu valor, maior é o grau de qualidade da muda, dentro daquele lote. Para o IQD representa um bom informativo no que diz respeito à qualidade das mudas, visto que em seu cálculo se leva em conta a robustez e, também, o equilíbrio na distribuição da biomassa nas mudas (VIEIRA; WEBER, 2017).

4.6 MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA, MATÉRIA SECA DE RAIZ E DA MATÉRIA SECA TOTAL

Para matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz e matéria seca total (tabela 9), o comportamento das diferentes águas residuárias em todas as épocas de avaliação foi exatamente o mesmo para estas três características. Aos 30, 60 dias, as águas não proporcionaram diferenças. Aos 90 dias, as águas 50%A+50%ED apresentou as maiores médias nas três características avaliadas diferenciando com mais demais. Aos 120 dias as mudas irrigadas com 25%AA + 75%ED apresentaram maiores medias de MSPA e as mudas irrigadas com 50%AA + 50%ED apresentaram maiores medias de MSR e estas duas águas foram mais que apresentaram maiores médias quando comparadas a MST se destacando das demais.

A concentração de nitrogênio nas águas contendo maior concentração de efluente doméstico tratado é fundamental para o acúmulo de matéria seca, indicando que a disponibilidade N nestes tratamentos influencia positivamente as mudas de angico.

De acordo com Gomes (2001), o peso da massa seca das raízes é considerado por vários pesquisadores como um dos melhores indicadores da capacidade de sobrevivência e de crescimento inicial das mudas no campo.

Tabela 9. Médias dos dados de matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR) e matéria seca total (MST) de plantas de angico, avaliadas em diferentes diluições com águas residuárias, em quatro épocas de avaliação.

Matéria seca da parte aérea (g)				
Águas residuárias	Épocas de avaliação (dias)			
	30	60	90	120
100% AA	0,16 A	0,49 A	0,96 BC	0,25 C
75% AA + 25%ED	0,28 A	0,46 A	0,39 C	1,35 B
50% AA + 50% ED	0,51 A	1,29 A	2,17 A	1,48 B
25% AA + 75% ED	0,11 A	0,77 A	1,38 AB	3,38 A
100% ED	0,25 A	0,65 A	1,20 ABC	1,98 B
Matéria seca de raiz (g)				
100% AA	0,18 A	0,69 A	1,30 BC	0,15 C
75% AA + 25%ED	0,23 A	0,62 A	0,72 C	0,54 C
50% AA + 50% ED	0,56 A	1,08 A	2,17 A	2,56 A
25% AA + 75% ED	0,24 A	0,69 A	1,47 AB	1,62 B
100% ED	0,23 A	0,70 A	1,53 AB	0,54 C
Matéria seca total (g)				
100% AA	0,34 A	1,18 A	2,25BC	0,39 C
75% AA + 25%ED	0,51 A	1,08 A	1,11 C	1,88 BC
50% AA + 50% ED	1,07 A	2,37 A	4,33 A	4,04 A
25% AA + 75% ED	0,35 A	1,46 A	2,85 AB	5,00 A
100% ED	0,48 A	1,35 A	2,73 B	2,51 B

Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Resultados obtidos foram obtidos por Rebouças *et al.* (2010) em estudo com feijão caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado, observando-se efeito positivo para a biomassa total, da parte aérea e da raiz. Da mesma forma, Augusto (2007) encontrou melhores produções de matéria seca com a fertirrigação de mudas de *Eucalyptus grandis*, utilizando águas residuárias.

4.7 NÚMERO DE FOLHAS, RELAÇÃO ALTURA DA PLANTA E DIÂMETRO DO COLO E RELAÇÃO PARTE AÉREA E RAIZ

Na Tabela 10, estão apresentados os resultados das médias referentes a número de folha da planta, relação altura da planta e diâmetro do colo e a relação da matéria seca da parte aérea e raiz ao longo do tempo.

Para o número de folhas as mudas irrigadas com 50%AA + 50%ED apresentaram as maiores médias durante as quatro avaliações ao longo do tempo e somente aos 120 dias as mudas irrigadas com 25%AA + 75%ED e 50%AA + 50%ED não apresentaram diferença entre tendo médias superior que as demais águas de irrigação.

Estes resultado estão de acordo com Lucena *et al.*, (2007) em um estudo da influência da natureza do substrato e da água de irrigação no crescimento de mudas de flamboyant (*Delonix regia*) observaram que o tipo de água interferiu significativamente no número de folhas apresentado por planta, onde os tratamentos irrigados com água residuária apresentaram valores superiores aos encontrados naqueles irrigados com água de abastecimento. Provavelmente este aumento está relacionado à presença de maior quantidade de nutrientes contidos na água residuária, a disposição das plantas, quando comparada com a água de abastecimento.

Para a relação altura das plantas e diâmetro do coleto as diferentes águas de irrigação não apresentaram diferenças significativas da fase inicial até aos 90 dias. Aos 120 dias, a água (75% AA + 25% ED) proporcionou as maiores médias. As demais águas proporcionaram as menores médias, não diferindo entre si.

Recomenda-se que a relação H/D, em qualquer fase do período de produção, deve situar-se entre os limites de 5,4 até 8,1. Aceitando-se esses valores como os que representam equilibrado desenvolvimento, observamos que para a variável diâmetro do colo, todas as médias a partir dos 60 dias após o plantio, independentemente do tratamento, estavam dentro do limite proposto.

Destacando a importância do diâmetro do coleto em mudas, Sturion e Antunes (2000) relatam que a avaliação das variáveis altura e diâmetro do caule das plantas são utilizados para averiguar a qualidade das mudas, pois reflete o acúmulo de reservas e assegura maior resistência e fixação no solo.

A relação matéria seca da parte aérea e relação matéria seca raiz, só proporcionaram diferenças em função do tempo aos 120 dias, sendo a água 75%AA + 25%ED proporcionou valor superior às demais águas, as demais não diferiram entre si apresentando médias menores.

Tabela 10 - Médias dos dados de número de folhas (NF), relação altura da planta e diâmetro do colo (RAPDC) e relação parte aérea e raiz (RPAR) de plantas de angico, avaliadas em diferentes diluições com águas residuárias, em quatro épocas de avaliação.

Águas residuárias	Número de folhas			
	Épocas de avaliação (dias)			
	30	60	90	120
100% AA	3,00 AB	4,50 C	6,25 AB	2,50 B
75% AA + 25%ED	3,50 AB	6,00 BC	5,25 B	3,25 B
50% AA + 50% ED	5,75 A	9,50 A	9,50 A	8,50 A
25% AA + 75% ED	2,25 B	8,25 AB	8,00 AB	7,00 A
100% ED	3,75 AB	7,00 ABC	8,00 AB	5,75 AB
Águas residuárias	Relação altura da planta e diâmetro do colo			
100% AA	7,59 A	6,46 A	6,58 A	5,43 B
75% AA + 25%ED	6,26 A	5,41 A	4,95 A	10,88 A
50% AA + 50% ED	5,17 A	7,12 A	7,92 A	8,00 AB
25% AA + 75% ED	4,40 A	7,49 A	7,45 A	9,61 AB
100% ED	7,31 A	7,75 A	7,22 A	7,94 AB
Águas residuárias	Relação matéria seca da parte aérea e matéria seca raiz			
100% AA	0,87 A	0,66 A	0,59 A	2,79 AB
75% AA + 25%ED	1,03 A	0,77 A	0,71 A	5,36 A
50% AA + 50% ED	0,78 A	1,00 A	0,71 A	1,54 B
25% AA + 75% ED	0,48 A	1,20 A	0,82 A	2,34 B
100% ED	1,00 A	0,92 A	0,88 A	3,64 AB

Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Esta característica é um índice considerado eficiente e seguro para expressar o padrão de qualidade das mudas, pois reflete o comportamento da planta nas condições a que estão submetidas, indicando o quanto estes fatores estão influenciando o crescimento das mudas.

No entanto, as mudas correspondentes apresentaram médias superior a 2,0 aos 120 dias. Somente a água 50%AA+50%ED teve média inferior a 2,0, considerada a melhor relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca de raiz; conforme Fonseca *et al.* (2006), a relação mínima determinada nesta pesquisa não se ajusta.

Carneiro (1995) aponta que o quociente obtido pela divisão da altura da parte aérea pelo peso de matéria seca da parte aérea não é comumente usado como índice para avaliar o padrão de qualidade de mudas, mas pode ser de grande valia se utilizado principalmente para prever o potencial de sobrevivência da muda no campo. Quanto menor for esse índice, mais lenhificada será a muda e maior deverá ser sua capacidade de sobrevivência no campo.

Todavia, não se pode atribuir esse maior desenvolvimento do sistema radicular à maior quantidade de matéria orgânica presente na água residuária, visto que o fator águas se comportou estatisticamente semelhante até os 90 dias.

4.8 ALTURA DA PLANTA, DIÂMETRO DO COLO, COMPRIMENTO DE RAIZ E ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON

Na Tabela 11, estão apresentados os resultados das médias referentes altura da planta diâmetro do colo e índice de qualidade de Dickson avaliadas em diferentes tipos de substrato em quatro épocas de avaliação.

Para a altura de plantas as mudas produzidas com os dois tipos de substrato não apresentaram diferenças quando comparadas as médias aos 30 dias. Porém, depois deste período as mudas produzidas com solo + fibra de coco obteve maiores médias do que as produzidas com esterco bovino + solo.

Tabela 11. Médias dos dados de altura da planta (AP), diâmetro do colo (DC), comprimento de raiz (CR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de plantas de angico, avaliadas em diferentes tipos de substrato em quatro épocas de avaliação.

		Altura da planta (cm)			
		Épocas de avaliação (dias)			
Tipos de substratos		30	60	90	120
Esterco + solo		6,75 A	9,68 B	9,29 B	9,21 B
Solo + fibra		10,16 A	18,35 A	23,75 A	21,55 A
Tipos de substratos		Diâmetro do colo (mm)			
Esterco + solo		1,23 B	1,86 A	1,93 B	1,40 B
Solo + fibra		1,63 A	2,17 A	2,66 A	2,16 A
Tipos de substratos		Comprimento de raiz (cm)			
Esterco + solo		12,60 B	17,41 B	11,65 B	16,74 B
Solo + fibra		25,61 A	28,55 A	25,04 A	25,70 A
Tipos de substratos		Índice de Qualidade de Dickson			
Esterco + solo		0,05 A	0,16 A	0,12 B	0,11 B
Solo + fibra		0,11 A	0,22 A	0,48 A	0,36 A

Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Estes resultados obtidos na tabela 9 não vão de acordo com Kratka e Correia (2015) em seu estudo que avaliou o crescimento de *Myracrodruonur undeuva* Alemão em substratos preparados com lodo de esgoto, composto orgânico e esterco bovino, onde os substratos com esterco bovino apresentam excelentes resultados. Isso ocorre devido ao suprimento de nutrientes que esse componente fornece as mudas, bem como a melhoria da fertilidade do solo e aeração, além do fornecimento de água (CARVALHO *et al.*, 2003).

Bernardino *et al.* (2005) em estudo com produção de mudas de angico com substrato de talossolo distrófico em diferentes saturações por bases, observaram altura que variaram de 19,80 a 47,55 cm. Resultados que colocam as medias de fibra de coco + solo dentro desse intervalo.

Os resultados de altura das plantas neste experimento, independentemente do tipo de substrato vão de acordo com os contatados por Chaves, Carneiro e Barroso (2006) avaliando o crescimento de mudas de angico vermelho produzidas em substrato fertilizado, constituído de resíduos agro-industriais. Os autores verificaram medias de 4,27 a 29,19 cm.

A explicação para alternância e comportamento do substrato em relação ao comportamento das variáveis no decorrer do experimento está ligada ao vigor das sementes.

Para diâmetro do colo, apenas não houve diferença entre os substratos até os 60 dias. Porem nos restantes períodos de avaliação o substrato Solo + fibra de coco proporcionou diâmetro do colo superior ao solo + esterco bovino. O diâmetro das mudas nativas tem grande importância porque ela dita a sobrevivência das plantas no campo definitivo.

De acordo com Carneiro (1995), as mudas devem apresentar diâmetro de colo maior visando ao melhor equilíbrio do crescimento da parte aérea.

No comprimento da raiz o substrato composto por fibra de coco + solo apresentou resultados maiores e diferentes do esterco bovino + solo durante todas as fases de avaliação. A porosidade do substrato é muito importante para o desenvolvimento da raiz e o substrato com fibra de coco foi que mais promoveu o cumprimento da raiz.

Além disso, esses materiais ampliam os teores de matéria orgânica e a capacidade de armazenamento de água, resultando em maior disponibilidade destes às plantas (Souto *et al.*, 2005), bem como aeração do substrato, promovendo o equilíbrio dinâmico do sistema água – solo – planta-atmosfera (CUNHA *et al.*, 2012).

Para o IQD os dois substratos não apresentaram diferenças significativas aos 30 e 60 dias. Após esse período as mudas produzidas com o substrato fibra de coco + solo apresentou maiores médias aos 90 e 120 dias.

Considerando o critério de Hunt (1990), os IQD menores que 0,20 indicam mudas não consideradas com boa qualidade final para ir para o campo e quanto maior o valor de IQD, maior também a qualidade da muda. Neste caso podemos considerar as mudas produzidas

com substrato fibra de coco + solo de boa qualidade pois foi qual apresentou médias superiores a 0,20.

4.9 MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA, MATÉRIA SECA DE RAIZ E MATÉRIA SECA TOTAL

Para a matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz e total os substratos apresentaram comportaram-se semelhantemente em todas as três características. Onde as médias não deferiram entre si somente aos 30 dias. Nos períodos seguintes as mudas produzidas com o substrato solo + fibra obteve médias superiores nos 60, 90 e 120 dias.

Tabela 12 - Médias dos dados de matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR) e matéria seca total (MST) de plantas de angico, avaliadas em diferentes tipos de substrato em quatro épocas de avaliação

Tipos de substratos	Matéria seca da parte aérea			
	Épocas de avaliação (dias)			
	30	60	90	120
Esterco + solo	0,10 A	0,36 B	0,24 B	0,92 B
Solo + fibra	0,42 A	1,10 A	2,20 A	2,45 A
Tipos de substratos	Matéria seca de raiz			
Esterco + solo	0,20 A	0,54 B	0,39 B	0,30 B
Solo + fibra	0,38 A	0,97 A	2,48 A	1,86 A
Tipos de substratos	Matéria seca total			
Esterco + solo	0,30 A	0,90 B	0,63 B	1,22 B
Solo + fibra	0,80 A	2,07 A	4,68 A	4,31 A

Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

De acordo com Silva *et al.* (2012), os substratos que promovem maior qualidade no sistema radicular são aqueles com maior porosidade total, visto serem responsáveis por mudas com maior matéria seca de parte aérea e radicular, proporcionando uma melhor retenção e aproveitamento de água e nutrientes, facilitando o metabolismo e os processos fotossintéticos. Em contrapartida, a matéria seca do caule proporciona melhores chances de sobrevivência das mudas em condições de campo (VIEIRA; WEBER, 2015).

4.10 NÚMERO DE FOLHAS, RELAÇÃO ALTURA DA PLANTA E DIÂMETRO DO COLO E RELAÇÃO PARTE AÉREA E RAIZ

Em relação ao número de folhas as mudas produzidas com substrato solo + fibra de coco apresentou diferenças significativa ao longo das quatro épocas de avaliação. De acordo com José *et al.* (2005) a importância dessa variável na formação de mudas de alta qualidade, pois a quantidade de folhas reflete diretamente em superfície foliar, aumentando a eficiência fotossintética e evapotranspiração.

Com isso e levando em conta os resultados das tabelas anteriores podemos afirmar que o substrato composto por solo + fibra de coco por proporcionar que as plantas se desenvolvam facilmente ela estimula o aumento do número de folhas que ajudam no aumento do diâmetro do coleto, cumprimento da raiz e altura da planta.

Tabela 13- Médias dos dados de número de folhas (NF), relação altura da planta e diâmetro do colo (RAPDC) e relação parte aérea e raiz (RPAR) de plantas de angico, avaliadas em diferentes tipos de substrato em quatro épocas de avaliação.

Tipos de substratos	Número de folhas			
	Épocas de avaliação (dias)			
	30	60	90	120
Esterco + solo	2,40 B	5,40 B	4,40 B	3,80 B
Solo + fibra	4,90 A	8,70 A	10,40 A	7,00 A
Tipos de substratos	Relação altura da planta e diâmetro do colo			
Esterco + solo	5,75 A	5,31 B	5,03 B	6,47 B
Solo + fibra	6,53 A	8,38 A	8,62 A	10,27 A
Tipos de substratos	Relação parte aérea e raiz			
Esterco + solo	0,55 A	0,67 A	0,62 A	3,46 A
Solo + fibra	1,12 A	1,15 A	0,87 A	2,81 A

Em cada característica, e em cada grupo de tratamentos, médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A relação entre a altura e diâmetro do colo os substratos não apresentaram diferença quando avaliados 30 DAS. Porém aos 60, 90 e 120 dias os substratos apresentaram diferenças significativas onde a fibra de coco + solo obteve melhores médias.

A altura das mudas e diâmetro do colo são parâmetros importantes, os quais não devem ser avaliados isoladamente para diagnosticar a qualidade das mudas (GOMES; PAIVA, 2004).

Carneiro (1995) conjuga estes dois parâmetros em um só índice (H/D) para exprimir o equilíbrio de crescimento das mudas.

As médias máximas deste estudo vão de acordo com encontrado por Simões et al. (2012) estudando mudas de *Eucalyptus grandis* Hill produzidas em diferentes substratos que variou de 9,39 a 12,13 cm.

Não houve diferença significativa para a relação parte aérea e raiz as médias se mantiveram com o mesmo comportamento durante os 120 dias quando produzidas com os dois substratos.

Essa boa relação entre MSPA e a MSR pode ser explicado pelo fato de que o substrato, permitindo maior aeração do solo e manutenção da umidade, permitindo condições favoráveis para que as mudas de angicos absorvessem os nutrientes do solo e a umidade, fazendo-se da particularidade ecológica da espécie em crescer de forma rápida.

5 CONCLUSÃO

As mudas fertirrigadas com solução nutritiva contendo 50% efluente de esgoto mais 50% águas de abastecimento apresentaram melhores resultados quando produzidas com o substrato composto por solo e fibra de coco (70 e 30%).

O substrato composto por solo e fibra de coco é o mais indicado para a produção de mudas de angico pois promoveu maior crescimento e desenvolvimento.

As mudas apresentaram-se como de boa qualidade. No entanto as plantas que foram cultivadas com 50% e 75% de água residuária mostraram-se com maior qualidade nos 120 dias após de cultivo;

6 REFERÊNCIAS

- ABD-ELWAHED, MS. **Effect of long-term wastewater irrigation on the quality of alluvial soil for agricultural sustainability**. Annals of Agricultural Sciences. 2019.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR (13.969/97)
- ABREU, A. H. M.; LELES, P. S. S.; MELO, L. A.; FERREIRA, D. H. A. A.; MONTEIRO, F. A. S. **Produção de mudas e crescimento inicial em campo de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em diferentes recipientes**. Revista Floresta, v. 45, n. 1, p. 141-150, 2015.
- ALMEIDA, J. P. N.; DA COSTA, L. R.; SAMPAIO, P. R. F.; DE AZEVEDO, J.; DA SILVA DIAS, N. **Utilização de esgoto doméstico tratado na produção de mudas de maracujazeiro amarelo**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró – RN, v. 7, n. 4, p. 69-75, 2012.
- ALVES, F. J. B.; FREIRE, A.L.O. **Crescimento inicial e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) produzidas em diferentes substratos**. Revista Agropecuária Científica no Semi-Árido, v. 13, n. 3, p.195-202. 2017.
- AMUDHA, J.; BALASUBRAMANI, G. **Recent molecular advances to combat abiotic stress tolerance in crop plants**. Biotechnology and Molecular Biology Review, Washington, v. 6, n. 2, p. 31-58. 2011.
- ANA - Agência Nacional Das Águas - Atlas Irrigação. **Uso da água na agricultura irrigada**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. 2017. Disponível em: <http://atlasirrigacao.ana.gov.br/>. Acesso em: 10 de março, 2021.
- ANDRADE, C., & BRITO, R. **Métodos de irrigação e quimigação**. Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E). 2006.
- ANJOS, A. S. J. C.; NÓBREGA, R.S.A.; MOREIRA, F.M.; SILVA, J.J.; BRAULIO, C.S.; NÓBREGA, J.C.A. **Substratos alternativos no crescimento inicial de mudas de *Cassia grandis* L. f.** Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), 8: 115-124. 2018.
- APHA, A. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 19th ed. American Public Health Association, Washington, DC. 1998.
- ARTUR, A. G. et al. **Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 6, p. 843-850, 2007.
- AUGUSTO, D. C. C. et al. **Utilização de águas residuárias provenientes do tratamento biológico de esgotos domésticos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill. Ex. Maiden**. Revista Árvore, Viçosa, v. 31, n. 04, p. 8. 2007.
- AUGUSTO, L. G. S., GURGEL, I. G. D., CÂMARA NETO, H. F., MELO, C. H. & COSTA, A. M. **O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano**. Ciência & Saúde Coletiva, 17(6), 1511-1522. 2012.

ÁVILA, M. R.; BARIZÃO, D. A. O.; GOMES, E. P.; FEDRI, G.; ALBRECHT, L. P. **Cultivo de feijoeiro no outono/inverno associado à aplicação de bioestimulante e adubo foliar na presença e ausência de irrigação.** Scientia Agraria, Curitiba, v. 11, n. 3, p. 221-230. 2010.

BARROS, H.M.M.; VERIATO, M.K.L.; SOUZA, L.P.; CHICÓ, L.R.; BAROSI, K.X.L. **Reúso de água na agricultura.** Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável, V. 10, N. 5, P. 11-16. 2015.

BERNARDI, C. C. **Reuso de água para irrigação.** Dissertação. Universidade de Brasília. Brasília, Brasil, 63p. 2003.

BERNARDINO, D. C. S. PAIVA, H, N. NEVES, J. C. L. GOMES, J. M; MARQUES, V. B. **Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) brenan em resposta à saturação por bases do substrato.** Revista Árvore., v.29, n.6. 2005.

BEZERRA, L. J. D.; LIMA, V. L. A.; ANDRADE, A. R. S.; ALVES, V. W.; AZEVEDO, C. A. V.; GUERRA, H. O. C. **Análise de crescimento do algodão colorido sob os efeitos da aplicação de água residuária e biosólidos.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, Suplemento, p. 333-338, 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil.** Brasília-DF: ANA, (Cadernos de R. Hídricos, 2). 1 CD-ROM. 2007.

BRITO, R. F; NETO, M. F.; DIAS, N. da S.; LIRA, R. B. de; COSTA, J. P. N.; LIMA Y. B. de. **Uso de Águas Residuárias na Produção de Mudas de Caraíba.** IV INOVAGRI International Meeting. XXVI CONIRD- Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. IISBS - Simpósio Brasileiro de Salinidade. 2017.

CARMO FILHO, F. DO; OLIVEIRA, O.F. de. Mossoró: **um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico.** Mossoró: ESAM, 62p. 1995.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba: UFPR/FUPEF, 451p, 1995.

CARVALHO, J. L. S. F.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; BLANK, A. F.; RANGEL, M. S. A. **Produção de mudas de jatobá (*Hymenaeacourbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos.** Cerne, 9: 109-118. 2003.

CARVALHO, P. E. R. **Angico-Branco.** Embrapa Florestas-Circular Técnica (INFOTECA-E). 2002.

CHAVES, L. CARNEIRO, J. G. A. BARROSO, D. G. **Crescimento de mudas de *Andenathera macrocarpa* (Benth) Brenan (angico-vermelho) em substrato fertilizado e inoculado com rizóbio.** Revista Árvores, v. 30, n. 6, p. 911-919. 2006.

CIRILO, J. A. **Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido.** Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 61-82. 2008.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS CNRH (Brasil). Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005. **Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências.** Presidente: Marina Silva. Diário Oficial [da] União, Brasília, 09 mar. 2006.

COSTA, M. S., ALVES, S. M. C., FERREIRA NETO, M., BATISTA, R. O., COSTA, L. L. B. & OLIVEIRA, W. M. **Produção de mudas de Timbaúba sob diferentes concentrações de efluente doméstico tratado**. Revista Irriga, Edição Especial, 1(1), 408-422. 2012.

COSTA, M. S.; ALVES, S. M. C.; NETO, M. F.; BATISTA, R. O.; DA COSTA, L. L. B.; OLIVEIRA, W. M. **Produção de mudas de Timbaúba sob diferentes concentrações de efluente doméstico tratado**. Irriga, Botucatu, Edição Especial, v. 01, n. 01 p. 408 - 422, 2012.

COSTA, Z. V. B. **Uso de esgoto doméstico primário em um argissolo cultivado com Milho no assentamento Milagre**, Apodi-RN, UFERSA, 50p. Dissertação Mestrado. 2012.

CUBA, R.S., CARMO, J.R., SOUZA, C.F., BASTOS, R.G. **Potencial de efluente de esgoto doméstico tratado como fonte de água e nutrientes no cultivo hidropônico de alface**. Rev. Ambiente Água. 10, 574–586. 2015.

CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. **Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n.1, p.56–63, 2012.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. **Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries**. *Forestry Chronicle*, Canada, v. 36, n. 1, p. 11-13, 1960.

DOMINICAL, L. D. **Reúso agrícola em planta forrageira: impacto pela irrigação com efluente tratado de abatedouro no fluxo de gases e na solução de solo**. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) –Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2018.

DURIGON, R.; CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R.; PAVINATO, P.S. **Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.26, n.4, p.983-992, 2002.

FAO. **Global food losses and food waste: extent, causes and prevention**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 2011.

FERNANDES, G. W.; PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SCARIOT, A.; AGUIAR, L. M. S.; FERREIRA, G.; MACHADO, R.; FERREIRA, M. E.; DINIZ, S.; PINHEIRO, R. T.; COSTA, J. A. S.; DIRZO, R.; MUNIZ, F. **Cerrado: em busca de soluções sustentáveis**. Rio de Janeiro: Vozes, 2016.

FERNANDES, V. M. C. **Padrões para reúso de águas residuárias em ambientes urbanos**. II Simpósio Nacional sobre o Uso de Água na Agricultura, p. 17. 2006.

FERREIRA, D. C., SOUZA, J. A. R., BATISTA, R. O., CAMPOS, C. M. M., MATANGUE, M. T. A. & MOREIRA, D. A. **Nutrient inputs in soil cultivated with coffee crop fertigated with domestic sewage**. *Ami-Água*, Taubate, 6(3), 77-85. 2011.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. *Ciência e agrotecnologia*, v. 35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FIETZ, C. R. **Água, o recurso natural terceiro milênio**. Embrapa agropecuária oeste. 2006.

FIRME, P. F. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil. 2007.

FONSECA ÉP, VALÉRI SV, MIGLIORANZA É, FONSECA NAN, COUTO L. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento.** Revista Árvore. 2002.

FONSECA, C. A.; CRUZ, H. N. DE P.; GUERREIRO, C.R. A. **Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke).** Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 30, n.4, p. 537-546. 2006.

GASPAR, G., BEZERRA, F. M., & MOTA, F. S. **Citronella (*cymbopogon winterianus*) development irrigated with treated domestic wastewater and supply water.** *Brazilian Journal of Environmental Sciences (Online)*, 55(1), 145-157. 2020.

GOMES, A. D. V.; FREIRE, A.L.O. **Crescimento e qualidade de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* L.)** Em função do substrato e sombreamento. *Scientia Plena*, v. 15, n. 11, p. 1-9, 2019.

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais** (propagação sexuada). Viçosa: Editora UFV, 2006.

GOMES; J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P-K.** Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2001.

GUIMARÃES, A. S. et al. **Fontes e doses crescentes de adubos orgânicos e mineral no crescimento inicial de pinhão manso.** *Mens agitat, Boa Vista*, v. 4, n. 1, p. 17-22. 2009.

GUIMARÃES, D. P. & LANDAU, E. C. **Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil 2013.** *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 42 p. 2014.

HARUVY, N. **Agricultural reuse of wastewater: nation-wide cost benefit analysis.** *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.66, p.133-119. 1997.

HESPANHOL, I. **Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos.** In: MANCUSO, P. C. S. & SANTOS, H. F. (editores). *Reúso de água.* Barueri-SP: Manole, p.37-95, 2003.

HESPANHOL, I. **Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos.** *Estudos Avançados*, v.22, n.63, p.131-158, 2008.

HOPPE, J. M.; BRUN, E. J. **Produção de sementes e mudas florestais.** Santa Maria: UFSM Caderno didático, n. 1, p. 388. 2004.

HUNT, G. A. **Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings.** In: *Target Seedlings Symposium, Meeting of the Western Forest Nursery Associations, Roseburg. Proceedings...* Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service. p. 218-222. 1990.

IBGE. **Censo demográfico.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

JESUS, J., BORGES, M.T. **Salinização de solos em Portugal**, Rev. Ciência Elem., V8 (3):047. 2020.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. **Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita**. Cerne, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187-196. 2005.

KALAVROUZOTIS, I. K., ARAMBATZIS, C., KALFOUNTZOS, D. & VARNAVAS S. P. **Wastewater Reuse Planning in Agriculture: The Case of Aitolokarnania, Western Greece**. Water, 3(4), 988-1004. 2011.

KIEHL, E. J. **Novos Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: 1ª edição do autor. 2010.

KOURAA, A., FETHI, F., FAHDE, A., LAHLOU, A., & OUZZANI, N. **Reuse of urban wastewater treated by a combined stabilisation pond system in Benslimane (Morocco)**. Urban water, 4(4), 373-378. 2002

KRATKA, P. C.; CORREIA, C. R. M. A. **Crescimento inicial de aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) em diferentes substratos**. Revista Árvore, 39: 551-559. 2015.

LACERDA REBOUÇAS, J. R. et al. **Qualidade de mudas de sabiá irrigadas com efluente doméstico**. FLORESTA, [S.l.], v. 48, n. 2, p. 173-182, ISSN 1982-4688. 2018.

LEMO, M. **Sistema modular para tratamento de esgoto doméstico em assentamento rural e reuso para produção de girassol ornamental**. Mossoró: UFERSA. 172p. Dissertação de Mestrado. 2011.

LÉON S. G.; CAVALINNI, J. M. **Tratamento e uso de águas residuárias**. Campinas Grande: UFPB. 110p. 1999.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C.; SILVA, M. R. D. **Nutrição mineral de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e substratos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.31 n.4, p.713-722, 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras Nova Odessa: Plantarum**, 352p. 1992.

LUCENA, A. M. A; CARVALLO, H. O; GUERRA, L. H. G; CHAVES, F. X. C. **Influência da natureza do substrato e da água de irrigação no crescimento de mudas de Flamboyant (*Delonix Regia*)**. Revista Caatinga, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 112-120. 2007.

MARTINS, S.V. **Recuperação de Áreas Degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. Aprenda Fácil, Minas Gerais. 270p. 2009.

MEIRELES, F.; CÉSPEDES, G.; EGEA-ELSAN, J.; SPICHIGER, R. **Estudios fitosociológicos en el Gran Chaco: estructura, composición florística y variabilidad del bosque de *Schinopsis balansae* en el chaco húmedo boreal, Paraguay**. Bonplandia, v. 29, n. 1, p. 39-56, 2020.

MELI, S. M. PORTO, A. BELLIGNO, S.A. BUFO, A. MAZZATURA, A. **Scopa Influence of irrigation with lagooned urban wastewater on chemical and microbiological soil**

parameters in a citrus orchard under Mediterranean condition *Sci. Total Environ.*, 285, pp. 69-77. 2002.

MONTE, B. R., PEREIRA, J. R. & BARRANCO, J. F. A. **A Agricultura Irrigada na Região Do Semiárido Legal Mineiro: Um Estudo Sobre os Avanços e impactos Ambientais.** *Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo*, 4(6), 222-248. 2019.

MONTES, B. C. R., VICTORIA, R. L., RAVAGNANI, E. C. & BARUFADI, R. O. **Indicadores eco-fisiológicos da qualidade de um solo irrigado com esgoto tratado.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9 (suplemento), 138-142. 2005.

MORUGÁN-CORONADO, A., GARCÍA-ORENES, F., MATAIX-SOLERA, J., ARCENEGUI, V., MATAIX-BENEYTO, J. **Short-term effects of treated wastewater irrigation on Mediterranean calcareous soil.** *Soil and Tillage Research*, 112(1), 18-26. 2011.

MUNNS, R; TESTER, M. **Mechanism of salinity tolerance.** *Annual review of Plant Biology*, v. 59, n. 4, p. 651-681. 2008.

NOGUEIRA, S. F., CARMO, J. B., MONTES, C. R., VICTORIA, R. L., RAVAGNANI, E. C. & BARUFADI, R. O. **Indicadores eco-fisiológicos da qualidade de um solo irrigado com esgoto tratado.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9(suplemento), 138-142. 2005

NOVAES, A. P.; LOPES, W. T. **Avaliação físico-química de efluente gerado em biodigestor anaeróbio para fins de avaliação de eficiência e aplicação como fertilizante agrícola.** Artigo. Embrapa Instrumentação agrícola. 2012.

NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds). **Fertilidade do solo.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.

OLIVEIRA, J. F.; ALVES, S.; BATISTA, R. O.; COSTA, M. S., QUEIROZ, J. L.; LIMA, V. I. **Avaliação de mudas de sabiá e mororó fertirrigadas com esgoto doméstico tratado.** *Revista Agropecuária científica no semiárido, Campina Grande*, V. 9, n. 4, p. 46 - 52, p. 46-52, 2012.

OLIVEIRA, R.B.; LIMA, J.S.S.; SOUZA, C.A.M.; SILVA, S.A. & MARTINS FILHO, S. **Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo.** *Ciência e Agrotecnologia* 32: 122-128. 2008.

PEREIRA, A.M., QUEIROGA, R.C.F., SILVA, G.D., NASCIMENTO, M.G.R. & ANDRADE, S.E.O. **Germinação e crescimento inicial de meloeiro submetido ao osmocondicionamento da semente com NaCl e níveis de salinidade da água.** *Revista Verde* 7:205-211, 2012.

PEREIRA, M. O.; NAVROSKI, M. C.; HOFFMANN, P. M.; GRABIAS, J.; BLUM, C. T.; NOGUEIRA, A. C.; ROSA, D. P. **Qualidade de sementes e mudas de *Cedrela fissilis* Vell. em função da biometria de frutos e sementes em diferentes procedências.** *Revista de Ciências Agro veterinárias, Lages*, v.16, n.4, p.376-385. 2017.

PILON, N. L.; DURIGAN, G. **Critérios para indicação de espécies prioritárias para restauração da vegetação de cerrado**. Scientia Forestalis, 41: 389-399. 2013.

PORTO-GONÇALVES, C. **Os porquês da desordem mundial: o desafio ambiental**. Rio de Janeiro: Ed. Record. 2004.

PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. **Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (ed.) Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTsal, Cap.10, p.147-164. 2010.

PROLAGOS. Estação de tratamento de Água de Reúso (ETAR). Disponível em: <<https://www.prolagos.com.br/esgotamento-sanitário/>>. Acesso em: março. 2021.

RANIERE, B. L., MIGUEL, F. N., MEDEIROS, J. F., NILDO DA, S. D., BRITO, R. F., & OLIVEIRA, L. **Chemical attributes of cambisol fertirrigated with sewage effluent**. Revista brasileira de agricultura irrigada, 11(6), 1845-1853. 2017.

REBOUÇAS, J. R. L.; DIAS, N. D. S.; GONZAGA, M. D. S.; GHEYI, H. R.; SOUSA NETO, O. D. **Crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado**. Revista Caatinga, Mossoró, v. 23, n.1, p.97-102, 2010.

RIBAS, T. B. C.; FORTES NETO, P. **Disposição no solo de efluentes de esgoto tratado visando à redução de coliformes termotolerantes**. Revista Ambiente & Água, v. 3, n. 3, p. 81-94, 2008.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVARER, V.H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.

ROSA, M.F; SANTOS, F.J.S.; MONTENEGRO, A.A.T.; ABREU, F.A.P.; CORREIA, D; ARAUJO, F.B.S.; NORÔES, E.R.V. **Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria, 2002.

SANTOS, A. Da S; RODRIGUES, M. H. B. S; SILVA, G. V; GOMES, F. A. L; SILVA, J. N. D; CARTAXO, P. H. DE A. **Importância do reúso de água para irrigação no Semiárido**, OPEN JOURNAL SYSTEMS. 2020.

SANTOS, T. E. D., DA SILVA, B. O. T., BRUNO DE OLIVEIRA, D. I. A. S., & DA SILVA, P. L. F. **Avaliação do desenvolvimento de mudas de angico-Anadenanthera peregrina (L.) E AS potencialidades de uso**.

SARAIVA, V. M. & KONIG, A. **Produtividade do Capim-Elefante-Roxo Irrigado com Efluente Doméstico Tratado no Semiárido Potiguar e suas Utilidades**. Holos, 2013.

SCHORN, L. A.; FORMENTO, S. Silvicultura I: **Produção de mudas florestas**. Blumenau: Universidade Regional de Blumenau, Centro de Ciências Tecnológicas, Departamento de Engenharia Florestal. 2003.

SHAW D.J. World Food Summit, 1996. In: **World Food Security**. Palgrave Macmillan, London. 2007.

- SILVA, A. L. et al. **Influência de diferentes substratos no crescimento inicial de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms (Fabaceae)**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 8, n. 4, p. 22-27, 2013.
- SILVA, M. M. P., OLIVEIRA, L. A., DINIZ, C. & CEBALLOS, B. S. O. **Educação Ambiental para o uso sustentável de água de cisternas em comunidades rurais da Paraíba**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, volume Especial (1), 122-139. 2006
- SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D.; SILVA, M. R. **Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus Urophylla* x *E. grandis* em função do substrato**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 116: 297-302. 2012.
- SILVA, V. F.; SOUSA, J. T.; VIEIRA, F. V.; SANTOS, K. D. **Tratamento anaeróbio de esgoto doméstico para fertirrigação**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, p.186- 190. 2005.
- SILVEIRA EB; RODRIGUES VJLB; GOMES AMA; MARIANO RLR; MESQUITA JCP. **Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro**. Horticultura Brasileira.20, p.211-216, 2002.
- SIMÕES, K. D. S.; PEIXOTO, M. F. S. P.; ALMEIDA, A. T., LEDO, C. A. D. S.; PEIXOTO, C. P.; PEREIRA, F. A. D. C. **Água residuária de esgoto doméstico tratado na atividade microbiana do solo e crescimento da mamoneira**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 17, n.5, p.518-523, 2013.
- SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; ARAÚJO, G. T.; SOUTO, L. S. **Decomposição de esterco disposto em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 29: 125-130. 2005.
- SOUZA P. B, SOUZA A. L, COSTA W. S, PELOSO R. V. D, LANA J. M. **Floristic and diversity of tree species and shrub under a stand of *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. *Cerne*; 18(3): 413-421. 2012.**
- SOUZA, A. C. M. **Manejo integrado do rejeito da dessalinização da água salobra na agricultura**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Manejo do Solo e Água. Universidade Federal Rural do Semiárido. 59p. 2014
- STURION, J. A., & ANTUNES, J. B. M. **Produção de mudas de espécies florestais**. Embrapa Florestas-Capítulo em livro científico (ALICE). 2000.
- TOSSETO, M. S. **Tratamento terciário de esgoto sanitário para fins de reuso urbano - Campinas: Unicamp, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, arquitetura e urbanismo), Unicamp. 2005**
- VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S. **Avaliação de substratos na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King)**. Revista Uniara1, 8: 153-166. 2015.
- VIEIRA, C., WEBER O. **Saturação por bases no crescimento e na nutrição de mudas de ipê-amarelo**. Floresta e Ambiente, v. 24, n. 1, p. 02-10. 2017.
- WESTERHOFF, G.P. **Un update of research needs for water reuse**. In: Water reuse symposium, 3., San Diego, California. 1984

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION, **Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards** Of a WHO meeting of experts, Technical report series N° 517, Geneva, 1973