



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA

JORGE LUIS FABRICIO DE QUEIROZ

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAJARANA SUBMETIDAS A NÍVEIS DE EFLUENTE
DOMÉSTICO TRATADO E MANEJOS DE AIB**

MOSSORÓ/RN

2017

JORGE LUIS FABRICIO DE QUEIROZ

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAJARANA SUBMETIDAS A NÍVEIS DE EFLUENTE
DOMÉSTICO TRATADO E MANEJOS DE AIB**

Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

Orientador: Miguel Ferreira Neto, D. Sc.

MOSSORÓ/RN

2017

©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.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Q3p QUEIROZ, JORGE LUIS FABRICIO DE.
PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAJARANA SUBMETIDAS A
NÍVEIS DE EFLUENTE DOMÉSTICO TRATADO E MANEJOS DE
AIB / JORGE LUIS FABRICIO DE QUEIROZ. - 2017.
58 f. : il.

Orientador: MIGUEL FERREIRA NETO.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-Árido, Programa de Pós-graduação em
Manejo de Solo e Água, 2017.

1. efluente doméstico tratado. 2. AIB. 3.
Spondias spp. 4. manejo de solo e água. I.
FERREIRA NETO, MIGUEL, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

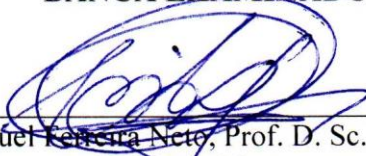
JORGE LUIS FABRICIO DE QUEIROZ

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAJARANA SUBMETIDAS A NÍVEIS DE EFLUENTE
DOMÉSTICO TRATADO E MANEJOS DE AIB**

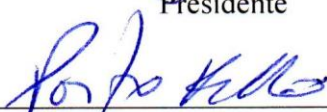
Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

Aprovada em: 30/07/2017.

BANCA EXAMINADORA



Miguel Ferreira Neto, Prof. D. Sc. (UFERSA)
Presidente



Francisco de Queiroz Porto Filho, Prof. D.Sc. (UFERSA)
Membro Examinador



Raimundo Fernandes de Brito, Eng. Agr. D.Sc. (EMATER/RN)
Membro Examinador

Com muito carinho, a minha esposa Nadja Cristina Pontes de Queiroz e minha filhas, Clara Liz Pontes de Queiroz, Carolina Luz Pontes de Queiroz e Maria Luiza Lima de Queiroz pelo amor, carinho e por serem motivação para esse trabalho.

Aos meus pais, Francisco Assis de Queiroz e Maria Dolores Fabricio Queiroz e familiares pelo apoio, incentivo e ensinamentos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus.

A minha mãe, Maria Dolores Fabricio de Queiroz, pela cumplicidade em todos os momentos e pelo incentivo.

A minha esposa, Nadja Cristina Pontes de Queiroz, por cada gesto de carinho, companheirismo e pela ajuda nos momentos mais cansativos.

Minhas filhas, Clara Liz Pontes de Queiroz, Carolina Luz Pontes de Queiroz, Maria Luíza Pontes de Queiroz e meus sobrinhos, Fernanda, Lara, Artur, André Hugo e Maria Geovânia por existirem e serem fonte de carinho.

Ao meu pai, Francisco Assis de Queiroz e irmãos, Lander Fabricio de Queiroz, Lanusa Cristine Fabricio de Queiroz e Larisa Cibelle Fabricio de Queiroz por estarem presentes em toda minha existência.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, ao **Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água** pela oportunidade, experiência repassada e pelos ensinamentos prestados me tornando um profissional cada vez mais aberto e visionário.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores do **Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água** pela capacitação e ensinamentos prestados.

Ao professor **Miguel Ferreira Neto**, por ser espelho, pela orientação, pelas colocações, ensinamentos, mas principalmente pelo voto de confiança.

Ao conselheiro **Francisco de Queiroz Porto Filho**, por mostrar e fazer entender o verdadeiro significado de profissionalismo e comprometimento com a profissão Engenharia Agrônômica e **José Francismar de Medeiros** pelas contribuições dadas a este trabalho.

A **Francisco Gonçalo Filho, Jefferson Mateus Alves Pereira dos Santos, Manoel Simões de Azevedo Júnior, Pollyana Mona Soares Dias e Yuri Bezerra de Lima** pelos auxílios no desenvolvimento desse trabalho.

Aos amigos e colegas da pós-graduação, **Artenio Cabral Barreto, Arthur Allan Sena de Oliveira, Diógenes Henrique Abrantes Sarmento, Francisco Vanies da Silva Sá, Jonatan Levi Ferreira de Medeiros, Joseane Dunga da Costa, Josué Sizenando Neto e Marcio Gleybson da Silva Bezerra**, pela nova e verdadeira amizade.

A todos aqueles que estiveram presentes e colaboraram direta ou diretamente, de alguma forma para o cumprimento desta etapa da minha vida, um grande abraço.

Existe um ditado que diz: “Quem planta tâmaras não colhe tâmaras”. Isso porque as tamareiras levam de 80 à 90 anos para darem os primeiros frutos. Certa vez um jovem encontrou um senhor de idade plantando tâmaras e logo perguntou: – por que o senhor planta tâmaras se nunca vai colher? O senhor responde: – se todos pensassem como você, ninguém comeria tâmaras. Cultive, construa e plante ações que não sejam apenas para você, mas que sirvam para todos. Nossas ações hoje refletem o futuro. Se não é tempo de colher, é tempo de semear.

Autor Desconhecido

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a produção de mudas de cajareira (*spondias* spp) pelo método de estaquia sob o efeito de irrigação com efluente doméstico tratado associado a diferentes doses de AIB montou-se experimento em casa de vegetação com 50% de sombreamento no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da UFERSA em Mossoró (RN) no período de novembro de 2016 a março de 2017. As estacas foram coletadas de única planta mãe, adulta, em ótimo vigor, no término do repouso vegetativo, onde apresentava-se desfolhada, com gemas intumescidas, sem qualquer indício de ataque de pragas ou doenças. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4 constituído de quatro doses do efluente doméstico tratado (EDT) diluído em água de abastecimento (AA) ($E_1 = 0\%$ do EDT + 100% AA (testemunha); $E_2 = 33,3\%$ do EDT + 66,7% de AA; $E_3 = 66,7\%$ do EDT + 33,3% de AA e $E_4 = 100\%$ do EDT + 0% AA) que serão utilizadas na irrigação e quatro manejos de diluição de AIB ($M_1 = 0$ ppm de AIB (testemunha), $M_2 =$ AIB diluído em água à 6.000 ppm, $M_3 =$ AIB diluído em Álcool à 4.000 ppm e $M_4 =$ AIB diluído em Talco à 5.000 ppm), com quatro repetições, perfazendo 64 unidades experimentais. Cada unidade experimental continha 6 estacas úteis, onde foram avaliados o número de brotações, comprimento das brotações, diâmetro das brotações, número de folhas, folíolos, raízes, comprimento e volume das raízes; massa seca da parte aérea, raiz e total, porcentagem de estacas brotadas, calejadas, enraizadas e brotadas com raiz. Verificou-se que, aos 115 dias após a estaquia, o efluente doméstico tratado é viável para irrigação de mudas de cajareira na sua forma diluída ou concentrada apresentando-se como fonte hídrica alternativa para irrigação e uso do AIB na concentração de 5.000 ppm diluído em Talco é satisfatório para propagação de mudas de cajareira por meio de estacas semi-herbáceas, além de apresentar maior facilidade de manejo comparada a utilização de diluições líquidas.

Palavras-chave: efluente doméstico tratado, AIB, *Spondias* spp, manejo de solo e água

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the production of cassava seedlings (*Spondias* spp) by the cutting method under the effect of irrigation with treated domestic effluent associated with different doses of AIB. The experiment was carried out in a greenhouse with 50% shading in the Department of Environmental Sciences and Technology of UFERSA in Mossoró (RN) from November 2016 to March 2017. The cuttings were collected from a single adult mother plant, in great vigor, at the end of the vegetative rest, where it was defoliated, with swollen buds, with no evidence of pest attack or disease. The experiment was carried out in a completely randomized design in a 4 x 4 factorial scheme consisting of four doses of treated domestic effluent (EDT) diluted in supply water (E1 = 0% of EDT + 100% AA (control), E2 = 33.3% of EDT + 66.7% of AA, E3 = 66.7% of EDT + 33.3% of AA and E4 = 100% of EDT + 0% AA) to be used in irrigation and four managements of AIB diluted in water at 6,000 ppm, M3 = AIB diluted in Alcohol at 4,000 ppm and M4 = AIB diluted in Talc at 5,000 ppm), with four replicates, 64 experimental units. Each experimental unit contained 6 useful cuttings, where the number of shoots, length of shoots, diameter of shoots, number of leaves, leaflets, roots, length and volume of roots were evaluated; dry mass of shoot, root and total, percentage of cuttings sprouted, calloused, rooted and sprouted with root. It was verified that, at 115 days after cutting, treated domestic effluent is feasible for irrigation of cassava seedlings in its diluted or concentrated form, presenting as an alternative water source for irrigation and the use of IBA at a concentration of 5,000 ppm diluted in Talc is satisfactory for the propagation of cassava seedlings by means of semi-herbaceous cuttings, besides being easier to handle compared to the use of liquid dilutions.

Key words: Treated domestic effluent, AIB, *Spondias* spp, Soil and water management.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Local do Experimento (casa de vegetação com cobertura e lateral fechadas com tela de 50% de sombreamento, localizada no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da UFERSA, campus leste, Mossoró – RN). Mossoró/RN, UFERSA, 2017.....	27
Figura 2. Croqui de delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4 com 4 repetições. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.....	28
Figura 3. Planta matriz de cajaraneira (<i>Spondia</i> spp.) localizada no Sítio Cordão de Sombra, Município de Mossoró/RN, utilizada para coleta de estacas. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.....	29
Figura 4. Estacas de cajaraneira plantadas em tubetes através da técnica de estaquia. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.....	30
Figura 5. Estação de Tratamento de Esgotos Doméstico do PA Milagre, Município de Apodi/RN. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.....	31
Figura 6. Reservatórios com capacidade para 100 L, um para cada nível de proporção de água de abastecimento com efluente doméstico tratado estudado. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.....	32
Figura 7. Ilustração das alíquotas das soluções de AIB diluído em água, álcool e misturado em talco utilizados no manejo ou preparo das estacas para formulação dos tratamentos. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.....	33
Figura 8. Experimento montado para produção de mudas de cajaraneira submetidas a níveis de efluente doméstico tratado e manejos de AIB. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.....	34
Figura 9. Avaliação do material experimental aos 115 dias após prática de estaquia. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.....	35
Figura 10. Estacas de cajaraneira brotadas e enraizadas (característica apropriada para ser transplantada a campo). Mossoró/RN, UFERSA, 2017.....	35

- Figura 11.** Porcentagem de estacas com calos, %EC (A), porcentagem de estacas brotadas, %EB (B), porcentagem de estacas enraizadas, %ER (C) e porcentagem de estacas brotadas e enraizadas, %EBR (D) de mudas de cajaneira submetidas a diferentes a manejos do efluente doméstico tratado, aos 115 dias após a estaquia. Mossoró/RN, UFERSA, 2017..... **37**
- Figura 12.** Comprimento médio das brotações, CB (A), número médio de folhas, NF (B), número médio de folíolos, NFo (C), volume médio de raízes, VR (D), comprimento médio de raízes, CR (E), fitomassa seca da parte aérea, FSPA (F), fitomasssa seca das raízes, FSR (G) e fitomassa seca total, FST (H) de mudas de cajaneira submetidas a diferentes a manejos do efluente doméstico tratado, aos 115 dias após a estaquia. Mossoró/RN, UFERSA, 2017..... **39**

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Caracterização química de amostra do substrato comercial Tropstrato [®] HT a base de casca de pinus, turfa, vermiculita expandida, enriquecido com macro e micronutrientes. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.....	30
Tabela 2. Composição físico-química de efluente doméstico tratado coletado na ETED do PA Milagre, Município de Apodi/RN utilizado nos tratamentos E ₂ , E ₃ e E ₄ . Mossoró/RN, UFERSA, 2017.....	32
Tabela 3. Concentrações e quantidades de ácido indolbutírico, empregados para preparar 200 mL de solução de AIB. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.....	33
Tabela 4. Resumo da análise de variância para porcentagem de estacas brotadas (EB), porcentagem de estacas com calos (EC), porcentagem de estacas enraizadas (ER), porcentagem de estacas brotadas e enraizadas (EBR), número médio de brotações (NB), comprimento médio das brotações (CB), diâmetro médio das brotações (DB), número médio de brotações (NB), comprimento médio das brotações (CB), diâmetro médio das brotações (DB), número médio de folhas (NF), número médio de folíolos (NFo), número médio de raízes (NR), comprimento médio de raízes (CR), volume médio de raízes (VR), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomasssa seca das raízes (FSR) e fitomassa seca total (FST) de mudas de cajaraneira submetidas a diferentes diluições de Efluente Doméstico Tratado e a Manejos de AIB. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.....	36
Tabela 5. Teste de média para porcentagem de estacas com calos (%EC), porcentagem de estacas brotadas (%EB), porcentagem de estacas enraizadas (%ER), porcentagem de estacas brotadas e enraizadas (%EBR), comprimento médio das brotações (CB), número médio de raízes (NR), volume médio de raízes (VR) e fitomassa seca total (FST) de mudas de cajaraneira submetidas a diferentes a	

manejos de AIB, aos 115 dias após a estaquia. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.....	41
--	-----------

LISTA DE SIGLAS

AA	Água de Abastecimento
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIB	Ácido Indolbutírico
BSwh'	Quente, seco, tipo estepe
C	Celsius
CB	Comprimento de Brotação
CE	Ceará
cm	Centímetro
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COEMA	Conselho Estadual de Meio Ambiente
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CR	Comprimento de Raiz
CT	Coliformes Termotolerantes
DB	Diâmetro de Brotação
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
EB	Estaca Brotada
EBR	Estaca Brotada
EC	Estaca com Calo
EDT	Efluente Doméstico Tratado
ER	Estaca Enraizada
ETED	Estação de Tratamento de Esgoto Doméstico
FSPA	Fitomassa Seca da Parte Aérea
FSR	Fitomassa Seca da Raiz
FST	Fitomassa Seca Total
L	Litro
LASAP	Laboratório de Solo, Água e Planta
mg	Miligramas
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mmol	Milimol
NB	Número de Brotação

NBR	Norma Brasileira
ND	Não Detectado
NF	Número de Folha
NFo	Número de Foliolo
NMP	Número Mais Provável
NR	Número de Raiz
OMS	Organização Mundial da Santo
PA	Projeto de Assentamento
pH	Potencial Hidrogeniônico
ppm	Parte Por Milhão
RAS	Razão de Adsorção de Sódio
RN	Rio Grande do Norte
SISVAR	Computer Statistical Analysis System
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semiárido
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez
VR	Volume de Raiz
WGr	Oeste de Greenwich

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
μ	Micro
®	Marca Registrada
+	Mais (soma)
x	Vezes (multiplicação)
°	Grau
c	Carga
'	Minuto

SUMÁRIO

	Pág.
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Água na Agricultura.....	14
2.2 Água na Agricultura no Semiárido.....	15
2.3 Reuso de Água na Agricultura.....	16
2.4 Critérios e Legislação para Reuso de Água.....	19
2.5 Hormônios no Crescimento de Plantas.....	23
2.6 Cultura da Cajaraneira (<i>Spondias spp</i>).....	24
2.6.1 Origem Botânica e Caracterização.....	24
2.5.2 Importância Econômica e Social.....	25
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 Local.....	27
3.2 Delineamento Experimental e Tratamentos.....	28
3.3 Coleta de Estacas, Estaquia e Caracterização do Substrato.....	29
3.4 Manejo da Irrigação.....	31
3.5 Manejo do AIB.....	33
3.6 Avaliação.....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5 CONCLUSÕES.....	43
REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

A região semiárida brasileira se caracteriza pelo seu balanço hídrico que se apresenta deficiente. A recente crise hídrica que o Brasil enfrentou principalmente no Nordeste de 2012 a 2017 são um incentivo para o investimento em alternativas de uso da água, dado a crescente incerteza do custo e do risco de escassez hídrica em nosso país.

As águas residuárias podem fazer parte integrante dos recursos hídricos das regiões semiáridas; no entanto, essa integração requer a implantação de uma política nacional de reutilização de águas, em que uma dessas medidas pode ser a consideração dos esgotos sanitários como fonte de água objetivando reusá-la para fins de agricultura, visto que é a atividade que mais consome água, em média 70% de todo volume captado, onde os esgotos domésticos podem ser considerados como fonte hídrica.

O uso de esgoto tratado pode ser uma alternativa para viabilizar irrigação na produção agrícola em zonas inóspitas, para a minimização quanto ao problema da falta de saneamento e, segundo Who (1089), para economia de água potável, para redução da poluição e formação humos. O emprego da água na irrigação pode reduzir ainda os custos de fertilização das culturas, uma vez que têm um aporte nutricional suficiente para satisfazer parcial ou totalmente as exigências de diversas culturas.

Apesar de o reuso ser amplamente difundido e utilizado mundialmente, apresentando sucesso em países com Israel, no Brasil, mesmo com a escassez dos recursos hídricos em algumas regiões, esta prática não tem sido utilizada de maneira intensiva. Dessa forma, existem poucos relatos sobre os aspectos da produção agrícola e quase nenhum de mudas frutíferas com a utilização de água residuária oriundas de esgotos domésticos.

A demanda crescente e a complexidade da gestão da água têm envolvido distintos setores da sociedade, incluindo acadêmicos, políticos, articuladores das classes sociais, organizações e demais usuários potenciais dos recursos naturais. A integração desse e outros atores são de fundamental importância na busca de tecnologias, métodos e políticas a serem implementadas no processo de uso sustentável da água, com menores riscos de comprometimentos futuros (Gheyi et al., 2012).

Segundo Lima (2010) a cajarana é uma planta xerófila introduzida, apresenta crescimento rápido, sem grandes exigências para solo, topografia e oferece grandes vantagens para o polígono das secas do nordeste, pois não tem muita exigência hídrica

para seu ciclo produtivo. A cajarana pertence ao gênero *Spondias* da família Anacardiaceae, é uma árvore frutífera tropical em domesticação, exploradas pelo valor comercial dos seus frutos. Esta espécie produz fruto do tipo drupa, de boa aparência, qualidade nutritiva, aroma e sabor agradável, os quais são muito apreciados para o consumo *in natura* ou processado. A crescente demanda pelo produto confirma o potencial agrossocioeconômico de exploração dessa espécie.

A propagação assexuada se faz de forma quase que obrigatória para a cajaraneira, visto que, a espécie apresenta sementes inviáveis. A estaquia vem a ser a técnica mais viável para o processo de formação de mudas. Quando associado aplicação exógena de reguladores de crescimento, como o Ácido Indolbutírico (AIB) promove melhor pegamento e enraizamento facilitando dessa maneira a escolha de uma linhagem genética para desempenho de produção. O período mais propício para sua reprodução assexuada está entre setembro e dezembro, quando suas folhas estão caindo, apresentando reservas nutritivas. As estacas coletadas nesse período são conhecidas como semi-herbáceas.

Considerando a demanda pelos frutos de cajarana, bem como sua importância social e econômica na região nordeste, tendo como um dos principais entraves o déficit hídrico da região semiárida para produção de mudas, pode-se considerar viável utilizar águas residuárias para este fim, além da utilização de AIB.

Com isso, objetivou-se com esse trabalho estudar os efeitos da irrigação com efluente doméstico tratado associada à diferentes manejos de AIB na produção de mudas de cajarana.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Água na Agricultura

É indiscutível a importância da água para vida no planeta, foi esse elemento da natureza que proporcionou a existência da vida animal e vegetal na terra. Na história da humanidade a água desempenhou papel importante, foi responsável pelo surgimento das primeiras civilizações. Os rios, por exemplo, eram usados para o transporte de mercadorias e pessoas e juntamente com os lagos tiveram importância crucial para a sobrevivência de vários povos, fornecendo água potável, peixes e proporcionando o desenvolvimento da agricultura (Veriato et al., 2015).

O consumo de água no mundo entre 1950 e 1995 aumentou mais de 6 vezes – mais que o dobro da taxa de crescimento da população, e continua a crescer com a elevação de consumo em alguns setores produtivos, especialmente o agrícola, seguido pela indústria e pelos usos domésticos (Mattos, 2003).

Ressalta-se que, dentre as atividades econômicas, a agricultura é responsável por cerca de 70% do uso consultivo dos recursos hídricos; nota-se também, porém, que as taxas de crescimento da população mundial vêm superando as taxas de crescimento da oferta de alimentos, podendo-se destacar, como alternativa: O aumento de áreas produtivas e aumentar a produtividade (Paz et al., 2000). O uso de água nos sistemas produtivos, especificamente na irrigação, deve atender a critérios relacionados à quantidade e à qualidade dos recursos hídricos, como mencionado por Ayers & Westcot (1999).

Segundo Sá (2016) a irrigação de cultivos é essencial para melhoria na produtividade, já que tal tecnologia pode, em média, dobrar a produtividade, possibilitando o cultivo de plantas em épocas e locais com baixa precipitação pluviométrica. Porém, fazer o uso racional desse recurso nessa prática não contribui apenas para suprir a demanda de alimentos devido o aumento demográfico e o deslocamento da população para grandes centros urbanos, mas sim com a preservação do planeta.

Segundo Souza (2008), a escassez dos recursos hídricos é um fato atual e crescente, pois está ligada a questões ambientais e as atividades de urbanização, desmatamento, agricultura, pecuária e indústria, promovendo todo tipo de contaminação. O desenvolvimento agrícola depende da disponibilidade de água e de seu

uso adequado, constituindo-se em um desafio relevante para as áreas com escassez desse recurso, onde as pressões são maiores devido à baixa oferta de água.

Assim, a opção de uso sustentável dos recursos hídricos na irrigação deve ser relacionada à manutenção e garantia da qualidade de vida, agregando o desenvolvimento econômico social, aliado à conservação do meio ambiente.

2.2 Água na agricultura no semiárido

A demanda crescente e a complexidade da gestão da água têm envolvido distintos setores da sociedade, incluindo acadêmicos, políticos, articuladores das classes sociais, organizações e demais usuários potenciais dos recursos naturais. A integração desse e outros atores são de fundamental importância na busca de tecnologias, métodos e políticas a serem implementadas no processo de uso sustentável da água, com menores riscos de comprometimentos futuros. Nesse contexto as inovações tecnológicas e a pesquisa são indispensáveis para enfrentar os desafios presentes e do futuro da sociedade quanto à disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos, visto a ampliação dos conflitos entre os usuários com consequência da vulnerabilidade que se apresenta nos sistemas hídricos da maioria dos países, nações. No caso das regiões semiáridas a situação se agrava com as expectativas crescentes dos efeitos do clima, associados à reduzida disponibilidade, seja quantitativa ou qualitativa, de água superficial e subterrânea (Gheyi et al., 2012).

A revogabilidade das águas da Terra está ao seu permanente mecanismo de circulação, denominado ciclo hidrológico. Por meio desse mecanismo obtemos a renovação das águas de mais de 90% do território brasileiro, uma altura média anual de chuva entre mil e mais de 3 mil mm. No entanto, a região semiárida localizada no Nordeste brasileiro não se enquadra nesse contexto, de modo que nessa região a altura de chuva é relativamente inferior e variam de 300 e 800 mm ano⁻¹ (Rebouças, 1997).

A Região Nordeste, que abriga 27% da população, concentra apenas 3,3% do recurso hídrico nacional disponíveis (Paz et al., 2000). Precisamente na região semiárida, as chuvas são mais escassas e irregulares, segundo Rebouças (2006), influenciando assim, nos regimes temporários dos rios das bacias hidrográficas, que secam praticamente durante todo o ano.

O Nordeste semiárido é uma região pobre em volume de escoamento de água dos rios, devido à variabilidade temporal das precipitações e das características

geológicas dominantes, onde há predominância de solos rasos baseados sobre rochas cristalinas e, conseqüentemente, baixas trocas de água entre o rio e o solo adjacente. O que resulta em uma densa rede de rios intermitentes, com poucos rios perenes (Cirilo et al., 2010).

A escassez de água no semiárido brasileiro prejudica o desenvolvimento das atividades produtivas, tendo como conseqüência, prejuízos econômicos e sociais (Santos, 2009). Tal fato dificulta a fixação do homem na região, em função da redução na qualidade de vida; em virtude da diminuição na produção de alimentos e na geração de recursos financeiros. A escassez de chuva durante longos períodos do ano do Nordeste Brasileiro resulta numa dificuldade bastante conhecida dos agricultores no momento de efetuar o plantio de qualquer cultura (Santana et al., 2006).

Segundo o Ministério da Integração Nacional (BRASIL, 2007), aproximadamente 500 mil propriedades rurais na região semiárida não dispõem de oferta adequada de água, aumentando sobremaneira sua vulnerabilidade às secas, cujo impacto se traduz, gravemente, na baixa estima das comunidades atingidas. Para tanto, no Nordeste são imprescindíveis a captação, a conservação e o uso eficiente de água, segundo Scalize et al. (2014).

Em se tratando do semiárido brasileiro esta realidade é drástica quanto à exploração deste recurso, pois o subsolo é formado em 70% por rochas cristalinas, o que dificulta a formação de mananciais perenes, além de favorecer as altas concentrações de sais (Malvezzi, 2007). O Nordeste semiárido é uma região pobre em volume de escoamento de água dos rios, devido à variabilidade temporal das precipitações e das características geológicas dominantes (Cirilo et al., 2010).

2.3 Reuso de Água na Agricultura

A Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) define reuso de água como a utilização de água residuária oriunda de esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não. Já a água de reuso é água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas.

Segundo a Norma Brasileira (NBR) 13.969 de 1997, o reuso local de esgoto tratado é a utilização local do esgoto tratado para diversas finalidades, exceto para o

consumo humano. Ou seja, o reaproveitamento ou reuso da água é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outros fins menos nobres, tais como lavagem de vias e pátios industriais, irrigação de jardins e pomares, nas descargas dos banheiros etc. Essa reutilização pode ser direta ou indireta, decorrente de ações planejadas ou não devendo ser considerada como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água.

Deve-se considerar o reuso de água como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de resíduos e do consumo de água (BRASIL, 2007).

Nas regiões áridas e semiáridas a prática do reuso da água se reveste de uma importância muito grande, frente à escassez pré-existente.

Nas regiões semiáridas o uso de esgoto tratado poderia ser uma alternativa para viabilizar irrigação na produção agrícola em zonas inóspitas, para a minimização quanto ao problema da falta de saneamento e, segundo Who (1089), para economia de água potável, energia elétrica, para redução da poluição e formação humos e nutrientes. Em zonas rurais a população consome recursos para construir suas casas sem incluir as facilidades sanitárias, como redes de esgoto, estações de tratamento e reuso de efluentes, enquanto devem ser considerados requisitos básicos de infraestrutura e sustentabilidade das comunidades.

Medeiros et al. (2011) relatam que quase a totalidade dos municípios brasileiros prevê, como ações obrigatórias a coleta, o transporte, o tratamento, a disposição do esgoto sanitário nos corpos receptores e outras utilizações. Porém, a ineficiência destas práticas impõe a um grande número de pessoas, riscos inaceitáveis de exposição direta ou indireta a esgotos sanitários, caracterizando o manejo como um dos principais entraves na utilização de efluentes. Sendo assim, a tecnologia de reutilização de água se apresenta para regiões semiáridas como uma das soluções mais alinhadas à proteção e à conservação dos recursos hídricos associado ao desenvolvimento sustentável das regiões.

Segundo NBR 9.648 de 1986, esgoto doméstico é o despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas. Ainda pode ser separado em águas “cinzas”, que são águas servidas que foram utilizadas para limpeza (tanques,

pias, chuveiros) e águas “negras”, que são águas servidas que foram utilizadas nos vasos sanitários e contém coliformes fecais como indicador recente de contaminação por excretas humanas.

Segundo Souza & Leite (2008), cerca de 0,1%, apenas, da composição dos esgotos domésticos é material sólido, grande responsável pelos problemas de contaminação e poluição. A fração sólida nos esgotos ainda pode ser dividida em sólidos orgânicos, que é a maior parte (proteínas, carboidratos e lipídeos), e sólidos inorgânicos (areia, sais e metais). O restante (99,9%) é água suja e contaminada.

O esgoto de um município contém níveis perigosos de metais pesados, compostos orgânicos industriais e organismos patogênicos prejudiciais à saúde. O uso direto do esgoto bruto sem pré-tratamento e sem aplicação de outro tipo de controle, pode acarretar sérios riscos à saúde e prejudicar a produtividade do solo ao longo do tempo (Benevides, 2007). Por isso é muito importante aplicar as tecnologias de tratamento de esgoto, que proporcionem efluentes de boa qualidade sanitária e que não representem riscos de transmissão de doenças, seja pelo manejo agrícola ou por ingestão dos alimentos irrigados.

Segundo Souza et al. (2006), o maior cuidado que se deve ter na utilização de águas residuárias de esgotos domésticos na agricultura é com o aspecto sanitário, onde é imprescindível o tratamento dos esgotos, pois a qualidade sanitária depende do grau de tratamento.

As principais tecnologias de tratamento de esgotos domésticos usadas pelas companhias de saneamento, segundo Chernicharo et al. (2006), são: (1) tratamento preliminar, (2) tratamento primário, (3) tratamento secundário e tratamento terciário (4). A primeira remove as partículas sólidas grosseiras em suspensão nos esgotos através de processos físicos, empregando grades, desarenadores e caixas de gordura; a segunda reduz os sólidos em suspensão através da degradação anaeróbia do material orgânico, empregando tanques sépticos, flotores e filtros anaeróbios; a terceira reduz os sólidos dissolvidos e sólidos suspensos muito pequenos, empregando as lagoas facultativas e os filtros biológicos e a quarta objetiva a redução do nível populacional de bactérias patogênicas, bem como a remoção final da matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e outros elementos que ainda persistem das etapas anteriores.

Iniciativas a respeito do reuso de efluente doméstico tem sido tema de discussão nos Assentamentos de Reforma Agrária no Semiárido brasileiro, como é o caso da infraestrutura de coleta, tratamento e reuso de esgoto vivenciado no Projeto de

Assentamento (PA) Milagre no Município de Apodi estado do Rio Grande do Norte (RN) que apresentou resultados satisfatórios às diretrizes brasileiras para uso agrícola com restrição segundo Reinaldo et al. (2012). A tecnologia utilizada para tratar o esgoto coletado das residências e fazer a fertirrigação de diferentes cultivos agrícolas é o tratamento preliminar-primário por meio de tanques sépticos, seguidos de filtros anaeróbicos.

A água de esgoto tratada pode ser reutilizada de maneira planejada em diversas finalidades, como na irrigação, tornando-se um método alternativo de tratamento de efluentes no solo via fertirrigação, utilizando a água proveniente das estações de tratamento de esgoto. Entretanto, as águas residuárias devem ser avaliadas, também, quanto à salinidade, sodicidade e toxicidade de íons, variáveis fundamentais na determinação da qualidade agronômica, de acordo com Sousa (2008).

A utilização de água proveniente de reuso deve ser direcionada para a irrigação de plantas não comestíveis (silvicultura, pastagens, fibras e sementes), porém para plantas comestíveis essas águas necessitam de um nível maior de qualidade, principalmente em relação às questões sanitárias. Nesse sentido, o sistema de irrigação por gotejamento, minimiza o problema em relação à aspersão. No que se refere aos patógenos, vetores de doenças ao ser humano, é preciso destacar que o solo ou o substrato atuam como redutor do período de sobrevivência dos mesmos (Bernardi, 2003).

Bastos (2003) afirma que qualquer método de irrigação pode ser empregado na aplicação de esgotos sanitários na agricultura, desde que observadas suas devidas particularidades. E ao selecionar o método é indispensável observar os critérios econômicos, topográficos, características físicas do solo, tipos de culturas agrícolas, disponibilidade de mão-de-obra, qualidade da água e tradição do cultivo das propriedades rurais.

2.4 Critérios e Legislação para Reuso de Água

As legislações e diretrizes sobre reuso de água na agricultura foram elaboradas e estabelecidas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) no final da década de 80 para o uso de esgotos na agricultura. O valor numérico de 1.000 coliformes fecais por 100 mL (média geométrica durante o período de irrigação) foi estabelecido para irrigação

irrestrita de culturas ingeridas cruas, campos esportivos e parques públicos. Entretanto, para gramados de uso público fora estabelecido 200 coliformes fecais por 100 mL.

A Resolução Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 20 de 18 de junho de 1986, apresentou 9 classes de corpos hídricos de acordo com os usos preponderantes da água no país, como forma de minimizar a poluição e contaminação desses corpos hídricos, estabelecendo a seguinte classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional: **Águas Doces** I - Classe Especial - águas destinadas: a) ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; II – Classe 1 - águas destinadas: a) ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado, b) à proteção das comunidades aquáticas, c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho), d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de películas, e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécie destinadas à alimentação humana; III - Classe 2 - águas destinadas: a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, b) à proteção das comunidades aquáticas, c) à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho), d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécie destinadas à alimentação humana; IV - Classe 3 - águas destinadas: a) ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, c) à dessedentação de animais; V - Classe 4 - águas destinadas: a) à navegação, b) à harmonia paisagística, c) aos usos menos exigentes. **Águas salinas** VI - Classe 5 - águas destinadas: a) à recreação de contato primário, b) à proteção das comunidades aquáticas, c) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécie destinadas à alimentação humana; VII - Classe 6 - águas destinadas: a) à navegação comercial, b) à harmonia paisagista, c) à recreação de contato secundário. **Águas salobras** VIII - Classe 7 - águas destinadas: a) à recreação de contato primário, b) à proteção das comunidades aquáticas, c) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécie destinadas à alimentação humana; IX - Classe 8 - águas destinadas: a) à navegação comercial, b) à harmonia paisagística, c) à recreação de contato secundário.

A NBR 13.969 de 1997 apresentou recomendações sobre o reuso de água de origem essencialmente doméstica e tratada, para fins nos quais a água não precisa ser necessariamente potável, mas sanitariamente seguro, como a irrigação de jardins, lavagem de pisos e veículos automotivos, na descarga de vasos sanitários, na

manutenção paisagística de lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas, pastagens entre outros. O item 5.6.3 dessa normativa técnica não indica o uso de efluente, mesmo desinfetado, na irrigação de hortaliças e frutas de ramas rastejantes. Por isso, o uso desse recurso torna-se viável para produção de mudas de diferentes gêneros e espécies já que não tem produto final ingerido diretamente pelo homem. Admite-se reuso de efluentes para plantações de milho, arroz, trigo, café e outras árvores frutíferas, via escoamento no solo, tomando-se o cuidado de interromper a irrigação pelo menos 10 dias antes da colheita. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) confirmou em 28 de janeiro 2008 a NBR 13.969/97, após uma análise sistemática.

De acordo com NBR 13.969/97, a água a ser usada na irrigação, deverá apresentar: turbidez inferior a 5 UNT, coliforme fecal inferior a 500 NMP por 100 mL e cloro residual superior a 0,5 mg L⁻¹.

Em 5 de janeiro de 2007 foi sancionada a lei 11.445 que estabeleceu a universalização dos serviços de abastecimento de água, rede de esgoto e drenagem de águas pluviais, além da coleta de lixo. Esta lei preencheu uma lacuna na legislação específica para o setor, estabelecendo as diretrizes para a Política Nacional de Saneamento Básico. É definida como o marco regulatório do saneamento básico no Brasil (BRASIL, 2007). Mesmo que a política Nacional de Recursos Hídricos tenha o cuidado de assegurar à atual e as futuras gerações a disponibilidade de água necessária à demanda da população com qualidade adequada, a legislação sobre o reuso de água para fins não potáveis no Brasil ainda é insuficiente.

Em 13 de maio de 2011 foi instituída a Resolução CONAMA nº 430, que estabeleceu as condições e padrões de lançamento de efluentes tratados em corpos hídricos, alterando a Resolução nº 357 de 2005 (BRASIL, 2011). Nessa resolução destacam-se os padrões para lançamento em corpos hídricos de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários: pH entre 5 e 9; temperatura: inferior a 40 °C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3 °C no limite da zona de mistura; materiais sedimentáveis: até 1 mL L⁻¹ em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes; Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO 5 dias, 20 °C: máximo de 120 mg L⁻¹, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de

autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor; substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) até 100 mg L^{-1} ; e ausência de materiais flutuantes.

Alguns estados brasileiros também desenvolveram sua legislação, onde o Ceará através da Resolução Conselho Estadual de Meio Ambiente (COEMA) Nº 2 de fevereiro de 2017, dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras. Nesta Resolução, o Art. 12 diz que os efluentes sanitários, somente poderão ser lançados diretamente no corpo hídrico desde que obedeçam, resguardadas outras exigências cabíveis, condições e padrões específicos estabelecidos, podendo ainda ser exigidos aos sistemas de tratamento de esgotos sanitários outros parâmetros em função das características locais, a critério do órgão ambiental competente.

No Art. 39, a Resolução menciona que o reuso externo de efluentes sanitários para fins agrícolas e florestais deverá obedecer a parâmetros específicos como: I - Coliformes Termotolerantes (CT), da seguinte forma: a) Culturas a serem consumidas cruas cuja parte consumida tenha contato direto com a água de irrigação: Não Detectado (ND), b) as demais culturas até $1000 \text{ CT } 100 \text{ mL}^{-1}$; II - Ovos de geohelmintos, da seguinte forma: a) Culturas a serem consumidas cruas cuja parte consumida tenha contato direto com a água de irrigação: Não Detectado – ND, b) as demais culturas: até 1 ovo geohelmintos L^{-1} de amostra; III - Condutividade elétrica: até $3000 \text{ } \mu\text{S cm}^{-1}$; IV - pH entre 6,0 e 8,5 e V – Razão de Adsorção de Sódio (RAS): $(15 \text{ mmolc L}^{-1})^{1/2}$.

Segundo a Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do CNRH, o reuso de água constitui-se em prática de racionalização e de conservação de recursos hídricos, conforme princípios estabelecidos na Agenda 21, podendo tal prática ser utilizada como instrumento para regular a oferta e a demanda de recursos hídricos. O reuso de água reduz a descarga de poluentes em corpos receptores, conservando os recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais exigentes quanto à qualidade e reduz os custos associados à poluição e contribui para a proteção do meio ambiente e da saúde pública. O Conselho estabeleceu modalidades, diretrizes e critérios gerais que regulam e estimulam a prática de reuso direto não potável de água em todo território nacional.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, Who (1973), o reuso da água pode ser Indireto Não Planejado quando a água, utilizada em alguma atividade humana, é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada. Percorrendo até o ponto de captação para o

novo usuário, estará sujeita às ações naturais do ciclo hidrológico (diluição, autodepuração, etc.); Indireto Planejado quando pressupõe que exista também um controle sobre as eventuais novas descargas de efluentes no caminho, garantindo assim que o efluente tratado estará sujeito apenas a misturas com outros efluentes que também atendam ao requisito de qualidade do reuso objetivado; e Direto planejado quando os efluentes, depois de tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reuso, não sendo descarregados no meio ambiente. É o caso com maior ocorrência, destinando-se a uso em indústria ou irrigação.

2.5 Hormônios no crescimento de plantas

Além do fornecimento de condições ambientais favoráveis, a propagação de espécies de difícil enraizamento demanda também o uso de hormônios de crescimento como os reguladores vegetais, segundo Mayer (2001) e Oliveira (2000), uma vez que eles favorecem o estímulo à iniciação radicular. As auxinas representam os principais reguladores desse tipo de crescimento apresentando como vantagens a menor mobilidade e maior estabilidade química quando comparadas a outros fitorreguladores (Fachinello et al., 2005).

Entre as auxinas sintéticas merece destaque o ácido indolbutírico (AIB), que é frequentemente utilizado para fazer o balanceamento hormonal no enraizamento. Com o aumento da concentração endógena de auxinas nos tecidos ocorre a aceleração da formação de raízes, o que induz o alongamento celular transformando as atividades fisiológicas da planta (Taiz et al., 2015).

Dessa forma o uso de fito hormônio por meio de aplicação exógena confere maior porcentagem, velocidade, qualidade e uniformidade de enraizamento em muitas espécies (Hartmann et al., 1997) o que proporciona a diminuição da permanência das estacas no leito de enraizamento no viveiro promovendo assim uma maior facilidade de produção e comercialização de mudas em grande escala.

O ácido indolbutírico (AIB) tem sido usado para enraizamento de estacas de diversas espécies arbóreas (Berhe & Negash, 1998). Contudo, o teor adequado de auxina exógena para estímulo do enraizamento dependerá da espécie e da concentração de auxina existente no tecido (Fachinello et al., 2005).

Diversas pesquisas evidenciaram a resposta positiva à aplicação de AIB na produção de estacas de espécies de Spondias segundo Coelho (2001); Souza (2001);

Cunha (2013); Lima et al. (2002); Gomes et al. (2005); Almeida et al. (2017) e Rios et al. (2012), contudo, ainda há divergência a respeito da dose ideal de fitormônio a ser utilizada.

2.6 Cultura da Cajareira (*Spondias spp*)

2.6.1 Origem Botânica e Caracterização

Existem cerca de 20 espécies do gênero *Spondia* pertencente à família Anacardiaceae distribuídas na região neotropical, Ásia e Oceania (Mitchell & Daly, 1995). A ocorrência de seis destas espécies no Brasil concentra-se na região Nordeste, são elas: a cajazeira (*Spondia mombim.*), a qual tem o núcleo de diversidade na Amazônia e na mata atlântica; o umbuzeiro (*Spondia tuberosa* L.) que é nativo do semiárido nordestino; a serigueleira (*Spondia purpurea*) originária da América Central; a cajareira (*Spondia sp.*) que é proveniente da Polinésia (Souza & Araújo, 1999).

O umbu-cajá (*Spondia spp*) é um híbrido natural entre a cajazeira e o umbuzeiro e tem origem desconhecida, características de planta xerófita e está disseminado em alguns estados do Nordeste como Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Pernambuco e Bahia. A umbuguela é uma árvore muito semelhante à do umbu-cajá, os poucos exemplares existentes ocorrem nos municípios de Santa Isabel na Paraíba e Tururu no Ceará (Giacometti, 1993). O umbu-cajá é conhecido popularmente no Rio Grande do Norte como cajarana.

Estas espécies são plantas em domesticação e todas árvores frutíferas tropicais largamente exploradas por meio da atividade extrativista em virtude de seus frutos do tipo drupa de boa aparência, qualidade nutritiva, aroma e sabor agradáveis (Souza & Araújo, 1999).

Do ponto de vista botânico, a *Spondia spp* tem ramos grossos e quebradiços, com folhas compostas de 11 a 13 folíolos, flores dispostas em grandes panículas terminais. Seus frutos se apresentam em cachos em forma de drupas elipsóides ou ligeiramente obovóides, amarelos quando maduros e de pele fina. Sua polpa é compacta, amarelo-pálida, sumarenta, acídula ou doce que cobre uma semente ou caroço, entranhada na massa da polpa. Apesar desta não ter sido ainda pesquisada para outras finalidades, oferece um enorme potencial para o campo da industrialização de

alimento, bebidas e beneficiamento ecológico, comparando com outras *Spondias* da região já estudadas. (Gomes, 1985).

A forma de propagação das *Spondias*, como a maioria das fruteiras tropicais, ocorre pelos métodos sexuais e assexuais. Porém, algumas não produzem grão de pólen fértil e nem sementes viáveis. O endocarpo, comumente chamado de “caroço”, é usado como semente na propagação sexual das *Spondia*. A *Spondia* spp é propagada pelo método vegetativo, através de estacas grandes plantadas diretamente no campo, as quais demoram a enraizar e a formar a copa de uma nova planta. As estacas, na maioria das vezes, emitem brotações, mas não enraízam. Esses mesmos problemas, também são constatados quando se propaga a cajazeira, a cajaraneira e o umbuzeiro por estaquia. A provável causa do alto insucesso da propagação das *Spondias* por estaquia é a época da coleta dos propágulos que, para obtenção de maiores percentagens de enraizamento devem ser coletados no final da fase fenológica do repouso da planta (Campbell & Sauls, 1991).

A propagação vegetativa das *Spondia* por estaquia ainda apresenta fortes limitações e não se dispõe de tecnologia para a produção comercial de mudas e a enxertia, apesar de pouco estudada, vem apresentando resultados promissores na clonagem de cajazeira, umbu-cajazeira e umbuzeiro. As investigações sobre os métodos de propagação das *Spondias* estão em execução. Espera-se, em curto prazo, ser possível a divulgação de tecnologias e de recomendações técnicas para a produção de mudas das principais espécies exploradas na região (Souza, 1998).

2.6.2 Importância Econômica e Social

No Brasil, especialmente no Nordeste, as espécies do gênero *Spondia* têm considerável importância social e econômica, fato comprovado pela crescente comercialização de seus frutos e produtos processados em mercados, supermercados e restaurantes da região. Além da importância alimentar, estas espécies despontaram para a produção de medicamentos. Nos últimos anos, descobriu-se que o extrato das folhas e dos ramos do cajá continham taninos elágicos com propriedades medicinais para o controle de bactérias gram negativas e positivas (Ajao et al., 2008), do vírus da herpes simples (Corthout et al., 1992) e da herpes dolorosa (Matos, 1994); inclusive já existe um produto à base do extrato das folhas e dos ramos de *Spondias* industrializado e comercializado na cidade de Fortaleza no estado do Ceará (CE).

A cajaraneira, assim como outras espécies de *Spondias* são cultivadas em pequenas áreas ou em quintais de chácaras e fazendas, e os seus frutos são coletados de forma extrativista em todo o Norte e Nordeste.

Apesar deste tipo de exploração já participam do agronegócio regional, pois os seus frutos, comercializados e consumidos in natura ou processados, na forma de polpas, sucos, sorvetes e picolés, são muito apreciados e valorizados. Esta constatação demonstra o potencial econômico dessas espécies e ressalta a necessidade de desenvolvimento de soluções tecnológicas que permitam a instalação de pomares frutícolas modernos, precoces e produtivos, aliando-se a este perfil a qualidade dos frutos, com padronização da cor, do aroma e do sabor.

Nas diversas regiões produtoras, os frutos são comercializados em feiras livres e bancas de beiras de estradas, juntamente com outras frutas regionais, entretanto, a maior parte da produção é vendida para agroindústrias regionais.

A polpa é um produto recente no mercado nacional, e a atual produção, considerando a grande demanda, não atende as necessidades do mercado interno, ficando ainda muito restrito às regiões Norte e Nordeste, portanto, existe um amplo mercado interno e externo a ser explorado.

A crescente demanda pelos produtos das *Spondias* confirma o potencial agrossocioeconômico de exploração dessas espécies, o que poderá gerar empregos fixos no cultivo dos pomares e nas agroindústrias de processamento. No entanto, para viabilização, há necessidade de pesquisas para solucionar os problemas tecnológicos que impossibilitam a exploração comercial (Souza & Araújo, 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

A pesquisa foi desenvolvida em ambiente protegido, tipo casa de vegetação, com cobertura e lateral fechadas com tela de 50% de sombreamento localizado no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), campus leste em Mossoró (RN), no período de novembro de 2016 a fevereiro de 2017. O município de Mossoró, no estado do Rio Grande do Norte, localiza-se na região semiárida do nordeste brasileiro e possui coordenada geográfica: 5°11' de latitude sul, 37°20' de longitude W. Gr. e 18 m de altitude com uma temperatura média anual em torno de 27,5 °C, umidade relativa de 68,9%, nebulosidade média anual de 4,4 décimos e precipitação média anual de 673,9 mm. Segundo classificação climática de Koppen, o clima é do tipo BSw^h, ou seja, quente e seco, tipo estepe, com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono (Carmo Filho et. al., 1991).



Figura 1. Local do Experimento (casa de vegetação com cobertura e lateral fechadas com tela de 50% de sombreamento, localizada no Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da UFERSA, campus leste, Mossoró – RN). Mossoró/RN, UFERSA, 2017.

3.2 Delineamento Experimental e Tratamentos

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4 constituído de quatro doses do efluente doméstico tratado (EDT) diluído em água de abastecimento (AA) ($E_1 = 0\%$ do EDT + 100% AA (testemunha); $E_2 = 33,3\%$ do EDT + 66,7% de AA; $E_3 = 66,7\%$ do EDT + 33,3% de AA e $E_4 = 100\%$ do EDT + 0% AA) que serão utilizadas na irrigação e quatro manejos de diluição de AIB ($M_1 = 0$ ppm de AIB (testemunha), $M_2 =$ AIB diluído em água à 6.000 ppm, $M_3 =$ AIB diluído em Álcool à 4.000 ppm e $M_4 =$ AIB diluído em Talco à 5.000 ppm), com quatro repetições, perfazendo 64 unidades experimentais. Cada unidade experimental continha 6 estacas úteis

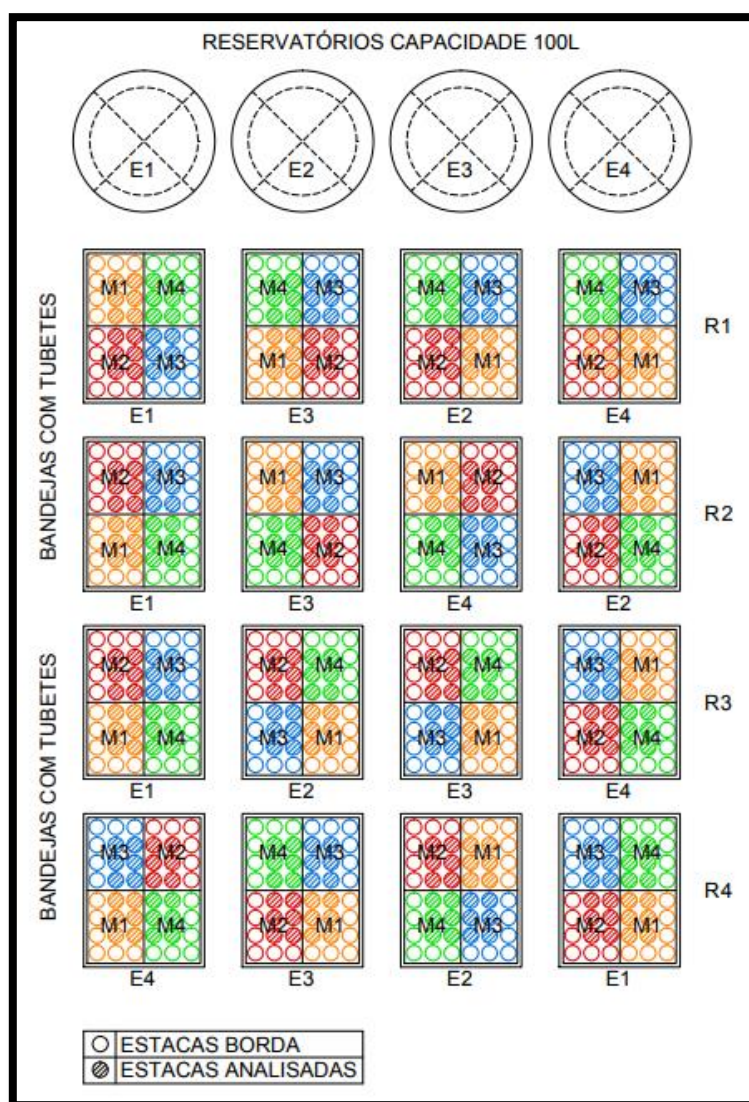


Figura 2. Croqui de delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4 com 4 repetições. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.

Para casualização dos tratamentos nas parcelas experimentais utilizou-se o programa SISVAR - computer statistical analysis system (Ferreira, 2011).

3.3 Coleta de Estacas, Estaqui e Caracterização do Substrato

As estacas de cajaraneira (*Spondias* spp.) foram coletadas com o auxílio de facão, tesoura de poda e canivete nas primeiras horas da manhã do dia 18 de novembro de 2016 de uma planta selecionada adulta, coordenada geográfica 5°27'40,5" de latitude S, 37°10'41,05" de longitude W. Gr. e 20 m de altitude oriunda do Sítio Hipólito , considerando a potencialidade produtiva e o aspecto sanitário, com ótimo vigor e desenvolvimento vegetativo, estando ao término do repouso vegetativo onde se apresentava desfolhada, com gemas intumescidas, sem qualquer ataque de praga e doença. De acordo com Tosta et al. (2012), o material foi padronizado com 20 cm de comprimento e diâmetro médio de 9,0 mm. Foi utilizada câmara fria com temperatura próxima aos 20 °C para armazenamento do material vegetativo até a instalação do experimento, a fim de minimizar a desidratação e oxidação do material.



Figura 3. Planta matriz de cajaraneira (*Spondia* spp.) localizada no Sítio Cordão de Sombra, Município de Mossoró/RN, utilizada para coleta de estacas. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.

Após um período de 24 horas foi realizado a técnica conhecida como estaquia onde as estacas foram submetidas ao tratamento, sendo imersas nas soluções preparadas

(M₁, M₂, M₃ e M₄) a 3 cm de profundidade durante 5 segundos, sendo posteriormente, acondicionada cerca de 3⁻¹ do seu comprimento em bandejas com tubetes de plástico conforme recomendado por Tosta et al. (2012) composto por substrato comercial Tropstrato[®] HT a base de casca de pinus, turfa, vermiculita expandida, enriquecido com macro e micronutrientes de acordo com Almeida et al. (2017) (Tabela 1). Anteriormente havia sido realizada uma irrigação somente com água de abastecimento de modo a deixar o substrato próximo à máxima capacidade de retenção de água.

Tabela 1. Caracterização química de amostra do substrato comercial Tropstrato[®] HT a base de casca de pinus, turfa, vermiculita expandida, enriquecido com macro e micronutrientes. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.

CE (dS m ⁻¹)	pH	MO --- g Kg ⁻¹ ---	N ---	P -- mg dm ⁻³ --	K ⁺	Ca ²⁺ -- cmol dm ⁻³ --	Mg ²⁺
4,61	3,68	4,03	7,9	11,0	13,5	2,3	1,8

Nota: CE – Condutividade elétrica; pH – Potencial hidrogeniônico; MO – Teor de Matéria Orgânica; N – Nitrogênio; P – Fósforo; K⁺ - Potássio; Ca – Cálcio e Mg – Magnésio.

Para a formação de um microclima, colocou-se um saco de plástico transparente em cada estaca, retirando-o quando as estacas começaram a emitir as primeiras brotações.



Figura 4. Estacas de cagaraneira plantadas em tubetes através da técnica de estaquia. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.

3.4 Manejo da Irrigação

As irrigações foram iniciadas 24 horas após a técnica de estaquia, uma vez por dia por aspersão através do uso de regadores manuais de modo a deixar o substrato com umidade próxima à máxima capacidade de retenção de água. A capacidade de campo foi determinada fazendo-se teste de retenção de água em 10 tubetes contendo o substrato aleatoriamente, onde obteve a média dos mesmos. Para isto, adicionou-se gradativamente água ao substrato com auxílio de uma proveta graduada (1 L), coletando então a água drenada. Dispondo-se, então, do volume total da proveta (1 L) e do volume drenado, por diferença, calculou-se o volume retido no substrato, obtendo-se a capacidade de vaso.

As diluições E_1 , E_2 , E_3 e E_4 das águas utilizadas na irrigação – água de abastecimento e efluente doméstico tratado – foram provenientes da rede hidráulica de distribuição do Campus Leste da UFERSA e da Estação de Tratamento de Esgotos Domésticos (ETED) do Projeto de Assentamento (PA) Milagre em Apodi (RN), respectivamente.



Figura 5. Estação de Tratamento de Esgotos Doméstico do PA Milagre, Município de Apodi/RN. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.

Para estimar o aporte de nutrientes às plantas por meio das lâminas de água de efluente doméstico tratado, antes da sucção do efluente para posterior transporte, armazenamento e utilização foi coletado uma alíquota de água para análise físico-química (Tabela 2) no Laboratório de Solo, Água e Planta (LASAP) da UFERSA

conforme metodologia de Apha (1995) classificando-a de acordo com os padrões de utilização recomendado pela ABNT (1997).

Tabela 2. Composição físico-química de efluente doméstico tratado coletado na ETED do PA Milagre, Município de Apodi/RN utilizado nos tratamentos E₂, E₃ e E₄. Mossoró/RN, UFERSA, 2017

CE	pH	Ca	Mg	Na	K	Cl	CO ₃	HCO ₃	RAS*	DQO	DBO	TOG
(dS m ⁻¹)		----- mmol _c L ⁻¹ -----						---- mg L ⁻¹ ----		ppm		
1,12	6,97	0,92	1,92	3,26	0,70	3,55	-	6,70	2,80	18,75	94,00	1,81

Nota: CE – Condutividade elétrica; pH – Potencial hidrogeniônico; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; Na – Sódio; K – Potássio; Cl – Cloro; CO₃ – Carbonato; HCO₃ – Bicarbonato; RAS – Relação de Adsorção de Sódio; DQO – Demanda Química de Oxigênio; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; e TOG – Óleos e Graxas

Sempre que preparadas, as águas eram armazenadas em recipientes plásticos com capacidade para 100 L, um para cada nível de proporção de água com efluente estudada, devidamente protegidos, evitando-se a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que pudessem comprometer sua qualidade.



Figura 6. Reservatórios com capacidade para 100 L, um para cada nível de proporção de água de abastecimento com efluente doméstico tratado estudado. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.

3.5 Manejo do AIB

As concentrações do ácido indolbutírico (Tabela 3) foram preparadas e diluídas em água à 6.000 ppm, álcool à 4.000 ppm e misturadas em talco à 5.000 ppm conforme recomendado por Rios et al. (2012), Bastos et al. (2014) e Tosta et al. (2012), respectivamente, com algumas modificações, pois o AIB fora preparado no mesmo dia da coleta das estacas e armazenado em geladeira para serem utilizadas no dia seguinte.

Tabela 3. Concentrações e quantidades de ácido indolbutírico, empregados para preparar 200 mL de solução de AIB. Mossoró/RN, UFERSA, 2017

Tratamento	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
Concentração (ppm)	0	6.000	4.000	5.000
Quantidade de AIB* (mg)	0	1.200	800	1.000

* Ácido 4-(3-Indolil) Butírico P.S.(S₁₂H₁₃NO₂), produzido pela VETEC QUÍMICA FINA LTDA, com 98% de pureza



Figura 7. Ilustração das alíquotas das soluções de AIB diluído em água, álcool e misturado em talco utilizados no manejo ou preparo das estacas para formulação dos tratamentos. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.



Figura 8. Experimento montado para produção de mudas de cajuputi submetidas a níveis de efluente doméstico tratado e manejos de AIB. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.

3.6 Avaliação

Aos 115 dias após a estaquia, período em que as estacas são normalmente transplantadas para campo, foi avaliado: número médio de brotações (unidade estaca⁻¹) por contagem; comprimento médio das brotações (cm) com auxílio de régua graduada; diâmetro médio das brotações (mm) utilizando paquímetro digital; número médio de folhas (unidade estaca⁻¹), número médio folíolos (unidade estaca⁻¹), número médio raízes (unidade estaca⁻¹) por contagem; média da fitomassa seca da parte aérea (g estaca⁻¹), média da fitomassa seca da raiz (g estaca⁻¹), média da fitomassa seca total (g estaca⁻¹) obtidas a partir da lavagem dos materiais que posteriormente foram colocados em sacos de papel e levados a estufa a 65 °C até o peso constante sendo retiradas e pesadas em balança de precisão para obtenção da fitomassa seca; estacas brotadas (%), estacas com calo (%), estacas enraizadas (%) e estacas brotadas enraizadas (%) por meio de contagem que conseqüentemente foram convertidas em porcentagem.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de significância entre as médias, ambos aplicados pelo teste ‘Tukey’ até o nível de 5% de probabilidade com auxílio do software estatístico SISVAR[®] de acordo com Ferreira (2011).



Figura 9. Avaliação do material experimental aos 115 dias após prática de estaquia. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.



Figura 10. Estacas de cajaraneira brotadas e enraizadas (característica apropriada para ser transplantada a campo). Mossoró/RN, UFERSA, 2017.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve influência significativa ($p < 0,05$) da diluição do Efluente Doméstico Tratado para as variáveis porcentagem de estacas brotadas (%EB); porcentagem de estacas com calos (%EC), porcentagem de estacas enraizadas (%ER), porcentagem de estacas brotadas e enraizadas (%EBR), comprimento médio das brotações (CB), número médio de folhas (NF), número médio de folíolos (NFo), comprimento médio de raízes (CR), volume médio de raízes (VR), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa seca das raízes (FSR) e fitomassa seca total (FST) das mudas de cajaneira (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para porcentagem de estacas brotadas (EB), porcentagem de estacas com calos (EC), porcentagem de estacas enraizadas (ER), porcentagem de estacas brotadas e enraizadas (EBR), número médio de brotações (NB), comprimento médio das brotações (CB), diâmetro médio das brotações (DB), número médio de brotações (NB), comprimento médio das brotações (CB), diâmetro médio das brotações (DB), número médio de folhas (NF), número médio de folíolos (NFo), número médio de raízes (NR), comprimento médio de raízes (CR), volume médio de raízes (VR), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa seca das raízes (FSR) e fitomassa seca total (FST) de mudas de cajaneira submetidas a diferentes diluições de Efluente Doméstico Tratado e a Manejos de AIB. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.

Fontes de variação	GL	Significância do Teste F				
		%EB	%EC	%ER	%EBR	NB
Efluente Tratado (E)	3	*	*	*	*	ns
Manejo AIB (M)	3	*	*	*	*	ns
E x M	9	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	-	15,22	22,03	30,61	33,05	20,30

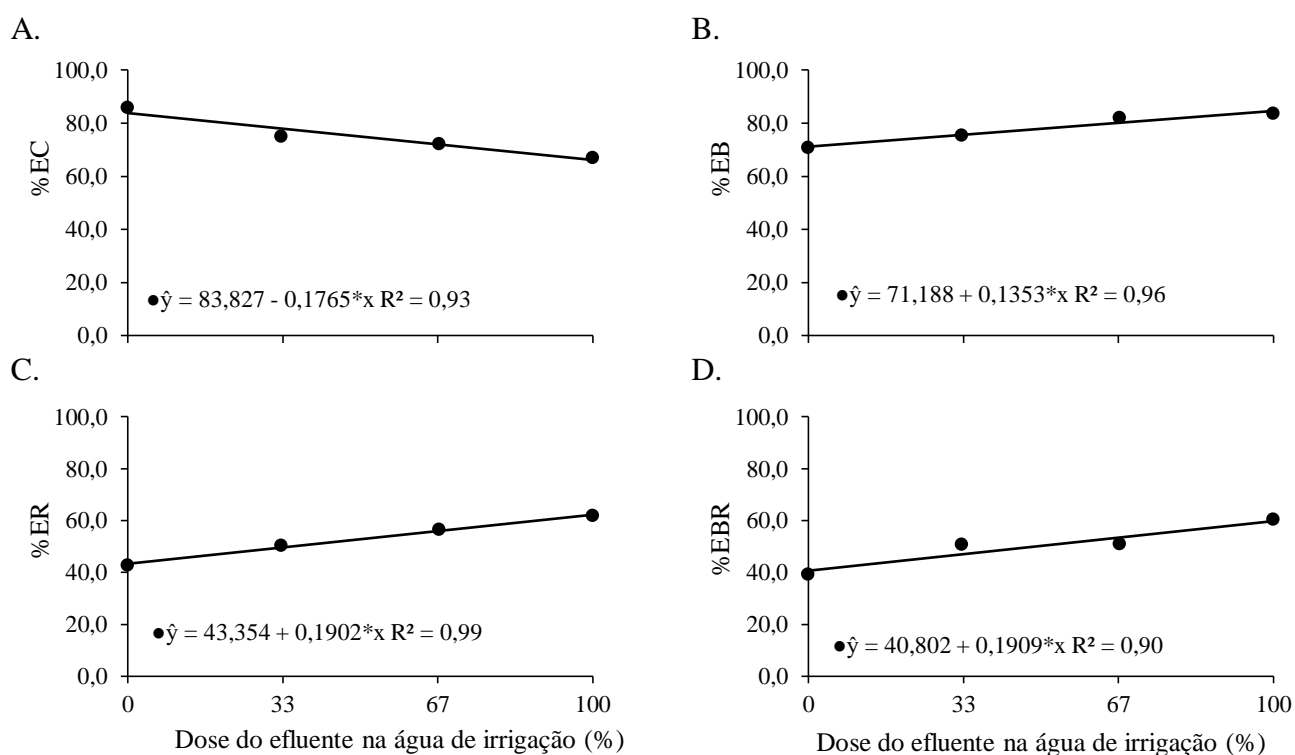
Fontes de variação	GL	Significância do Teste F				
		CB	DB	NF	NFo	NR
Efluente Tratado (E)	3	*	ns	*	*	ns
Manejo AIB (M)	3	*	ns	ns	ns	*
E x M	9	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	-	29,89	23,94	18,31	20,91	37,78

Fontes de variação	GL	Significância do Teste F				
		CR	VR	FSPA	FSR	FST
Efluente Tratado (E)	3	*	*	*	*	*
Manejo AIB (M)	3	ns	*	ns	ns	*
E x M	9	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	-	23,95	73,66	34,89	48,29	35,65

Nota: * – significativo a 5 % de probabilidade, ns – Não Significativo até 5% de probabilidade; CV – Coeficiente de Variação; e GL – Grau de Liberdade.

Quanto aplicação do Efluente Doméstico Tratado, verificou redução linear da porcentagem de estacas calejadas com o aumento da porcentagem do efluente na água de irrigação (Figura 11A). No entanto, apesar da maior porcentagem de estacas calejadas, a não aplicação do efluente proporcionou as menores porcentagem de estacas brotadas (71,18%), enraizadas (43,35%) e brotadas e enraizadas (40,80%).

Observou-se ainda, que aplicação do efluente doméstico tratado influenciou de forma linear crescente a porcentagem de estacas brotadas, enraizada e brotadas e enraizadas, sendo os melhores resultados obtidos com a utilização de 100% do efluente na irrigação das mudas de cajaraneira (Figuras 11B, C e D).



* = significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Figura 11. Porcentagem de estacas com calos, %EC (A), porcentagem de estacas brotadas, %EB (B), porcentagem de estacas enraizadas, %ER (C) e porcentagem de estacas brotadas e enraizadas, %EBR (D) de mudas de cajaraneira submetidas a diferentes a manejos do efluente doméstico tratado, aos 115 dias após a estaquia. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.

Com isso, podemos inferir que o efluente doméstico tratado influencia positivamente, assim, não descartando seu reuso na produção de mudas, podendo ser utilizado com alternativa hídrica satisfatória para propagação de estacas semi-herbáceas

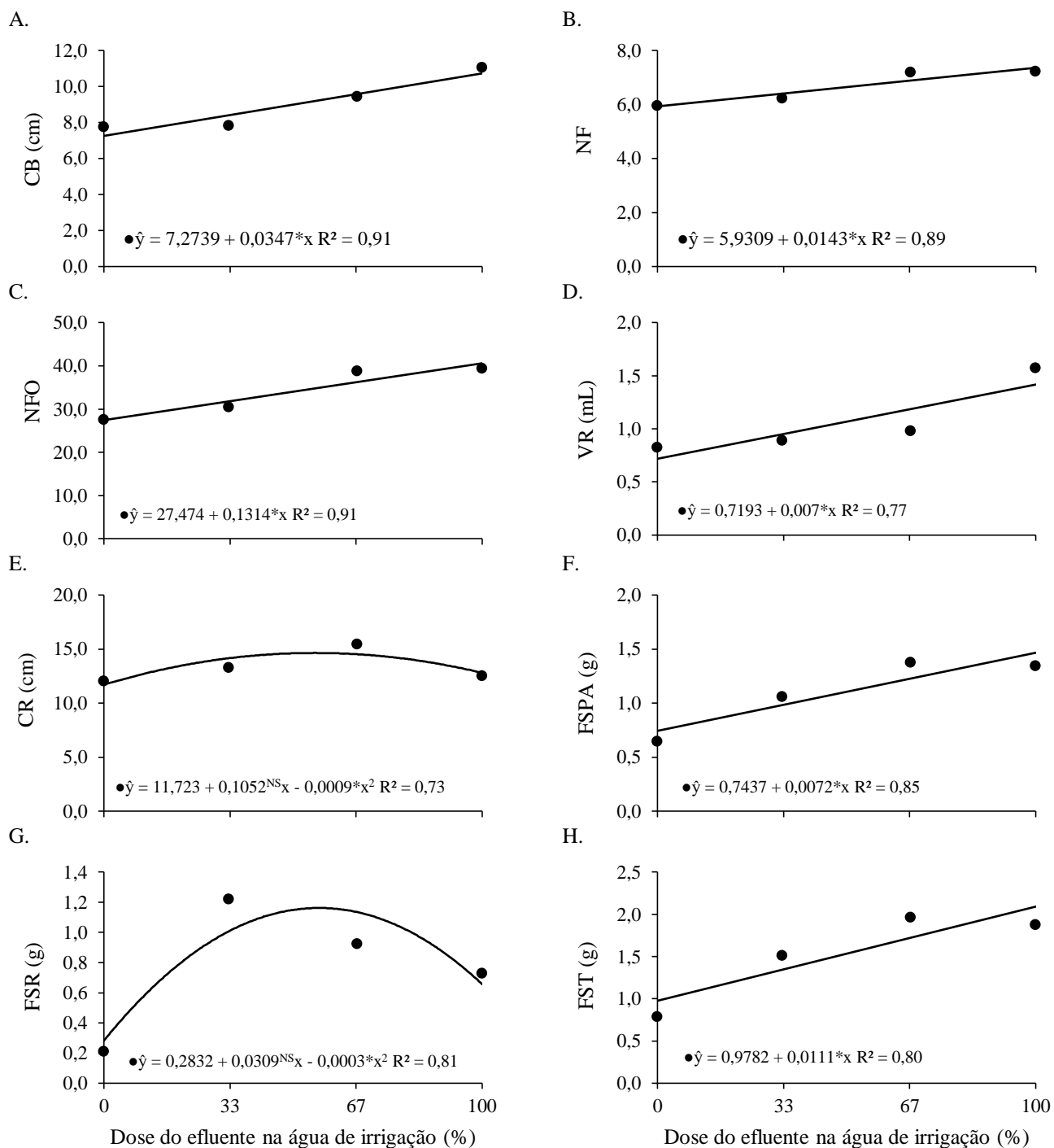
de cajaraneira em regiões onde água de boa qualidade é limitada. Resultado promissores da utilização do efluente doméstico tratado na propagação de mudas de frutíferas como o maracujá e o cajueiro também foram verificadas por Almeida et al. (2012) e Costa et al. (2012), respectivamente.

Notou-se comportamento linear crescente para variáveis comprimento médio das brotações, número médio de folhas, número médio de folíolos, volume médio de raízes, fitomassa seca da parte aérea, e fitomassa seca total em função do aumento da proporção do efluente na água de irrigação, sendo observado incrementos de 47,70; 24,11; 47,83; 97,32; 96,81 e 113,47%, respectivamente, ao comparar as plantas sem aplicação do efluente (100% de água de abastecimento), com as que receberam 100% do efluente como água de irrigação (Figuras 12A, B, C, D, F e H).

Esses resultados corroboram com os resultados observados na percentagem de estacas brotadas e enraizadas, inferindo que aplicação do efluente doméstico tratado não apenas é viável para irrigação, como favorece o desenvolvimento das mudas de cajaraneira propagada por estacas semi-herbáceas.

Para variáveis comprimento médio da raiz e fitomassa seca das raízes foi observado comportamento quadrático sendo verificado as maiores médias sobre as dose de 58,44 e 51,50% do efluente na água de irrigação. Apesar do comportamento quadrático observado no crescimento do sistema radicular, não foram observadas restrições no crescimento da parte aérea, como também foi observado ausência de sintomas de toxicidade. Com isso, é possível que as restrições no crescimento do sistema radicular a partir da dose estimada de 51,50% do efluente, estejam relacionadas ao maior aporte de energia para o desenvolvimento da parte aérea, tendo vistas, nas condições de boa disponibilidade de água e de nutrientes no substrato proporcionadas pelo efluente.

Resultados semelhantes aos observados no presente trabalho, também foram observado por Costa et al. (2012) e Almeida et al. (2012), utilizando efluente doméstico tratado na produção de mudas de cajueiro e maracujazeiro, respectivamente. Os autores também verificaram que aplicação do efluente doméstico tratado proporcionou melhores resultados que água de abastecimento. Isso se explica pelas características nutricionais do efluente, haja vista, que o bom aporte nutricional é uma das características de efluente doméstico tratado, influenciando positivamente no estado hídrico e nutricional da planta, incrementando seu crescimento e influenciando na qualidade das mudas (Rebouças et al., 2010; Pinto et al., 2016; Almeida et al., 2017).



* e ^{NS} = significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$) e não significativo, respectivamente.

Figura 12. Comprimento médio das brotações, CB (A), número médio de folhas, NF (B), número médio de folíolos, NFO (C), volume médio de raízes, VR (D), comprimento médio de raízes, CR (E), fitomassa seca da parte aérea, FSPA (F), fitomassa seca das raízes, FSR (G) e fitomassa seca total, FST (H) de mudas de cajuputi submetidas a diferentes doses do efluente doméstico tratado, aos 115 dias após a estaquia. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.

Com isso, a adoção de métodos que viabilizem a utilização de água de baixa qualidade na irrigação, como as águas residuais, é uma solução prática e conveniente para a redução no consumo de água e no impacto ambiental negativo causado pela descarga de efluentes, segundo Andrade et al. (2017). Sendo assim, verifica-se a importância e a viabilidade da utilização de águas residuárias de acordo com sua disponibilidade local proporcionando melhores desempenhos agrônômicos, suprimindo a necessidade nutricional de cultivos como cajueiro (COSTA et al., 2012), maracujazeiro (ALMEIDA et al., 2012), eucalipto (AUGUSTO et al., 2007); espécies florestais do bioma caatinga (ARAÚJO et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2013; PINTO et al., 2016; ALMEIDA et al., 2017).

Foi observado influência significativa ($p < 0,05$) do manejo do AIB, para as variáveis %EB, %EC, %ER, %EBR, CB, número médio de raízes (NR), VR e FST (Tabela 4). Para as variáveis número médio de brotações (NB) e diâmetro médio das brotações (DB) não foi observado influência significativa das fontes de variações estudadas (Tabela 4).

Ao avaliar o manejo do AIB sobre as características de pagamento das estacas, podemos observar uma alta percentagem de estacas com calos e brotadas, variando entre 61,46 a 85,07% de estacas com calos e de 56,60 a 92,36% de estacas brotadas (Tabela 6). Apesar do alto índice de estacas com calo e brotadas, a porcentagem de estacas enraizadas e enraizadas e brotadas foi baixa na maioria dos tratamentos, sobressaindo-se apenas o M4 (5.000 ppm de AIB diluído em Talco) em relação aos demais tratamentos, com 69,44 % de estacas enraizadas e 67,36% de estacas enraizadas e brotadas (Tabela 6). Hartman et al. (2002) relatam que a indução radicular é um fato independente da formação de calo na base de estacas.

Souza & Lima (2005) relatam que as brotações são formadas a partir de reservas orgânicas contidas nas estacas, contudo só ocorre formação de folhas definitivas se houver emissão de raízes adventícias para que haja suprimento nutricional e hídrico. Rios et al. (2012) complementam que os fatores endógenos constituem um dos mais sérios problemas da prática de produção de mudas de *spondias*, sendo importante a busca de técnicas auxiliares, como o uso de reguladores de crescimento para o sucesso no enraizamento de estacas, como a aplicação de auxina sintética, como o AIB.

De acordo com Taiz et al. (2015), o AIB é frequentemente utilizado para fazer o balanceamento hormonal onde provoca o aumento da concentração endógena de auxinas nos tecidos ocorrendo aceleração da formação de raízes, o que induz o

alongamento celular transformando as atividades fisiológicas da planta. O AIB tem sido usado para enraizamento de estacas de diversas espécies arbóreas, segundo Berhee Negash (1998). Dessa forma, Hartmann et al. (1997) complementam que o uso de fito hormônio por meio de aplicação exógena confere maior porcentagem, velocidade, qualidade e uniformidade de enraizamento em muitas espécies o que proporciona a diminuição da permanência das estacas no viveiro promovendo assim uma maior facilidade de produção de mudas em escala comercial.

Todavia podemos inferir que a aplicação de 6.000 ppm de AIB diluído em água (M₂) e 4.000 ppm de AIB diluído em Álcool (M₃), são ineficientes para o enraizamento de estacas de cajaraneira, haja vista, que estes não diferiram da testemunha, sendo a aplicação de 5.000 ppm de AIB diluído em Talco manejo do AIB mais indicado para a propagação de mudas de cajaraneira dentre os tratamentos estudados (Tabela 5). Na prática, verifica-se ainda maior facilidade de manejo do AIB misturado ao talco em relação à diluições do AIB em água ou álcool. Nestes dois últimos caso, há risco de perdas na prática agrícola da enxertia.

Tabela 5. Teste de média para porcentagem de estacas com calos (%EC), porcentagem de estacas brotadas (%EB), porcentagem de estacas enraizadas (%ER), porcentagem de estacas brotadas e enraizadas (%EBR), comprimento médio das brotações (CB), número médio de raízes (NR), volume médio de raízes (VR) e fitomassa seca total (FST) de mudas de cajaraneira submetidas a diferentes a manejos de AIB, aos 115 dias após a estaquia. Mossoró/RN, UFERSA, 2017.

Manejo do AIB	%EC	%EB	%ER	%EBR
M1 (Testemunha)	73,96 ab	80,21 b	45,14 b	43,75 b
M2	79,51 a	82,64 ab	48,96 b	46,53 b
M3	61,46 ab	56,60 c	47,92 b	43,75 b
M4	85,07 a	92,36 a	69,44 a	67,36 a
Manejo do AIB	CB (cm)	NR	VR (mL)	FST (g)
M1 (Testemunha)	7,20 c	1,36 c	0,60 b	1,21 b
M2	8,15 bc	1,69 bc	1,05 ab	1,38 ab
M3	9,86 ab	2,39 a	1,38 a	1,68 ab
M4	10,81 a	2,32 ab	1,16 ab	1,88 a

Nota: M1 = 0 ppm de AIB, M2 = AIB diluído em água à 6.000 ppm, M3 = AIB diluído em Álcool à 4.000 ppm e M4 = AIB diluído em Talco à 5.000 ppm. Letra iguais na coluna não diferem perante ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De maneira geral para o crescimento e ao acúmulo de fitomassa, observou-se que as estacas tratadas com o M₄ apresentaram os maiores comprimentos médios das

brotações, número médio de raízes, volume médio de raízes e fitomassa seca total em relação aos demais manejos (Tabela 5).

Avaliando a produção de mudas de cajaneira por estaquia Almeida et al. (2017) não verificou influência das doses de AIB sobre o enraizamento e o acúmulo de fitomassa seca das mudas. De acordo com Almeida et al. (2017), os resultados com a aplicação de AIB têm sido bastante variáveis em função da espécie, das cultivares, da dosagem, do tempo de imersão das estacas e da idade dos ramos. Desse modo, diferente do que foi visto pelos autores aplicação de AIB diluído em talco promoveu resultados promissores no enraizamento, crescimento e acúmulo de fitomassa no presente trabalho, inferindo que a forma de manejo do AIB é de fundamental importância para sua eficácia na produção de mudas de cajaneira. Resultados estes semelhantes aos observados nesse trabalho foram verificados por Tosta et al. (2012) em estacas lenhosas de cajaneira, os quais indicam a diluição do AIB em talco para uma produção de mudas satisfatória.

Todavia, apesar dos resultados promissores encontrados por Rios et al. (2012) e Bastos et al. (2012) na propagação de estacas lenhosas de cajaneira com 6.000 ppm de AIB diluído em água e 4.000 ppm de AIB diluído em Álcool, respectivamente não promovem resultados satisfatórios na propagação de estacas semi-herbáceas da respectiva espécie.

5 CONCLUSÕES

O efluente doméstico tratado é viável para irrigação de mudas de cajaraneira na sua forma diluída ou concentrada apresentando-se como fonte hídrica alternativa para irrigação.

O uso do AIB na concentração de 5.000 ppm diluído em Talco é satisfatório para propagação de mudas de cajaraneira por meio de estacas semi-herbáceas, além de apresentar maior facilidade de manejo comparada a utilização de diluições líquidas.

REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9.648-86: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13969-97: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro 60 p. ABNT, 1997.
- Ajao, A.; Shonukan, O.; Femi-Onadeko, B. Antibacterial effect of aqueous and alcohol extracts of *Spondias mombin* and *Alchornea cordifolia* - two local antimicrobial remedies. *International Journal of Crude Drug Research*, v.23, p. 67 – 72, 2008.
- Almeida, J. P. N. et al. Utilização de esgoto doméstico tratado na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. Mossoró, v. 7, n. 4, p. 69 – 75, 2012.
- Almeida, J. P. N.; Freitas, R. M. O.; nogueira, N. W.; oliveira, F. A.; Ferreira, H.; Leite, M. S. Production of *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke seedlings irrigated with fish farming wastewater. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 21, n. 6, p. 386-391, 2017.
- Almeida, J. P. N.; Leite, G. A.; Mendonça, V.; Cunha, P. S. C. F.; Arrais, I. G.; Tosta, M. S. Concentrações de AIB e substratos no enraizamento e vigor de estacas lenhosas de cajaraneira. *Revista de ciências agrárias*, Belém, v. 60, n. 1, p. 11 – 18, 2017.
- Alves, R. C. et al. Reutilização de água residuária na produção de mudas de tomate. *Revista Agropecuária Científica no Semiárido*, Patos, v. 8, n. 4, p. 77-81 , 2012.
- Alves, W. W. A. Fertirrigação com água residuária na cultura do algodão de fibra marrom. Campina Grande: UFCG, 2006. 211p. Tese Doutorado.
- ANDRADE, B. A. S., LACERDA, P. S. B., OLIVEIRA, J. L. M. Viabilidade técnica de reúso de efluente gerado do sistema de osmose reversa em uma indústria farmacêutica. *Revista Ambiente e Água*, Taubaté, v. 12, n. 5, p.607-707, 2017.
- Andrade Filho, J.; Sousa Neto, O. N.; Dias, N. D.; Rebouças, J. L. R.; Nascimento, I. B.; Medeiros, J. F.; Cosme, C. R. Atributos químicos de solo fertirrigado com água residuária no semiárido brasileiro. *Revista Irriga*, Botucatu, v. 18, n. 4, p. 661-674, 2013.
- Andrew, C.; Eugene, R.; Rodger, B. Standard methods for the examination of water and wastewater. São Paulo: Pharmabooks Importados, 1496p. 2012.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC no 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.
- Apha. A. W. W. A. Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater. 15 ed. Washington, DC.: American Public Health Association. American Water

Association. American Waster Works Association, Water pollution Control Federation, 1134p, 1995.

Araújo, B. A., Danta Neto, J., Lima, V. L. A., Santos, J. S. Uso de esgoto doméstico tratado na produção de mudas de espécies florestais da caatinga. Princípiã, João Pessoa, n. 15, p. 48-53, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7229: 1993: projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993. 15p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. NBR 7229: 1982: construção e instalação

Augusto, C. C., Guerrine, I. A., Engel, V. L.; Rousseau, G. X. 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. 4, p. 745-751, 2007.

Azevedo, M. R. Q. A.; König, A.; Beltrão, N. E. M.; Ceballos, B. S. O.; Azevedo, C. A. V.; Tavares, T. L. Características tecnológicas da fibra do algodão herbáceo sob efeito de adubação nitrogenada e irrigação com água residuária tratada. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 9, p. 202-206, 2005.

Bastos, L. P., Dantas, A. C. V. L., Costa, M. A. P. C., Bastos, M. J. S. M., Almeida, V. O. Propagação vegetativa de umbu-cajeira. Enciclopédia Biófera, v. 10, n. 18, p. 2517, 2014.

Bastos, R. K. X. Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e psicultura. PROSAB 3, Rio de Janeiro: ABES, 2003, p. 267.

Batista, R.O.; Reinaldo, G.P.B.; Freire Segundo, J.M.; Lemos Filho, L.C.A; SILVA, P.C.M.; Santos, D.B. Sistema ecológico para tratamento de esgoto primário em assentamentos rurais do semiárido brasileiro. Revista Agrarian, v.6, n.22, p.438-447, 2013.

Benevides, R. M. Aspectos sanitários e agrônômicos do uso de esgotos tratados na irrigação do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) – Aquiraz: UFCE, 2007. 117p. Dissertação de Mestrado.

Berhe, D.; Negash, L. Assexual propagation of *Juniperus procera* Hochst. ex Endl. from Etiopia: a contribution to the conservation of African pencil cedar. Forest Ecology and Management, v. 112 (1-2), p 179-190, 1998.

Bernardi, C. C. Reuso de água para agricultura. Brasília: ISEA, 2003. 625p. Monografia de Especialização.

Bertoncini, E. I. Tratamento de Efluentes e Reúso da Água no Meio Agrícola. Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária. São Paulo, v. 1, n. 1, p. 152-169, 2008.

Bezerra, B. G.; Fideles Filho, J. Análise de crescimento da cultura do algodoeiro irrigada com águas residuárias. *Revista Ciências Agrônômicas*, Fortaleza, v. 40, p. 339-345, 2009.

Bicudo, C. E. M., Tundisi, J. G., Scheuenstuhls, M. C. B. **Águas do Brasil**: análises estratégicas. 1. ed. São Paulo: Instituto de Botânica. 2010. 224 p.

Blumenthal, U. J.; Mara, D. D.; Peasey, A.; Palacios, G. R.; Stoot, R. Guidelines for microbiological quality of treated wastewater used in agriculture: recommendations for revising WHO guidelines. *Bulletin of the World Health Organization*, p. 1104-1116, 2000.

BRASIL Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. *Diário Oficial*, Brasília, 2007b.

BRASIL (2007a). GEO Brasil recursos hídricos: Componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil. Resumo executivo. Brasília: ANA/MMA, Imprensa Nacional, 2007a, 60 p.

BRASIL (2011). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. *Diário Oficial*, Brasília, 2011.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Aplicação controlada de água residuária e lodo de esgoto no solo, para melhorar e incrementar a agricultura do semi-árido nordestino. FUNASA, Brasília, DF, 120 p., 2007.

Campbell, C.W.; Sauls, J.W. Spondias in Florida. Florida Cooperative Extension Service/Institute of Food and Agricultural Sciences/ University of Florida, Florida, Fruit Crops Fact Sheet. v 63, p. 3, 1991.

Carmo Filho, F.; Espínola Sobrinho, J.; Maia Neto, J. M. Dados meteorológicos de Mossoró (Janeiro de 1988 à Dezembro de 1990). Coleção Mossoroense. Mossoró: ESAM/FGD, 1991. 121p.

Chernicharo, C. A. L.; Florencio, L.; Bastos, R. K. X.; Piveli, R. P.; Von Sperling, M.; Monteggia, L. O. Tratamento de esgotos e produção de efluentes adequados a diversas modalidades de reúso da água. In: FLORENCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M. (Coord.). Tratamento e utilização de esgotos sanitários. Rio de Janeiro: ABEAS, cap. 3, p. 63-110. 2006.

Chevremont, A. C.; Boudenne, J. L.; Coulomb, B.; Farnet, A. M. Impact of watering with UV-LED-treated wastewater on microbial and physico-chemical parameters of soil. *Water Research*, v. 47, p. 1971-1982, 2013.

Cirilo, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido brasileiro. Estudo avançados, São Paulo, v. 63, p. 61-82, jun. 2008.

Cirilo, J. A.; Montenegro, S. M. G. L.; Campos, J. N. B. A questão da água no semiárido brasileiro. In: Bicudo, C. E. M.; Tundisi, J. G.; Scheuenstuhl, M. C. B. (Org.). Águas do Brasil análises estratégicas. São Paulo: Instituto de Botânica, p. 81-91, 2010.

CNRH – CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução nº 54/2005. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 09 Mar. 2006.

Coelho, J. K. S. Enraizamentos de estacas verdes enfolhadas de cajarana (*spondeas* sp). Mossoró: ESAM, 2001. 39p. Monografia.

COEMA – CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 2/2017. Diário Oficial do Estado. Fortaleza, CE, 21 Fev. 2017.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 20/1986. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 18 Jun. 1986.

Corthout, J.; Pieters, L.; Claeys, M.; Vanden Berghe, D.; Vlietinck, A. Antiviral caffeoyl esters from *Spondias mombin*. *Phytochemistry*, v. 31, n. 6, p. 1979-1981, 1992.

Costa, L. R., Gurgel, M. T., Alves, S. M. C., Mota, A. F., Azevedo, J., Almeida, J. P. N. Crescimento de mudas de cajueiro anão precoce irrigado com efluente doméstico tratado. *Revista brasileira de ciências agrárias*, Recife, v. 7, n. 3, p. 421-426, 2012.

Costa, M. S. et al. Produção de mudas de timbaúba sob diferentes concentrações de efluente doméstico tratado, *Revista Irriga*, Botucatu, Edicao Especial, p. 408-422, 2012.

Costa, Z. V. B., Gurgel, M. T., Costa, L. R., Alves, S. M. C., Ferreira Neto, M., Batista, R. O. Efeito da aplicação de esgoto doméstico primário na produção de milho no assentamento Milagres (Apodi-RN). *Revista Ambiente e Água*. Taubaté, vol. 9, n. 4, p. 737-751, out./dez. 2014.

CREA – PR. Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Paraná. Uso e reúso da água. Curitiba, 2010.

Cunha, P. S. C. F. Enraizamento de estacas de spondiassubmetidas adoses de ácido indolbutírico (aib) e substratos. Mossoró: UFERSA, 2013, 81p. Dissertação Mestrado.

Duarte, A. S.; Airoidi, R. P. S.; Folegatti, M. V.; Botrel, T. A.; Soares, T. M. Efeitos da aplicação de efluente tratado no solo: pH, matéria orgânica, fósforo e potássio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 12, n. 3, p. 302-310, 2008.

Fachinello, J.C.; Hoffmann, A.; Nachtigal, J.C. (Eds). Propagação de plantas frutíferas. Embrapa Informações Tecnológicas, Brasília, DF. 2005, 221p.

Faggion, F.; Oliveira, C. A. S.; Christofidis, D. Uso eficiente da água: uma contribuição para o desenvolvimento sustentável da agropecuária. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, Brasília, v. 2, n. 1, 187-190, 2009.

Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

Fideles Filho, J.; Nascimento, J.S. Crescimento, produção e alterações químicas do solo em algodão irrigado com água de esgotos sanitários tratados. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 28, n. 2, p. 36-45, 2015.

Figueiredo, A. M. F.; Melo, A. A.; Azevedo, C. A. V; Lima, V. L. A.; Dantas Neto, J.; Pinheiro, I. F. S. Crescimento e produção de algodão colorido com água residuária doméstica tratada e composto orgânico. *Revista Educação Agrícola Superior*, Brasília, v. 27, n. 1, p. 19-24, 2012.

Gheyi, H. R., Paz, V. P. S., Medeiros, S. S., Galvão, C. O. Recursos hídricos em regiões semiáridas. 1.ed. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2012. 258 p.

Giacometti, D.C. Recursos genéticos de frutíferas nativas do Brasil. In: Simpósio Nacional De Recursos Genéticos De Frutíferas Nativa, 1., 1992, Cruz das Almas. Anais: Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 1992. 13-27p.

Gomes, R. P. Fruticultura brasileira. 11.ed. São Paulo: Nobel. 1985. 446 p.

Gomes, W. A.; Estrela, M. A.; Mendonça, R. M. N.; Silva, S. M.; Souza, A. P.; ALVES, R. E. Enraizamento de estacas de umbu-cajazeira (*Spondias spp.*). *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture*, Boca Chica, v. 47, n. 1, p. 231-233, 2005.

Hartmann, H. T.; Kester, D. E.; Davies Jr., F. T. *Plant propagation; principles and practices*. 6 ed. New Jersey: Prentice Hall. 1997. 770p.

Hartmann, H.T. Kester, D. E., Davies Jr, F. T., Geneve, R. L. *Plant propagation: principles and practices*. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880p.

Hespanhol, I. Potencial de Reúso de Água no Brasil – Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos, *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Viamão, v. 7, n. 4, p. 75-97, 2002.

IBGE. Pesquisa nacional de saneamento básico 2008. Rio de Janeiro: MPOG, MC, 2010. 219p.

Lemos, M. Sistema modular para tratamento de esgoto doméstico em assentamento rural e reuso para produção de girassol ornamental. Mossoró, RN: UFERSA, 2011. 172 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) – Universidade Federal Rural do Semiárido, 2011.

Lemos, M. Uso de esgoto doméstico tratado na produção de palma forrageira em assentamento rural do semiárido brasileiro. Mossoró, RN: UFERSA, 2016. 244 p. Tese

(Doutorado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semiárido, 2016.

Lima, A. K. C. Propagação de cajaraneira (*Spondeas cytherea* Sonn.) pelo método de estaquia herbácea nas condições climáticas de Mossoró – RN. Mossoró: ESAM, 2002. Monografia de Graduação.

Lima, A. K. C.; Rezende, L. P.; Câmara, F. A. A.; Nunes, G. H. S. Propagação de cajarana (*Spondias* sp.) e cirigüela (*Spondias purpurea*) por meio de estacas verdes enfolhadas, nas condições climáticas de Mossoró-RN. Revista Caatinga, v. 15, n. (1/2), p. 33-38, 2002.

Lima, F. S. Caracterização físico-química e bromatológica da polpa de *Spondias* sp (cajarana do sertão). Patos: UFCG, 2010. 64p. Dissertação de Mestrado

Malvezzi, R. Semiárido - uma visão holística. Brasília: Confea, 2007. 140 p.

Matos, F.J.A. Cajazeira *Spondias mombin* Jacq. (Anacardiaceae) In.: MATOS, F.J.A. Farmácia viva: sistema de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades. Fortaleza: EUFC, 1994. p. 67 – 68.

Mattos, K. M. da C., Viabilidade da irrigação com água contaminada por esgoto doméstico na produção hortícola. Botucatu: FCA, 2003. 168p. Tese Doutorado.

Mayer, N. A. Propagação assexuada do porta-enxerto umezeiro (*Prunus mume* Sieb & Zucc.) por estacas herbáceas. Jaboticabal: UEP, 2001. 114p. Dissertação Mestrado.

Medeiros, S. S., Gheyi, H. R., Galvão, C. O., Paz, V. P. S. Recurso Hídricos em regiões áridas e semiáridas. 1.ed. Brasília: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. 439p.

Mitchell, J. D.; Daly, D. C. Revisão das espécies neotropicais de *Spondias* (Anacardiaceae). In: Congresso Nacional De Botânica, 46, 1995, São Paulo, Anais. São Paulo: USP, 1995. CD Rom.

Mollahoseini, H. Long term effects of municipal wastewater irrigation on some properties of a semiarid region soil of Iran. International Journal of Scientific Engineering and Technology, Iran, v. 3, n. 4 p. 444-449, 2014.

Oliveira, J. A. Efeito dos substratos artificiais no enraizamento e no desenvolvimento de maracujazeiro azedo e doce por estaquia. Brasília: UNB, 2000. Dissertação Mestrado.

Oliveira, J. F. et al. Avaliação de mudas de sabiá e mororó fertirrigadas com esgoto doméstico tratado. Revista Agropecuária Científica no Semiárido, Patos, v. 9, n. 4, p. 46-52, 2013.

Oliveira, J. P. Tratamento para reúso de água em viveiro de eucalipto. Rio de Janeiro: UFRJ, 2009. 190p. Tese Doutorado.

OMS. Organização Mundial de Saúde. Directrices sanitárias sobre el uso de águas residuales em agricultura e aquicultura. 778p. OMS, Genebra, 1989.

Passarini, K. C. et al. Uso de Técnicas de Produção Mais Limpas para Recuperação de Solos e Reuso da Água do Esgoto. In: 3rd International Workshop | Advances In Cleaner Production, 1, 2011, São Paulo. Anais. São Paulo: ACP, 2011. CD Rom.

Paz, V.P.S.; Teodoro, R.E.F.; Mendonça, F.C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 465-473, 2000.

Pinto, J. R. S.; Freitas, R. M. O.; Leite, T. S.; oliveira, F. A.; Ferreira, H.; Leite, M. S. Growth of young *Tabebuia aurea* seedlings under irrigation with wastewater from fish farming. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 20, n. 6, p. 519-524, 2016.

Pinto, J. R. S.; Freitas, R. M. O.; Leite, T. S.; oliveira, F. A.; Ferreira, H.; Leite, M. S. Growth of young *Tabebuia aurea* seedlings under irrigation with wastewater from fish farming. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 20, n. 6, p. 519-524, 2016.

Rebouças, A. C. Água na Região Nordeste: desperdício e escassez. Estudos avançados, São Paulo , v. 11, n. 29, p. 127 – 154, 1997.

Rebouças, A.C. Águas subterrâneas. In: Rebouças, A.C.; Braga, B.; Tundisi, J.G. (ed.). Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras, 1999. Cap. 4, p.117-151.

Rebouças, Aldo C. Água doce no mundo e no Brasil. In: Rebouças, A. C.; Braga, B. & Tundisi, G. (Org.). Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras. 2006. 35p.

Rebouças, J. R. L.; Dias, N. S.; Gonzaga, M. I. S.; Gheyi, H. R.; Sousa Neto, O. N. Crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado. Revista Caatinga, Mossoró, v. 23, p. 97-102, 2010.

Reinaldo, G. P. B.; Batista, R. O.; Silva, P. C. M.; Filho, L. C. A. L.; Neto, M. F.; Santos, D. B. Desempenho de sistema decanto-digestor com filtro biológico seguido por alagado construído e reator solar no tratamento de esgoto doméstico, v. 7, n. 2, p.62-74, 2012.

Rios, E. S.; Pereira, M. C.; Santos, L. S.; Souza, T. C.; Ribeiro, V. G. Concentrações de ácido indolbutírico, comprimento e época de coleta de estacas, na propagação de umbuzeiro. Revista Caatinga, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 52-57, 2012.

Sá, F. V. S. Balanço de Sais no Solo e Morfofisiologia de Plantas de Feijão-Caupi sob Estresse Salino e Adubação Fosfatada. Mossoró: UFERSA, 2016. 211p. Dissertação Mestrado.

Santana, R. B.; Silva, A. A. G.; Faccioli; Gomes, N. O. O; Batista, W. R. M. Introdução aos estudos de zoneamento de risco climático para a cultura do girassol no Estado de Pernambuco. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 14. 2006. Florianópolis. Anais. Florianópolis: SBMET, 2006. CD Rom.

Santos, A. N.; Soares, T. M.; Silva, E. F. F.; Silva, D. J. R.; Montenegro, A. A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.961-969, 2010.

Santos, A. P. Caracterização de frutos e enraizamento de estacas de umbu-cajazeiras. Cruz das Almas: UFRB, 2009. 54p. Dissertação Mestrado.

Santos, S. R.; Soares, A. A. S.; Kondo, M. K.; Matos, A. T.; Maia, V. M. Indicadores de produção e qualidade da fibra do algodoeiro fertirrigado com água residuária sanitária. *Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v. 36, n. 3, p. 525-536, 2016.

Scalize, P. S., Barros, E. F. S., SOARES, L. A., HORA, K. E. R., FERREIRA, N. C., BAUMANN, L. R. F. Avaliação da qualidade da água para abastecimento no assentamento de reforma agrária Canudos, Estado de Goiás. *Revista Ambiente & Água, Taubaté*, v. 9, n. 4, p. 697-707, 2014.

Silva, J. L. A. et al. Influência da água residuária de origem doméstica no crescimento inicial do melão 'amarelo ouro'. *Revista Agropecuária Científica no Semiárido, Patos*, v. 8, n. 4, p. 16-22, 2012.

Sousa Neto, O. N.; Andrade Filho, J.; Dias, N. D.; Rebouças, J. L. R.; Oliveira; F. R. A.; Diniz, A. A. Fertigação do algodoeiro utilizando efluente doméstico tratado, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande*, v. 16, n. 2, p. 200-208, 2012.

Sousa, F. X., Costa, J. T. A. Produção de Mudas das Spondias: Cajazeira, Cajaraneira, Cirigueleira, Umbu-cajazeira e Umbuzeiro. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010. 26p.

Souza, A. A.; Rezende, L. P.; Câmara, F. A. A. Obtenção de mudas de Spondias sp pelo método de estaquia lenhosa e semi-herbáceas. In: *Seminário De Iniciação Científica*, 7, 2001, Mossoró. Anais. Mossoró: CNPq/PIBIC/ESAM, 2001. p. 30-34

Souza, F. X. ; Lima, R. N. Enraizamento de estacas de diferentes matrizes de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico. *Revista Ciência Agronômica, Fortaleza*, v. 36, n. 2, p. 189-194, 2005.

Souza, F. X. Spondias agroindustriais e os seus métodos de propagação. Fortaleza: Embrapa-CNPAT/SEBRAE/CE, 1998. 26p.

Souza, F. X., ARAÚJO, C. A. T. Avaliação dos métodos de propagação de algumas Spondias agro-industriais. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 1999. 8p.

Souza, J. A. R.; Moreira, D. A; Martins, I. P.; Carvalho, C. V. M.; Carvalho, W. B. Sanidade de frutos de pimentão fertirrigados com água residuária de suinocultura. *Revista Ambiente & Água, Urutaí*, v. 8, n. 2, p.124 – 134, 2013.

Souza, J. T. et al. Tratamento de águas residuárias: uma proposta para a sustentabilidade ambiental. *Revista de Biologia e Ciência da Terra*, n. 1, suplemento especial, p. 90-97, 2006.

Souza, J. T.; Leite, V. D. Tratamento e utilização de esgotos domésticos na agricultura. 2. Ed. Campina Grande: UEPB, 2008. 135p.

Taiz, L.; Zeiger, E.; Møller, I. M.; Murphy, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. 858p.

Tosta, M. S., Oliveira, C. V. S., Freitas, R. M. O., Porto, V. C. N., Nogueira, N. W., Tosta, P. A. F. Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de cajaraneira (*Spondias* sp.). *Ciências Agrárias*. v. 33, n. 1, p. 2727-2740, 2012.

Veriato, M. K. L., Barros, H. M. M. B., Souza, L. P. S., Chicó, L. R., Barosi, K. X. L. Água: Escassez, crise e perspectivas para 2050. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. v. 10, n. 5 (ESPECIAL), p. 17-22, 2015.

Von Sperling, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte: UFMG, 2011. 452 p.

WHO - World Health Organization. Health guidelines for wastewater use in agriculture and aquaculture. Geneva: WHO, 1989. p. 1104-1116, Technical Report Series, 778p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO (OMS) Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards. Of a WHO meeting of experts. Technical report series. Nº 517. Genebra, 1973.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO (OMS). Preventing disease through healthy environments: towards an estimate of the environmental burden of disease. Geneve, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture. Geneva: WHO, 1989. 778 p.

Zambon, J. Utilização de águas residuais na irrigação de clones de eucaliptos. *Rio Verde*: URV, 2011. 25 p. Artigo acadêmico.