

MARIA GRACIELE DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO USO DE HIDROGEL NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DO
ANGICO (*Anadenanthera colubrina*), UMA ESPÉCIE ARBÓREA NATIVA DA
CAATINGA**

Macau – RN
2022

MARIA GRACIELE DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO USO DE HIDROGEL NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DO
ANGICO (*Anadenanthera colubrina*), UMA ESPÉCIE ARBÓREA NATIVA DA
CAATINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de licenciatura em Biologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Biologia.

Orientadora: Luciana Helena Silva Rocha, M.Sc.
Coorientadora: Tatiana Hideko Kawamoto, Dra.

Macau – RN
2022

S586a Silva, Maria Graciele da.
Avaliação do uso de hidrogel no desenvolvimento inicial do angico (*Anadenanthera colubrina*), uma espécie arbórea nativa da caatinga [manuscrito] / Maria Graciele da Silva. – Macau, 2023.
48 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Biologia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 2023.

Orientadora: Prof^ª. Ma. Luciana Helena Silva Rocha.

1. Caatinga. 2. Angico hidrogel. 3. Déficit hídrico. I. Título.

CDU: 573

AVALIAÇÃO DO USO DE HIDROGEL NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DO ANGICO (*ANADENANTHERA COLUBRINA*), UMA ESPÉCIE ARBÓREA NATIVA DA CAATINGA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de licenciatura em Biologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Biologia.

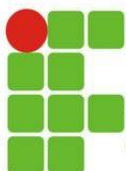
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado e aprovado em 18 / 01 / 2023,
pela seguinte Banca Examinadora:

Profa. Me. Luciana Helena Silva Rocha - Presidente
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Dra. Tatiana Hideko Kawamoto – Co-orientadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Profa. Me. Silvia de Araújo Aranha, Membro da banca - Examinadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Me. Vladiere Sousa Torres Oliveira, Membro da banca - Examinador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Dedico a Deus.
A minha família, amigos.
E aos meus professores.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter sido meu suporte e por me tornar uma pessoa perseverante durante essa trajetória.

À minha mãe, Maria das Graças, ao meu pai, Josemar Regiclaudio, e ao meu namorado, Nadson Mikael, que foram fundamentais nesse processo, sempre estiveram me dando incentivo a não desistir dos meus objetivos.

Aos amigos, em especial Maria Marta, Maria da Conceição e Lucidalva de Souza, que colaboraram de maneira significativa nesse percurso.

Aos professores de toda a minha vida, em especial ao professor Ivanildo José, por sempre me encorajar na profissão.

À minha orientadora MSc. Luciana Rocha e Coorientadora Dra. Tatiana Hideko, pelos ensinamentos e pela grande contribuição nesse trabalho.

Aos membros da banca examinadora, Vladiere Oliveira e Silvia Aranha, por se disporem a avaliar meu trabalho.

Ao Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental - NEMA/UNIVASF, o Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional - PISF e o Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR pela disponibilização das sementes.

A Artur Carneiro, Wellington Sena, Ozanira Maciel, Allanys dos Santos, Amanda Gabriella e Milena Florencio por contribuírem para construção desse trabalho.

À Unidade Industrial-Escola (DIGUIE) e a Coordenação de Laboratórios (COLAB), pelo apoio ao projeto.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Norte, *Campus* Macau, pela oportunidade de formação.

RESUMO

O angico (*Anadenanthera colubrina*) está presente em várias regiões do Brasil, como na Caatinga, no Cerrado e na Mata Atlântica. É uma espécie bem resistente em solos pobres de nutrientes e que apresenta fácil adaptação, no entanto está sujeita aos riscos da irregularidade das chuvas. O hidrogel é um composto umidificador de solo que retém e disponibiliza umidade por mais tempo para a planta, portanto tem potencial para ser uma ótima alternativa para diminuir o déficit hídrico na espécie do Angico. Mediante o exposto, objetivou-se avaliar a influência do poliacrilato de potássio (hidrogel) sob diferentes condições de irrigação na produção de mudas de (*Anadenanthera colubrina*) uma espécie arbórea nativa da Caatinga. O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Norte (IFRN), *Campus* Macau. No delineamento experimental adotado para o plantio das sementes utilizou-se três concentrações de hidrogel, denominadas H0 (0g de hidrogel por muda), H1 (0,5g de hidrogel por muda) e H2 (2g de hidrogel por muda) com 20 repetições, totalizando 60 unidades experimentais. Dessas, metade (10 de cada grupo) foi regada uma vez por semana e metade duas vezes por semana, de modo a testar 2 frequências de irrigação (I1 e I2). Para avaliação do desenvolvimentos das plantas, foram feitas medidas de altura, diâmetro do coleto, contagem do número de folhas, massa seca (parte aérea, raiz e total), massa fresca (parte aérea, raiz e total), água (parte aérea, raiz e total), relação massa fresca e relação massa seca, aos 32 dias após a semeadura. Através de análise estatística, foi constatado que as mudas do grupo H2 apresentaram menor acúmulo de água na parte aérea (caule e folhas). A massa seca da raiz foi menor nas mudas do grupo H0, o que sugere que a maior disponibilidade de água gerada pela aplicação de hidrogel pode ter favorecido o acúmulo de nutrientes nas raízes dos grupos H1 e H2, que visivelmente apresentaram xilopódios (espessamentos) mais desenvolvidos. A frequência de irrigação não influenciou em nenhuma variável mensurada. O presente trabalho, embora preliminar, abre horizontes na busca por novas perguntas sobre os mecanismos envolvidos no uso dessa promissora tecnologia agrícola aplicada no reflorestamento de árvores nativas da Caatinga.

Palavras-chave: Caatinga. Angico. Hidrogel. Déficit hídrico.

ABSTRACT

The angico (*Anadenanthera colubrina*) is present in several regions of Brazil, such as the Caatinga, Cerrado and the Atlantic Forest. It is a very resistant species in nutrient-poor soils and is easily adaptable, however it is subject to the risk of irregular rainfall. The hydrogel is a soil humidifying compound that retains and provides moisture for a longer time to the plant, therefore it has the potential to be a great alternative to reduce the water deficit in the Angico species. Based on the above, the objective was to evaluate the influence of potassium polyacrylate (hydrogel) under different irrigation conditions on the production of seedlings of (*Anadenanthera colubrina*) a tree species native to the Caatinga. The experiment was conducted at the Federal Institute of Education, Science and Technology Rio Grande do Norte (IFRN), Campus Macau. In the experimental design adopted for planting the seeds, three concentrations of hydrogel were used, called H0 (0g of hydrogel per seedling), H1 (0.5g of hydrogel per seedling) and H2 (2g of hydrogel per seedling) with 20 repetitions, totaling 60 experimental units. Of these, half (10 from each group) were watered once a week and half twice a week, in order to test 2 irrigation frequencies (I1 and I2). To evaluate plant development, height, stem diameter, leaf number count, dry mass (shoot, root and total), fresh mass (shoot, root and total), water (shoot, root and total) were measured. root and total), fresh mass ratio and dry mass ratio, at 32 days after sowing. Through statistical analysis, it was found that the seedlings of the H2 group had less water accumulation in the aerial part (stem and leaves). The root dry mass was lower in the seedlings of the H0 group, which suggests that the greater availability of water generated by the hydrogel application may have favored the accumulation of nutrients in the roots of the H1 and H2 groups, which visibly presented xylopodia (thickening) more developed. The frequency of irrigation did not influence any measured variable. The present work, although preliminary, opens horizons in the search for new questions about the mechanisms involved in the use of this promising agricultural technology applied in the reforestation of native Caatinga trees.

Keywords: Caatinga. Angico. Hydrogel. Water deficit.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Siglas das variáveis medidas ou calculadas para as mudas de angico (<i>Anadenanthera colubrina</i>).	31
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Coleta e peneiramento de solo e areia lavada no IFRN Campus Macau.	24
Figura 2: Bandejas com os substratos (adubo, solo do IFRN e areia lavada) e processo de mistura.	24
Figura 3: Incorporação do hidrogel ao substrato.	25
Figura 4: Preenchimento e pesagem dos sacos de muda.	25
Figura 5: Delineamento experimental. Os grupos H0-T (Hidrogel 0- Terça); H1-T (Hidrogel 0,5 g – Terça); H2-T (Hidrogel 2 g – Terça) eram regados uma vez na semana; enquanto as parcelas H0-T/S (Hidrogel 0- Terça/Sexta); H1-T/S (Hidrogel 0,5 g - Terça/Sexta); H2-T/S (Hidrogel 2 g - Terça/Sexta) eram regadas duas vezes na semana.	26
Figura 6: Disposição das mudas nas bandejas de acordo com os tratamentos.	27
Figura 7: Bandejas com os sacos de mudas dispostos nas mesas na estufa do IFRN Campus Macau	27
Figura 8: Metodologia de irrigação das mudas.	27
Figura 9: Todos os tratamentos depois do desbaste.	28
Figura 10: Medições da altura e coleto, e contagem de folhas.	29
Figura 11: Mudas já com a parte aérea e radicular separadas.	29
Figura 12: Mudas na estufa a 70° C.	30
Figura 13: Angico após sair da estufa.	30
Figura 14: Angicos após retirada do substrato.	32

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1.** Comparação da Água da Parte Aérea (AgPA) entre os tratamentos. H0-T: Sem hidrogel / Irrigação 1x por semana; H0-T/S: Sem hidrogel / Irrigação 2x por semana; H1-T: 0,5g de hidrogel / Irrigação 1x por semana; H1-T/S: 0,5g de hidrogel / Irrigação 2x por semana; H2: 2g de hidrogel / Irrigação 1x por semana; H2-T/S: 2g de hidrogel / Irrigação 2x por semana. 33
- Gráfico 2.** Comparação da Massa Seca da Raiz (MSR) entre diferentes dosagens de hidrogel. H0: Sem hidrogel; H1: 0,5g por muda; H2: 2g por muda..... 34
- Gráfico 3.** Comparação da Relação Massa Fresca (RELMF) entre diferentes dosagens de hidrogel. H0: Sem hidrogel; H1: 0,5g por muda; H2: 2g por muda..... 35
- Gráfico 4.** Comparação da Relação Massa Seca (RELMS) entre diferentes dosagens de hidrogel. H0: Sem hidrogel; H1: 0,5g por muda; H2: 2g por muda..... 36
- Gráfico 5.** Comparação da Água da Parte Aérea (AgPA) entre diferentes dosagens de hidrogel. H0: Sem hidrogel; H1: 0,5g por muda; H2: 2g por muda..... 37
- Gráfico 6.** Comparação da Água Total (AgT) entre diferentes dosagens de hidrogel. H0: Sem hidrogel; H1: 0,5g por muda; H2: 2g por muda. 38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

H0: Hidrogel 0

H1: Hidrogel 0,5 g

H2: Hidrogel 2 g

I1: Irrigação 1

I2: Irrigação 2

T: Terça

T/S: Terça/Sexta

MFT: Massa fresca total

MFPA: Massa fresca da parte aérea

MFR: Massa fresca da raiz

MST: Massa seca total

MSPA: Massa seca da parte aérea

MSR: Massa seca da raiz

RELMF: Relação massa fresca

RELMS: Relação massa seca

APA: Altura da parte aérea

AgPA: Água da parte aérea

AgT: Água total

AgR: Água da raiz

PSA: Polímero superabsorvente

P: Parâmetro

Sumário

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 O Bioma Caatinga e sua degradação	15
2.2 A utilização de espécies nativas da Caatinga na revegetação de áreas degradadas	18
2.3 Polímeros superabsorventes e seu potencial no plantio de mudas nativas da Caatinga	18
3 METODOLOGIA	20
3.1 Preparação do experimento.....	23
3.2 Delineamento experimental e condução do experimento	25
3.3 Medições dos parâmetros para avaliação do desenvolvimento das mudas	28
3.4 Análise estatística	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Comparação entre tratamentos	33
4.2 Comparação entre dosagens de hidrogel.....	34
4.3 Comparação entre as frequências de irrigação.....	39
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga vem sofrendo com a degradação de maneira desenfreada, resultando na extinção de algumas espécies de flora e fauna. Por isso, é essencial a incorporação de programas e projetos que envolvam o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga e integre ações de educação ambiental, como atividades turísticas e a ampliação dos sistemas de áreas protegidas (SILVA, 2004). Além disso, para minimizar os efeitos causados pela deterioração ambiental, que faz com que as florestas não consigam se recuperar sozinhas, é necessário o reflorestamento, sendo essa uma maneira eficaz de atribuir qualidade a essas regiões degradadas (SANTOS, 2020).

O polímero superabsorvente (PSA), mais conhecido por hidrogel, é um composto polimérico em forma de pó que, quando hidratado, absorve a água e adquire uma consistência gelatinosa. Quando aplicado no solo utilizado para o plantio, esse material absorve o líquido e passa a liberá-lo gradualmente, à medida que a planta necessita (VASCONCELOS, 2016). Dessa forma, esse polímero pode ser uma alternativa para ajudar no reflorestamento, principalmente em condições adversas de irrigação.

Apesar de ter sido estudado nos plantios de mudas das mais variadas espécies, poucos estudos foram encontrados testando se esse composto contribui ou não para o desenvolvimento de espécies nativas da Caatinga: Costa et al. (2019) relataram que o uso do hidrogel foi benéfico para o cajueiro anão; Mews et al. (2015) salientaram os resultados satisfatórios do polímero para o ipê; Costa (2020) destaca que o mulungu, cumaru e outras espécies tiveram melhora em sua sobrevivência por consequência do hidrogel; Crispim (2019) fala sobre a influência do polímero no desenvolvimento *Vigna unguiculata*, *Canavalia ensiformis* e *Vigna radiata*; já Vasconcelos (2016) destaca como foi benéfica a bagana de carnauba combinada ao polímero; Sousa (2013), por outro lado, menciona que uma dosagem acima de 4g não foi benéfica para mudas de Angico-vermelho, espécie típica de Cerrado.

Desse modo o objetivo geral do trabalho foi avaliar a influência do poliacrilato de potássio (hidrogel) sob diferentes condições de irrigação na produção de mudas de Angico (*Anadenanthera colubrina*), uma espécie arbórea nativa da Caatinga, e os objetivos específicos foram: avaliar a germinação e o desenvolvimento das mudas de Angico sob 2 diferentes dosagens do polímero (hidrogel) e avaliar a influência de déficit hídrico no desenvolvimento das sementes com e sem hidrogel.

O experimento foi conduzido na Unidade Industrial-Escola (DIGUIE) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Norte (IFRN), *Campus* Macau. No

delineamento experimental adotado utilizou-se três tratamentos (dosagens de hidrogel) com 20 repetições, totalizando 60 unidades experimentais. Dessas, metade foi irrigada uma vez por semana e a outra metade duas vezes por semana, de modo a testar 2 frequências de irrigação (T e T/S). As mudas foram observadas por 32 dias, contados após a semeadura e, ao final, foram feitas medidas diversas para avaliação do seu desenvolvimento.

Os resultados desse trabalho podem contribuir para uma melhor compreensão da atuação do hidrogel nessas plantas e se ele pode contribuir para a produção de mudas dessa espécie, reduzindo a necessidade de irrigação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Bioma Caatinga e sua degradação

O nome Caatinga possui origem tupi-guarani, que significa “Floresta branca”, pois essa vegetação perde suas folhas no período da seca. Esse bioma abrange cerca de 10% do território nacional, ocorre nos estados da Paraíba, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Maranhão e Minas Gerais e possui espécies únicas em sua fauna e flora. Apresenta um clima semiárido em que na época de seca, as plantas são vistas sem aparição de suas folhas, mas a situação é contornada na época de chuva, onde a Caatinga ganha um novo aspecto, ficando verde de novo e mostrando que esse ecossistema tão rico se adapta às mais variadas épocas (SOUSA, 2022).

A Caatinga compreende três categorias de espécies: arbóreo: com espécies entre 8 e 12 metros de altura, arbustivo: com espécies de 2 a 5 metros de altura e herbáceo: sendo essas as menores atingindo a altura abaixo de 2 metros (SOUSA, 2022). Uma das principais características dessa vegetação é a perda de folhas para economizar sua reserva de água, assim minimizando o estresse hídrico e permanecendo vigorosa por mais tempo, com a exceção de algumas espécies como o juazeiro. Algumas das espécies da Caatinga apresentam peculiaridades como o mandacaru, que é revestido por folhas modificadas em espinhos para evitar a perda excessiva de água por transpiração e para evitar que animais se alimentem de suas frutas. Além disso, algumas de suas especificidades são suas árvores baixas, troncos tortuosos, apresentam espinhos e folhas que caem na época de seca (SOUSA, 2022).

Outra característica importante desse bioma é a capacidade de algumas espécies realizarem fotossíntese mesmo sem folhas, esse aspecto é devido a algumas das espécies da Caatinga possuírem o caule verde e esse ser constituído por clorofila, um pigmento responsável por captar a luz e transformá-la em alimento para planta, realizando o processo de fotossíntese. Logo, Sousa (2022) salienta que a flora da Caatinga é bem diversificada, onde se destacam o mandacaru e xique-

xique; as bromélias, como a macambira; e as leguminosas, como a catingueira, de modo que o período de floração varia de acordo com a região e o período de chuvas. Leal et al. (2003) destacam que as Caatingas são muito mais ricas do que qualquer outra vegetação seca da América do Sul.

No entanto, Silva et al. (2021) afirmam que o Brasil vem sofrendo com o desmatamento, e um dos biomas que é menos preservado é a Caatinga, tendo seus recursos explorados de forma indevida. Para Alves et al. (2009), as atividades econômicas desencadeadas na Caatinga de maneira desenfreada estão deixando o bioma frágil e comprometendo os recursos hídricos, compactando o solo, causando erosão e a redução da diversidade biológica. Estas ações, que na maior parte das vezes são realizadas pela população do sertão que busca a sobrevivência através do extrativismo, é muito invasiva para flora e fauna. Entretanto, diversas destas famílias acabam não tendo outra opção. Assim, é necessário o uso consciente dos bens, como também, é imprescindível que essa população tenha amparo de seus gestores para suas necessidades, evitando o uso indiscriminado da Caatinga.

Dessa forma, o extrativismo está desencadeando bastante prejuízo aos solos, uma vez que tal atividade tensiona apenas a obtenção de lucros, sem fins de sustentabilidade à biodiversidade, causando danos muitas vezes irreparáveis ao meio ambiente (SILVA e LIMA, 2021). Por esse motivo, se faz necessário tomar outros caminhos para evitar essas perdas que provocam a extinção de animais que vivem no semiárido e da floresta nativa, como já citado.

Logo, é importante procurar outras maneiras de manejo sustentável, sendo necessário sempre estar divulgando a importância do uso consciente desse bioma. Como realizado em Minas Gerais, uma oficina para agricultores familiares entenderem sobre alguns manejos indispensáveis para sua cultura, pois, sabe-se que esses participantes vão atuar como multiplicadores desses conhecimentos, depois de treinados (SILVA e LIMA, 2021). Por isso, é necessário que ações como essa sejam tomadas, para ensinar e esclarecer aos cidadãos como utilizar a flora de maneira consciente e que, por se tratar de uma agricultura de subsistência, não quer dizer que não vá causar malefícios ao ambiente. Diante disso, os cidadãos necessitam conhecer bem mais sobre os malefícios que um manejo inadequado pode causar ao solo, rios, plantas e animais que vivem naquele meio.

Tavares (2018) menciona que, no município de Queimadas/PB, 45% dos agricultores utilizam a lenha da flora catingueira para cozer alimentos, 35% fazem o uso dela para cercar suas casas e para construção e 20% relata vender a lenha para custear suas despesas diárias. Portanto, a prática da subsistência está se tornando ainda mais predominante, uma vez que ela é necessária para o agricultor se manter. Atualmente, áreas da Caatinga que perderam sua vegetação se

encontram recobertas por capim, pelo motivo dos grandes períodos de desmatamento, que resultam de comércio local para alimentação e de pastoreio (SOUZA et al., 2018).

Costa et al. (2009) relata que os locais do Seridó, região centro sul do Estado do RN e centro-norte da PB que sofreram com destruição da vegetação, mesmo depois de abandonados, têm bastante dificuldade em se regenerar e assim recuperar a sobrevivência de espécies. Como mencionado por Santos et al. (2009) em estudo realizado sobre recuperação da vegetação, foi possível a visualização de uma pequena porcentagem de plântulas, sendo um indicador de recuperação vegetal. Já em locais medianamente degradados esse número foi maior, sendo superado pela área conservada. Conforme apresentado, vários estudos apontam as consequências negativas dos impactos ambientais e os locais mais afetados não conseguem voltar a ser como era antes.

No estado pernambucano foi observado que os processos de degradação ocasionaram em vegetação rala e dispersa, analisando também que, em um ciclo de 24 anos, o aumento da vegetação foi apenas de 14%, reduzindo a vegetação densa (NETO et al., 2015). Já no estado do Ceará, Trigueiro et al. (2009) ressaltam que as espécies da Caatinga que mais resistem à degradação são: Angico, Aroeira, Catingueira, Faveleira, Jurema Branca, Jurema Preta, Mandacaru, Marmeleiro, Mofumbo, Pereiro e Pinhão.

Portanto, o processo de degradação viabiliza inúmeros riscos ao ecossistema porque, quando a vegetação é perdida, o solo fica mais suscetível à erosão e, conseqüentemente, se torna frágil por não ter proteção, e por não ter cobertura não amortece a chuva. Segundo Francisco et al. (2020), quanto maior for a cobertura vegetal e mais robusta, melhor será o resultado em relação a proteção do solo, evitando riscos de desertificação.

É evidente que medidas protetivas precisam ser tomadas para proteger essa flora, Kill (2011) reforça inclusive que algumas espécies já se encontram na lista de extinção do IBAMA. E algumas como o umbuzeiro e a aroeira estão protegidas pela legislação florestal, para impedir que essas espécies sejam utilizadas como fonte de energia. Assim, é necessário que sejam impostas mais áreas de preservação, assegurando a melhoria da sustentabilidade da vegetação catingueira. Kill (2011) também ressalta que 70% da Caatinga já sofreu ação do homem e apenas 0,28% está sendo assegurada por parques de conservação.

Já Tavares (2018) argumenta que as queimadas estão provocando a extinção de diversas espécies vegetais endêmicas do Nordeste, as que se encontram em destaque são: aroeira, angico, baraúna, catingueira, juazeiro, jurema branca e preta, mororó, mulungu, pereiro, umbuzeiro, entre outros. Dessa forma, se torna preocupante pois, como essas espécies só existem no Nordeste, não haverá outras que desempenharão suas funções ecológicas.

Dessa forma, quando o homem acomete a vegetação com queimadas, induz a perda gradual de espécies da fauna e flora. Por esse motivo, Silva (2022) considera que os incêndios acabam impulsionando de maneira objetiva as mudanças climáticas. Assim, o fogo empobrece o solo e acarreta sérios prejuízos aos animais e plantas que estão presentes naquela região. O fato de a vegetação conseguir sobreviver por muito tempo em situações de extrema seca faz dela uma região mais sensível às queimadas portanto, o fogo se alastra mais rápido, pois a mata não tem tanta umidade. Por esse motivo, o bioma Caatinga se encontra em terceiro lugar das regiões do Brasil que mais sofrem degradação, perdendo apenas para Mata Atlântica e o Cerrado, sendo uma situação bem decadente. Do mesmo modo, esse ecossistema precisa ser recuperado através de ações que minimizem esses danos.

2.2 A utilização de espécies nativas da Caatinga na revegetação de áreas degradadas

A deterioração ambiental da Caatinga faz com que seja necessário o reflorestamento, pois essas áreas não são capazes de se recuperarem sozinhas, sendo preciso ações que busquem minimizar esses problemas, encontrando maneiras de enriquecer o solo e que a revegetação não sofra com rejeito do substrato depois de um certo período de degradação. É importante essa reestruturação para o bem da biodiversidade pois, além da vegetação existem outros seres que necessitam desse ambiente para sobreviver, assim é fundamental resgatar regiões que se encontram degradadas.

Alguns estudos já vêm sendo feitos nesse intuito. Albuquerque et al. (2001) comparou um tratamento realizado com parcelas de Caatinga nativa e Caatinga nova e ambas obtiveram resultados benéficos no luvisolo em Sumé (PB), minimizando 98% da perda de solo, em relação às parcelas desmatadas. Já Azevêdo (2011) salienta que os diferentes níveis de degradação do solo proporcionam diferentes desempenhos das plântulas de jurema preta e, ao mesmo tempo, essa espécie é bem resistente às deteriorações do solo, pois continuam crescendo nesse ambiente. Pode-se observar que a espécie é bastante vigorosa, permanecendo íntegra mesmo em um ambiente tão deteriorado. Campos (2020) destaca que a espécie de Craibeira foi a que se mostrou mais resistente durante o período de análise, apresentando 100% de sobrevivência em um período de 1 ano e 3 meses pós plantio na área degradada.

Logo, é possível observar as peculiaridades de algumas espécies que, mesmo em um espaço empobrecido de nutrientes, conseguem se desenvolver sem nenhuma adversidade, no entanto, esse pode ser um desafio para outras vegetações. Dessa forma Santos et al. (2020) destacam que um solo empobrecido, sem cobertura vegetal ocasiona problemas aos microrganismos que ali vivem,

como também o manuseio inadequado do solo, causando erosão e, conseqüentemente, diminuindo a fertilidade.

Por isso, Dutra (2022) aponta que o manejo de restauração onde se utiliza: adubação, controle de pragas e outros, resultou em 96% de sobrevivência de 39 espécies estudadas da Caatinga, entre elas estão: mororó, jurema branca e favela. Além disso, um indicador da qualidade de solo é o número de espécies de insetos que habitam aquela área, portanto, sendo uma alternativa para compreender se aquele ambiente da Caatinga foi acometido de maneira intensiva (AGRA e PINA., 2020). Assim, é possível entender que existem diversos caminhos que ocasionam prejuízos ao ecossistema, e é nítido que a preocupação deve-se voltar para todos os contextos. Felizmente, a maioria das espécies da Caatinga parecem se adaptar aos mais variados solos e períodos do ano, onde germinam, se desenvolvem e produzem frutos, logo constituindo uma vegetação resistente (FERNANDES e SILVA., 2012).

Desse modo, o bioma Caatinga, se caracteriza com um rico potencial ecológico para o ecossistema, contribuindo para manutenção da vegetação e outros seres vivos presentes em seu habitat. Apesar desse bioma ser tão explorado com ações antrópicas, não deixa de ser virtuoso e surpreender com suas particularidades de conservação, que constantemente está se regenerando. Entretanto, é indispensável as ações voltadas para recompor esse bioma. Nesse intuito, espécies que oferecem uma cobertura vegetal mais rápida são melhores, como Nunes (2012) enfatiza, pois a revegetação com jurema preta acelerou o processo de recuperação das áreas danificadas da Caatinga, quando comparado à regeneração vegetal natural.

Uma alternativa de recuperação de solo é a utilização de serrapilheira, por isso Primo (2016) menciona que o uso da serrapilheira para enriquecimento do solo é muito importante para produção da vegetação catingueira. Além disso, o espaço escolar também é uma maneira de incentivar esse compromisso com a natureza, fazendo das crianças cidadãos conscientes a pensarem sobre esses aspectos ecológicos.

Desse modo, numa escola do estado pernambucano, alunos plantaram espécies nativas da Caatinga no chão da instituição, e ficaram responsáveis por cuidar de sua muda cultivada, portanto, treinando seu olhar mais crítico sobre essa situação (NUNES et al., 2020). Também é relevante que haja a preocupação em arborizar espaços públicos, resultando melhor na qualidade de vida para os cidadãos, principalmente aos habitantes da zona urbana.

Outro aspecto fundamental a ser pensar são os procedimentos utilizados. Conforme Rodrigues (2020), a semeadura direta é a técnica mais utilizada para cultivo sendo de 65,5 %, já o plantio direto só tem 12,5% usabilidade, pois esse é menos rentável, apesar da semeadura direta haver menos chances de sobrevivência das mudas. Dessa forma, o plantio direto realizado com a

jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) obteve 100% de sobrevivência em quase todos os tratamentos, analisando que essa espécie é bastante resistente e é uma espécie facilitadora para regeneração de outras (MELLO, 2016). Sendo assim, é indispensável espécies que auxiliem a recuperação de outras plantas, oferecendo suas copas como apoio para propagação de vegetação arbórea nativa.

Por esse motivo, é importante que a recuperação de ambientes acometidos seja reestruturada com vegetação nativa daquele bioma, porque espécies exóticas diminuem as chances de sobrevivência daquele espaço e se alastram mais fácil, não dando espaço para vegetação natural se desenvolver. Conseqüentemente, os animais que precisam se alimentar de um tipo específico de planta não a encontra, gerando um desequilíbrio ambiental, visto que essa fauna pode ser extinta pela escassez de nutrientes. Nesse sentido, Medeiros e Oliveira (2019) defendem a restauração de áreas degradadas com a faveleira, que se associa a diversas outras espécies, e é indispensável para o equilíbrio da Caatinga, de modo que ela favorece a reconstrução do ambiente, aumentando a qualidade daquela área. O resultado é um ecossistema com mais condições de abrigar a fauna local, evitando a migração de espécies ou extinção delas. Outra espécie resistente é a trapiá que, além de enfrentar situações de clima árido, é indicada para semeadura direta em solos salinos (RODRIGUES, 2020).

No município de Açú, Rio Grande do Norte, um experimento pioneiro aplicado por pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), denominado “BrazilDry”, buscou desenvolver novas técnicas de restauração para recuperar florestas tropicais secas degradadas e combater a desertificação. Através desse experimento, foi possível recuperar uma área de Caatinga de 3,3 hectares que havia sido degradada e utilizada na lavoura, demonstrando que é possível promover o reflorestamento da mata nativa (BRAZILDRY, 2022).

Embora vários estudos tenham demonstrado êxito em ações de restauração da Caatinga, a questão hídrica muitas vezes surge como dificuldade inicial para o replantio. Visto que vários fatores do desenvolvimento vegetal são influenciados pela quantidade de água, a umidade do solo se torna uma das condições mais importantes para o estabelecimento das plantas (CRISPIM, 2019). Diante desse desafio, é urgente buscar alternativas que favoreçam a disponibilização de água, principalmente para sementes e mudas recém-plantadas, sendo o polímero superabsorvente uma dessas possibilidades.

2.3 Polímeros superabsorventes e seu potencial no plantio de mudas nativas da Caatinga

O polímero superabsorvente (PSA), mais conhecido por hidrogel, é um composto polimérico em forma de pó, grão ou porções parecidas com pedaços de plástico maleável. Quando é hidratado, absorve a água e adquire uma consistência gelatinosa (VASCONCELOS, 2016). Desse

modo quando a cultura é hidratada seja pela chuva ou irrigação, esse material absorve o líquido e passa a liberá-lo gradualmente, à medida que a planta necessita. Assim as raízes da planta retiram a água do gel por osmose. (VASCONCELOS, 2016).

O hidrogel vem sendo muito estudado nos plantios de mudas das mais variadas espécies, o que se altera de um experimento para o outro é a forma de aplicação, tais como: a quantidade de hidrogel por kg de substrato, se vai ser depositado hidratado ou seco na cova, se vai ser combinado a algum substrato ou não, entre outros, vai depender do objetivo do trabalho. É visto que a maioria dos estudos têm o intuito de promover o melhor método para ser utilizado em determinada espécie. Desse modo, segundo Navroski et al. (2016), o hidrogel vem tendo um bom desempenho quando se fala sobre características físicas e químicas do substrato, sendo essencial para a vegetação, pois armazena e dispõe de água para que elas não tenham prejuízos.

Outro fator importante é a porção de gramas do substrato que vai ser proporcionada à planta, sendo significativa para o resultado pois, como frisa Marques (2013), quando utilizada uma concentração de 3g de hidrogel seco por kg de substrato, o resultado não foi benéfico pois, ao fim das análises, foram observados grânulos do polímero, o que pode ter ocasionado prejuízo às mudas, tendo perda principalmente em seu número de folhas. Assim, o resultado foi melhor com aplicação de apenas 2 g do polímero. Já Dransk et al. (2013) diz que algumas vezes o hidrogel pode ter um resultado não satisfatório nas variáveis das plantas, havendo a diminuição de altura e número de folhas, sendo melhor a ausência dele nesses aspectos. Por isso, são tão importantes essas análises para cada espécie.

Desse modo, o resultado de diversos experimentos é distinto, dependendo da dose que é empregada ao substrato, quantidade de água que a espécie irá receber e como o hidrogel será disposto no substrato, resultando ou não na eficácia do cultivo. Em um tratamento com uma espécie de cajueiro anão, onde as dosagens de hidrogel foram benéficas, as plantas apresentaram taxas de sobrevivência maiores do que aquelas que não receberam o tratamento com esse polímero. Logo, se obteve esse efeito em consequência de um estudo com diversas dosagens do PSA (COSTA et al., 2019). Por esse motivo, é imprescindível os testes com o polímero para conhecer sua eficácia em cada espécie estudada.

Vários estudos mostram diferentes maneiras de aplicação do hidrogel: Mews et al. (2015) salienta que o polímero hidroabsorvente pode ser incorporado ao substrato por meio de diferentes dosagens, associadas à adubação nitrogenada, condicionando resultados satisfatórios na qualidade das mudas de ipê (*Handroanthus ochraceus*). Já segundo Mandulão et al. (2017) o hidrogel não apresentou eficácia quando foi utilizado nas mudas irrigadas em dias alternados, sendo mais satisfatória a irrigação diária, proporcionando um melhor resultado aos experimentos com a espécie

de pimentão. Já para Dranski et al. (2013), ao estudar a espécie de pinhão-mansão, foi observado o aumento das ramificações em decorrência do aumento das formulações de hidrogel, depois dos três meses pós plantio.

Além disso, o estudo realizado no Rio Grande do Norte com plantas xerofíticas foi fundamental pois, segundo Costa (2020), as espécies de mulungu, cumaru e outras, quando produzidas em sacos de polietileno e depois plantadas na cova com hidrogel hidratado, apresentaram melhora na sobrevivência, ficando evidente que é um ótimo contentor para o início de cultivo, sendo essencial levar em consideração esse aspecto no momento de semeadura. Já no estado do Ceará, Crispim (2019) destaca que esse polímero, quando aplicado nas espécies leguminosas: *Vigna unguiculata*, *Canavalia ensiformis* e *Vigna radiata*, obteve um excelente resultado em seu desenvolvimento, porém não houve diferenças significativas entre elas. Assim, é possível destacar que o hidrogel pode ou não ocasionar um efeito promissor às culturas, no entanto a maneira como vai ser administrado o hidrogel é importante na hora de ser depositado no substrato.

Quando foram adicionados outros compostos na preparação junto ao PSA, por exemplo, como a farinha de osso, o efeito é mais promissor para o teor de Ca do que quando usado apenas usada a farinha de osso, sem o hidrogel, para espécie de cajueiro (COSTA, 2019). Portanto, é fundamental esse enriquecimento nutricional do solo para que a muda não decresça em sua evolução. Igualmente, Vasconcelos (2016) menciona que o teor de Ca presente no solo após a concentração de 5,0g/L de hidrogel, combinado a bagana de carnaúba, liberou nutrientes a bagana enquanto a umidade foi desencadeada principalmente pelo polímero. Segundo Faller et al. (2020), o hidrogel combinado à poda pode ser bastante influente no desenvolvimento das mudas de jatobá, fazendo uma interação morfofisiológica que gera um resultado positivo da massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e massa seca total. Logo, é fundamental fazer estudos para entender como chegou a esse resultado e se ele pode ser utilizado em outros espécimes de forma satisfatória.

Outro aspecto importante é referido por Costa (2020), que demonstrou que a adubação foliar foi bastante influenciável para o desenvolvimento da palma forrageira, proporcionando melhor teor de proteína bruta e matéria mineral. Em seu trabalho, o hidrogel, junto com a adubação, foram melhores alternativas para um bom resultado nutricional das mudas. No entanto, é necessária uma pesquisa antecedente para utilizar a metodologia adequada na aplicação do poliacrilato nas espécies de palma forrageira (NASCIMENTO, 2020). Esse composto pode ser utilizado com diversas combinações de substratos e elementos, tendo assim uma variabilidade vasta para agregar nutrição a planta.

Como Nascimento (2021) reforça, quando foi utilizado o polímero incorporado ao solo, o resultado foi mais satisfatório do que quando só depositado na cova. Já quando é utilizado o método

de imersão das raízes em hidrogel na fase de pré-transplante, o resultado é uma elevada porcentagem na sobrevivência das mudas de *Jatropha curcas*, sendo de 6,7%, em um período de primavera, já no outono a sobrevivência chega a 100% (DRANSKI et al., 2013). Como podemos ver, o período do ano influencia bastante na sobrevivência da planta, sendo indispensável em alguns casos a utilização do polímero. Sendo assim, existem diversos experimentos que podem ser explorados, como: a incorporação do hidrogel ao solo de forma pré-hidratada ou com o produto seco (NEVES, 2021).

Um estudo realizado com uma espécie de angico do Cerrado (*Anadenanthera peregrina*) demonstrou que uma dose acima de 4 g do polímero incorporado ao substrato não foi benéfica, pois afetou seu desenvolvimento, com exceção apenas a parte aérea (SOUSA et al., 2013). Apesar de ser uma espécie bem resistente em solos pobres de nutrientes e apresentar fácil adaptação, a utilização de quantidades elevadas de hidratação têm um efeito negativo sobre a espécie, pois essa não consegue absorver todo o conteúdo e pode desenvolver problemas mediante a hiper-hidratação.

Diferentes espécies de angico estão presentes em várias regiões do Brasil, como: a Caatinga, Cerrado e na Mata Atlântica. No geral, apresentam grande porte e crescimento rápido, podendo chegar aos 30 metros de altura (LEITE, 2016). A espécie presente na Caatinga é *Anadenanthera colubrina*. É uma espécie resistente, seu tronco pode chegar a ter mais de um metro de diâmetro, tendo uma casca com aspecto mais ou menos liso. Essa casca é caracterizada por conter uma substância intitulada tanino, que evita ataques de microrganismos patogênicos, devido ao seu sabor amargo (LEITE, 2016). Além disso, sua madeira é dura e de grande durabilidade. O angico também possui valor medicinal. Sua casca tem propriedades adstringentes, depurativas e hemostáticas (LEITE, 2016). Dentre outras, essa espécie vem sendo apontada com potencial para o reflorestamento de áreas degradadas da Caatinga (BRAZILDRY, 2022).

3 METODOLOGIA

3.1 Preparação do experimento

O experimento foi conduzido na Unidade Industrial-Escola (DIGUIE) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Norte (IFRN), *Campus* Macau. As sementes foram obtidas por meio de doação do Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental - NEMA/UNIVASF. As mudas foram colocadas sobre uma mesa de madeira em uma estufa destinada à criação de peixes. A estufa apresenta proteção parcial lateral do vento, graças a uma tela (sombrite), porém não apresenta cobertura, estando sob influência direta das condições climáticas locais.

Foi realizada a preparação antes do plantio, da seguinte maneira: dia 25/10/2022 foi realizada a coleta de solo no IFRN, a qual foi peneirada e transportada para o local do experimento com o carro de mão. Também foi obtida areia lavada em um local de venda de materiais de construção, a qual passou por esses mesmos procedimentos nesse dia (Figura 1).

Figura 1: Coleta e peneiramento de solo e areia lavada no IFRN *Campus* Macau.



Fonte: Autoria própria (2022).

No dia 26/10/2022 foi providenciado o adubo, o qual foi obtido na Escola Agrícola de Jundiá (Macaíba-RN), junto ao Projeto de Compostagem do Grupo GESOLO. No dia 28/10/2022, os três substratos foram separados em bandejas de 10 kg cada, sendo 2 para areia vermelha; 2 de areia lavada e 2 de adubo. Em seguida, o material foi misturado em partes iguais com o auxílio de uma pá (Figura 2).

Figura 2: Bandejas com os substratos (adubo, solo do IFRN e areia lavada) e processo de mistura.



Fonte: Autoria própria (2022).

Com o substrato pronto, ele foi separado e o hidrogel Acqua Gel para Plantio da marca Danson Technology foi adicionado aos tratamentos: o tratamento H0= 0g/kg não recebeu hidrogel, o tratamento H1 recebeu $0,5\text{g}/0,8\text{kg} = 0,625\text{g}/\text{kg}$ de substrato, e o H2 recebeu $2\text{g}/0,8\text{kg} = 2,5\text{g}/\text{kg}$

de substrato. O hidrogel foi incorporado ao substrato seco, sendo hidratado pela primeira vez somente no dia da semeadura (Figura 3).

Figura 3: Incorporação do hidrogel ao substrato.



Fonte: Autoria própria (2022).

Após encher todos os 60 sacos, para pesar o substrato foi necessário um vaso de plástico e uma sacola envolvendo-o (Figura 4). Isso ocorreu porque, ao tentar pesar o saco de polietileno com o substrato já pronto, estava caindo partes dele pelos orifícios, então optou-se por usar essa combinação. Para realizar a pesagem do substrato, subtraíu-se o valor do peso do vaso somado ao peso da sacola e o peso do saco de polietileno, do peso total. O resultado é o peso do substrato que, no presente experimento, foi de 800g.

Figura 4: Preenchimento e pesagem dos sacos de muda.



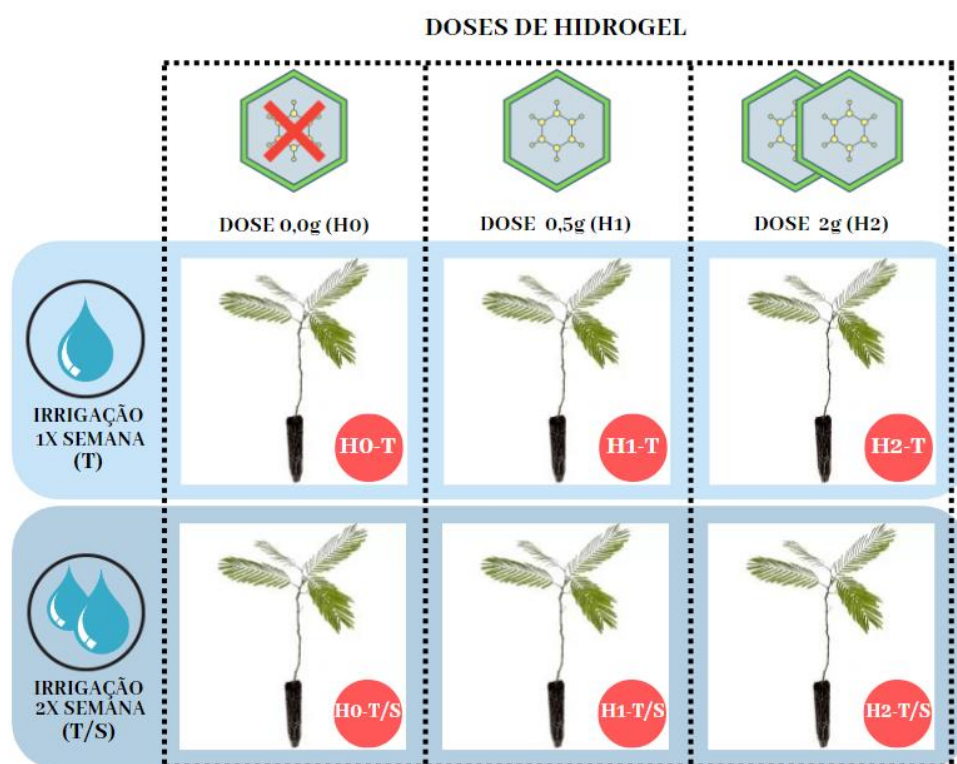
Fonte: Autoria própria (2022).

3.2 Delineamento experimental e condução do experimento

O delineamento experimental adotado foi entre grupos (2x3). Utilizou-se três tratamentos (dosagens de hidrogel) com 20 repetições, totalizando 60 unidades experimentais. Foi estabelecido

que todas as mudas dos três tratamentos (H0, H1 e H2) iriam ser regadas toda terça-feira, enquanto na sexta-feira apenas metade das mudas de cada tratamento seriam regadas, de modo a testar 2 frequências de irrigação (T e T/S). A Figura 5 apresenta o delineamento experimental.

Figura 5: Delineamento experimental. Os grupos H0-T (Hidrogel 0- Terça); H1-T (Hidrogel 0,5 g – Terça); H2-T (Hidrogel 2 g – Terça) eram regados uma vez na semana; enquanto as parcelas H0-T/S (Hidrogel 0- Terça/Sexta); H1-T/S (Hidrogel 0,5 g - Terça/Sexta); H2-T/S (Hidrogel 2 g - Terça/Sexta) eram regadas duas vezes na semana.



Fonte: Autoria própria (2022).

As mudas foram organizadas em três bandejas, para que os tratamentos ficassem separados. Em cada bandeja, foram separados 10 sacos de um lado e 10 sacos do outro, para sinalização da frequência de irrigação. Foram utilizadas também algumas pedras e pedaços de madeira para deixar os sacos das mudas na posição vertical (Figura 6), evitando cair, sendo colocadas dentro da estufa (Figura 7).

Figura 6: Disposição das mudas nas bandejas de acordo com os tratamentos.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 7: Bandejas com os sacos de mudas dispostos nas mesas na estufa do IFRN Campus Macau



Fonte: Autoria própria (2022).

No dia 01/11/2022, em uma terça-feira, o substrato foi regado pela primeira vez e semeado. Foram plantadas três sementes de angico (*Anadenanthera colubrina*) aleatoriamente por saco. Foram utilizados 200 ml de água destilada porcionada no béquer para cada saco de muda (Figura 8). Foi utilizada essa quantidade de água porque era a porção suficiente que hidratava todos os 800 g de substrato.

Figura 8: Metodologia de irrigação das mudas.



Fonte: Autoria própria (2022).

No dia 04/11/2022 (sexta-feira), foram regados somente metade das mudas de cada tratamento, grupos: H0-T/S, H1-T/S e H2-T/S. Diversas sementes de angico já estavam germinando. No dia 08/07/2022, após a irrigação, foi realizado o desbaste de 2 das 3 mudas que tinha em cada saco, deixando apenas a mais vigorosa. É importante ressaltar que, em todos os tratamentos, não germinaram todas as sementes plantadas. A figura 9 apresenta as mudas após o processo de desbaste.

Figura 9: Todos os tratamentos depois do desbaste.



Fonte: Autoria própria (2022).

3.3 Medições dos parâmetros para avaliação do desenvolvimento das mudas

Após 25 dias do desbaste das plantas, como Sousa et al. (2013) destacam, foram medidas a altura da parte aérea (APA), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas (NF). A altura da parte aérea foi medida com uma régua, de 30 centímetros e menor escala em milímetros, desde a base onde se encontrava a marca do cotilédono até o meristema apical, e para encontrar essa marca foi necessário retirar o excesso de substrato que estava recobrendo essa área, de modo que foi utilizada uma espátula de laboratório para remover o substrato; o diâmetro do coleto foi medido com o auxílio de um paquímetro manual, com acurácia de 0,05mm, a partir da marca do cotilédono, pois nessa região era onde se encontrava a divisão entre a raiz e a parte aérea; já o número de folhas foi determinado contando as folhas compostas (Figura 10).

Figura 10: Medições da altura e coleto, e contagem de folhas.



Fonte: Autorial própria (2022).

Depois, com o auxílio de uma tesoura, os sacos das mudas foram cortados e assim elas foram retiradas do substrato com água corrente, para evitar que a parte radicular do Angico fosse danificada. Foi usada uma peneira de malha para impedir a perda das partes mais finas das raízes das mudas. Em seguida, elas foram dispostas em bandejas para secagem e identificadas com adesivos com o seu respectivo tratamento. Após esses procedimentos todas as mudas de Angico foram transportadas para o Laboratório de Físico-Química Analítica e Instrumental, onde foram fotografadas com aparelho celular e separadas a parte aérea da radicular com o auxílio de tesoura. Cada parte foi pesada em balança analítica para determinar a massa fresca total (MFT), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca da raiz (MFR) (Figura 11).

Figura 11: Mudanças já com a parte aérea e radicular separadas.



Fonte: Autorial própria (2022).

Depois de todos esses procedimentos, as mudas foram conduzidas para o Laboratório de Físico-Química Geral e Inorgânica, onde foram colocadas na estufa com circulação e renovação de ar forçada. Como ressalta Mews et al. (2015), a definição da massa seca total, da parte aérea e da raiz foi efetuada a partir do material lavado e seco em estufa regulada para 70 °C. As *Anadenanthera colubrina* permaneceram na estufa durante 22 horas, passaram esse período porque

as mudas só tinham 32 dias de desenvolvimento, então foi considerado que elas eram frágeis para passar mais tempo na estufa. (Figura 12).

Figura 12: Mudanças na estufa a 70° C.



Fonte: Autoria própria (2022)

Após as mudas serem retiradas da estufa, elas foram novamente destinadas à pesagem na balança analítica para determinar a massa seca total (MST) massa seca da parte aérea (MSPA) massa seca da raiz (MSR) (Figura 13).

Figura 13: Angico após sair da estufa.



Fonte: Autoria própria (2022).

A Tabela 1 (abaixo) traz um resumo de todas as variáveis que foram analisadas para verificar o desenvolvimento das mudas. A tabulação dos dados e os cálculos foram feitos com o auxílio do programa Microsoft Excel versão 365.

Tabela 1: Siglas das variáveis medidas ou calculadas para as mudas de angico (*Anadenanthera colubrina*).

Sigla	Variável	Unidade de medida	Como foi medida/calculada
APA	Altura da Parte Aérea	cm	Utilizando uma régua, desde a base (local do cotilédone) até o meristema apical.
DC	Diâmetro do coleto	mm	Utilizando um paquímetro, medido na base (local do cotilédone).
NF	Número de folhas	-	Contagem das folhas compostas.
MFPA	Massa fresca da parte aérea	g	Com balança analítica.
MFR	Massa fresca da raiz	g	Com balança analítica.
MFT	Massa fresca total	g	MFPA + MFR
MSPA	Massa seca da parte aérea	g	Com balança analítica.
MSR	Massa seca da raiz	g	Com balança analítica.
MST	Massa seca total	g	MSPA + MSR
AgPA	Água da parte aérea	g	MFPA - MSPA
AgR	Água da raiz	g	MFR - MSR
AgT	Água total	g	MFT - MST
RELMF	Relação massa fresca	g	MFPA / MFR
RELMS	Relação massa seca	g	MSPA / MSR

Fonte: Autoria própria.

3.4 Análise estatística

A análise estatística foi realizada no programa IBM SPSS Statistics, assim como a construção de gráficos. As variáveis descritas na tabela foram comparadas entre tratamentos (H0-T, H1-T, H2-T, H0-T/S, H1-T/S e H2-T/S), entre dosagens (H0, H1 e H2) e entre frequências de irrigação (T e T/S). Para avaliá-las, foram realizadas uma sequência de testes, sendo o primeiro o teste de normalidade ideal para amostras pequenas: Shapiro-Wilk. O segundo foi o teste de homogeneidade das variâncias (Teste de Levene).

Para as variáveis normais e homogêneas, utilizamos os testes ANOVA (post-hoc de Tukey) para comparação entre tratamentos e entre dosagens de hidrogel; e Teste T para amostras independentes para comparação entre frequências de irrigação (T ou T/S).

Para variáveis não paramétricas, esses testes foram substituídos por Kruskal-Wallis e

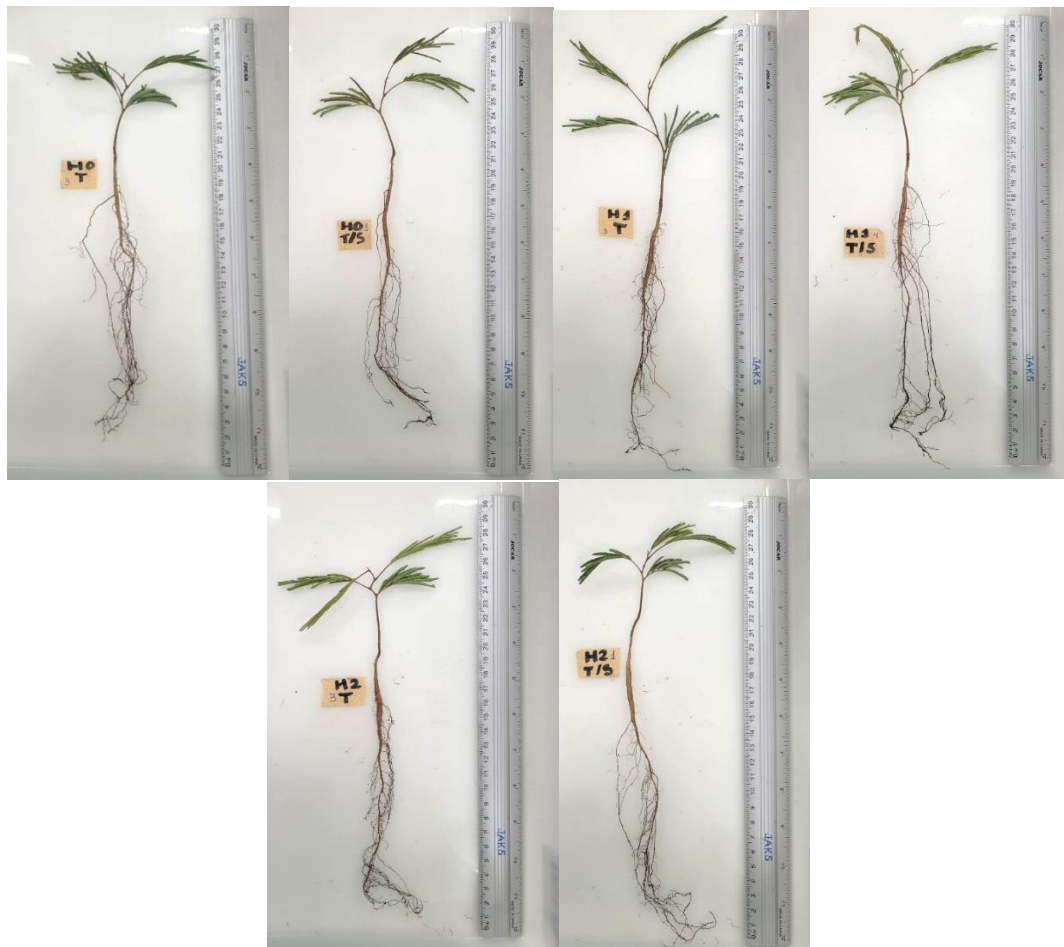
Mann-Whitney. Foram considerados significativos valores em que $p \leq 0,05$. O parâmetro “p” indica quando a diferença nos valores experimentais é considerada significativa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O clima do município de Macau/RN é representado como quente e semiárido, chegando a temperaturas médias anuais de de 27°C, máxima de 32°C e mínima de 23°C, tendo precipitação pluviométrica anual regular por volta de 471,61 mm e período chuvoso entre março e maio (SOUZA, 2017). Apesar das mudas terem sido plantadas fora do período chuvoso, não houve interferência no início do experimento.

Desse modo, as primeiras mudas de angico começaram a nascer dois dias após a sementeira. Conforme Crispim (2019) sugere, depois de 7 dias de germinação, foi realizado o desbaste das mudas, deixando apenas a planta mais vigorosa. No tratamento H2, em dois sacos nenhuma semente germinou. O experimento foi finalizado aos 32 dias após a sementeira das mudas de Angico, quando foram feitas as medições e pesagens. A Figura 14 demonstra algumas mudas após serem retiradas nos sacos.

Figura 14: Angicos após retirada do substrato.



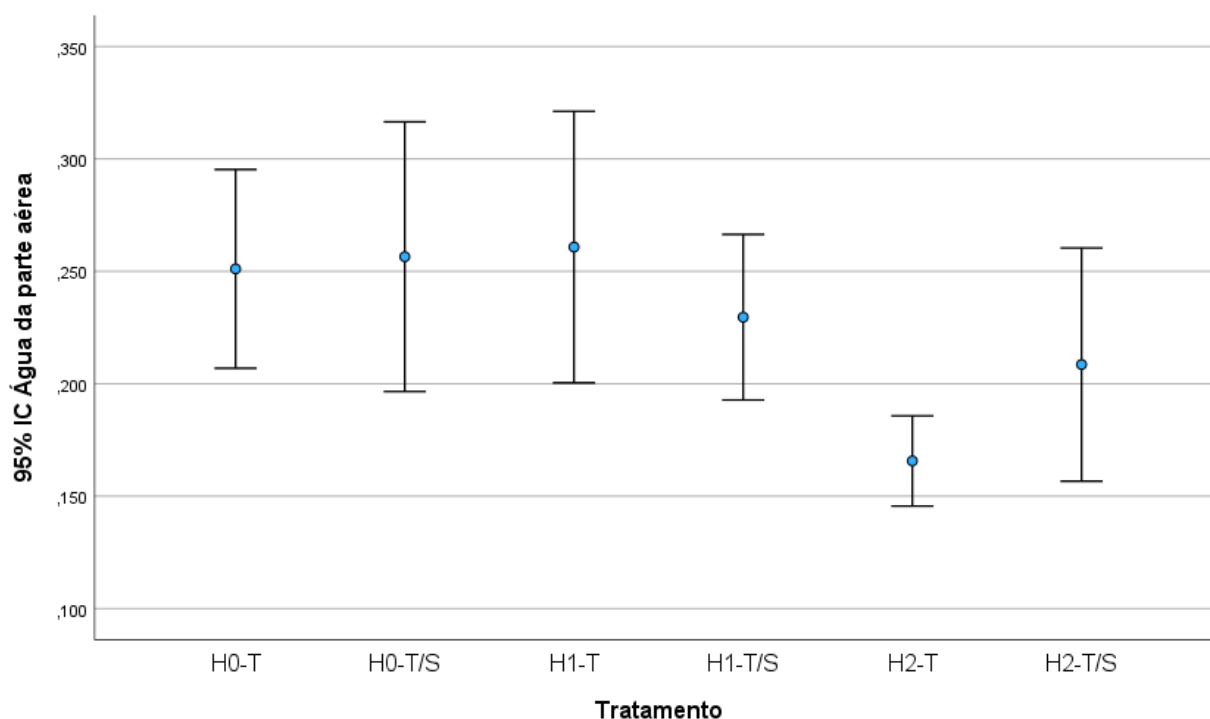
Fonte: Autoria própria, 2022.

Para avaliar a normalidade das variáveis, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk, onde os tratamentos que apresentaram o valor $p > 0,05$ para normalidade foram: DC, APA, MFPA, MFR, MFT, MSPA, MSR, MST. As variáveis não paramétricas foram: NF, RELMF, RELMS, AgPA, AgR e AgT. Todas as variáveis paramétricas apresentaram homogeneidade de variâncias, conforme Teste de Levene.

4.1 Comparação entre tratamentos

Dentre os tratamentos, a única variável em que houve diferença significativa foi a Água da Parte Aérea (AgPA) (Teste de Kruskal-Wallis, $p = 0,008$), conforme Gráfico 1.

Gráfico 1. Comparação da Água da Parte Aérea (AgPA) entre os tratamentos. H0-T: Sem hidrogel / Irrigação 1x por semana; H0-T/S: Sem hidrogel / Irrigação 2x por semana; H1-T: 0,5g de hidrogel / Irrigação 1x por semana; H1-T/S: 0,5g de hidrogel / Irrigação 2x por semana; H2: 2g de hidrogel / Irrigação 1x por semana; H2-T/S: 2g de hidrogel / Irrigação 2x por semana.



Fonte: Autoria própria (IBM SPSS Statistics), 2022.

A partir dos resultados acima, pudemos perceber que as mudas com maior dosagem de hidrogel apresentaram menor acúmulo de água na parte aérea (caule e folhas). Não foram encontrados na literatura dados para justificar esse resultado, uma vez que os artigos que relatam o uso do hidrogel o relacionam muito com o menor desenvolvimento das raízes e, quando trata da parte aérea, cita somente a questão da massa (fresca ou seca). Uma hipótese para esse resultado

seria que, devido à alta disponibilidade de água gerada pela dosagem maior de hidrogel, a planta possa ter menor necessidade de reter essa água na parte aérea.

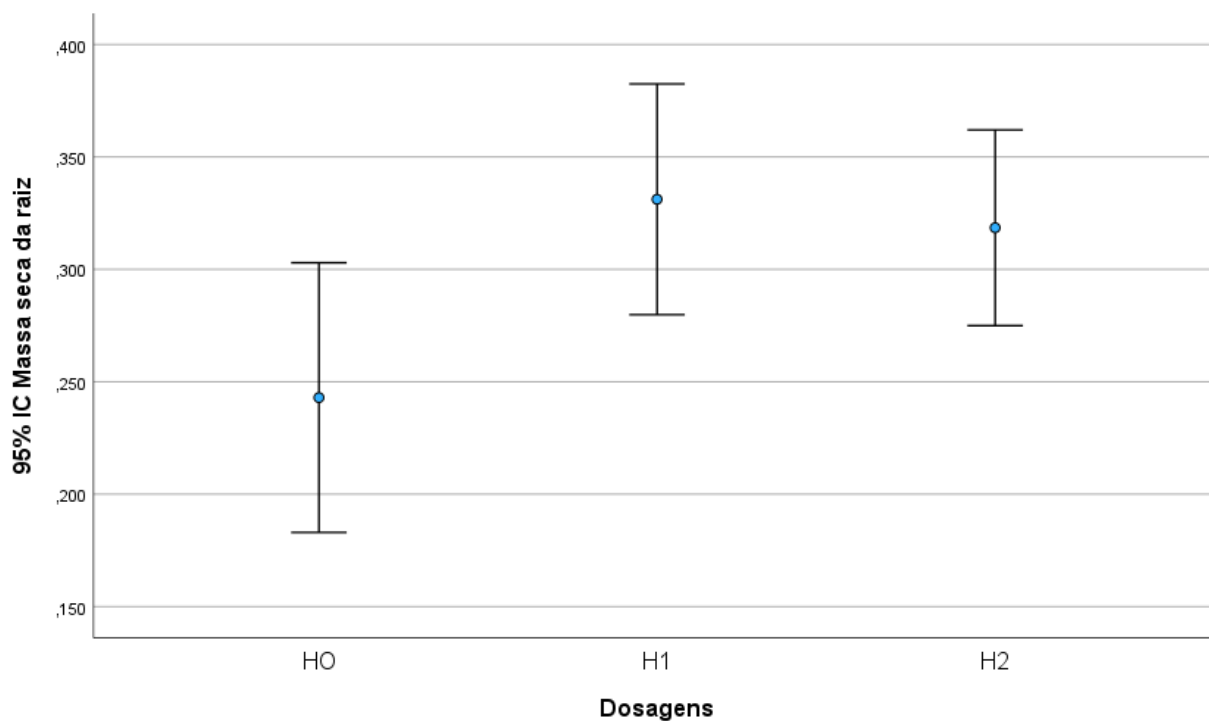
Além disso, a maior disponibilidade de água pode ter como consequência a abertura dos estômatos por mais tempo do que as plantas dos outros tratamentos. A perda de água pelo estômato favorece a subida de água pela planta pelo xilema (CADORIM et al. 2016). A princípio, isso favorece a fotossíntese e pode aparecer como maior crescimento dessas mudas. Contudo, o grupo H2-T passa uma semana sem receber mais água, possivelmente, a dinâmica de mais disponibilidade de água com a maior concentração de hidrogel nos primeiros dias favoreça a abertura de estômatos e possivelmente demore mais para fechar, o que, mais para o final da semana, comece a dar um efeito de perda de água. A partir dessa hipótese, isso não aconteceria com a H2-T/S, que manteria os estômatos abertos frequentemente e os outros tratamentos mais "secos", com fechamento de estômatos mais eficientes e que permitem reter a água na própria planta.

4.2 Comparação entre dosagens de hidrogel

Quando comparamos as variáveis com relação às dosagens de hidrogel, tivemos vários resultados significativos. A Massa Seca da Raiz (MSR), conforme teste ANOVA ($p = 0,031$; post hoc de Tukey), foi menor nas mudas do grupo H0, em que não houve aplicação do hidrogel, conforme Gráfico 2.

Gráfico 2. Comparação da Massa Seca da Raiz (MSR) entre diferentes dosagens de hidrogel. H0: Sem hidrogel; H1:

0,5g por muda; H2: 2g por muda.



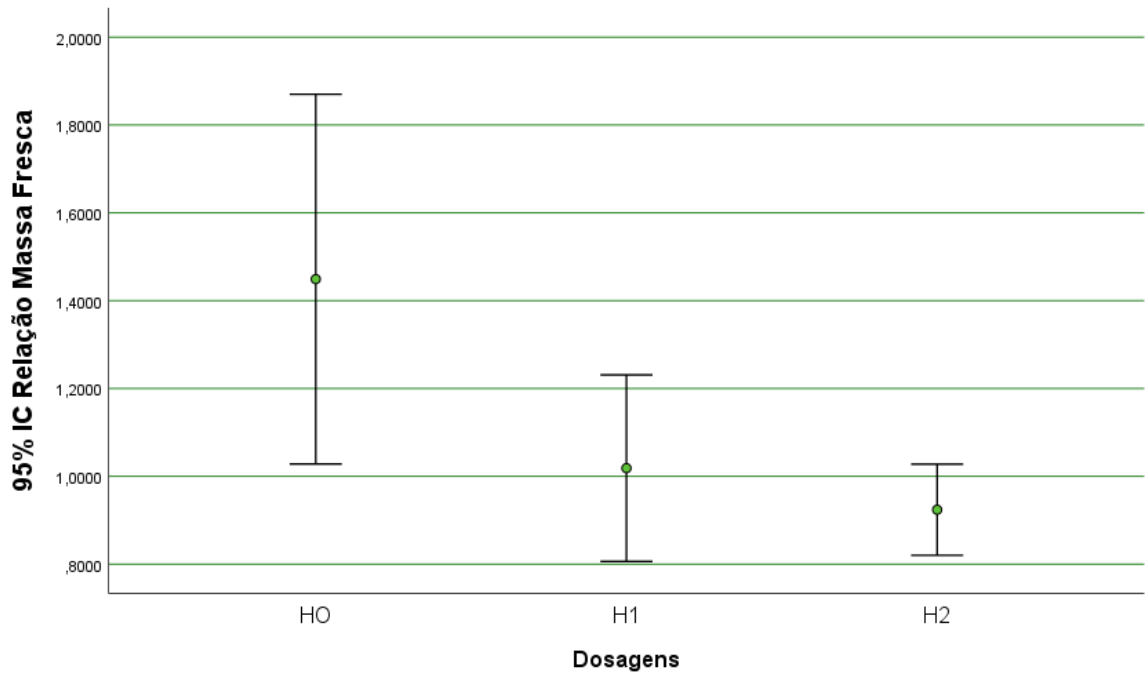
Fonte: A autoria própria (IBM SPSS Statistics), 2022.

Os fatores nutricionais e a disponibilidade de água podem influenciar o crescimento e a morfologia de partes das plantas de maneira específica. Como as raízes possuem maior contato com o ambiente nutricional da planta (solo), elas são especialmente propensas a serem afetadas por esse ambiente (EPSTEIN e BLOOM, 2004). Silva do Ó (2013) destaca o fato da raiz do angico ter xilopódios, ou seja, um espessamento que serve para acúmulo de nutrientes. Em nosso estudo, a maior disponibilidade de água gerada pela aplicação de hidrogel parece ter favorecido o acúmulo de nutrientes nas raízes dos grupos H1 e H2, que visivelmente apresentaram xilopódios mais desenvolvidos, o que foi confirmado estatisticamente. O fato desses grupos não terem apresentado diferença entre si pode significar que a dosagem de 0,5g já seja suficiente para o desenvolvimento dessa característica.

As variáveis Relação Massa Fresca (RELMF) (Kruskall-Walis, $p = 0,016$) e Relação Massa Seca (RELMS) (Kruskall-Walis, $p = 0,013$) também apresentaram diferenças significativas, conforme Gráficos 3 e 4.

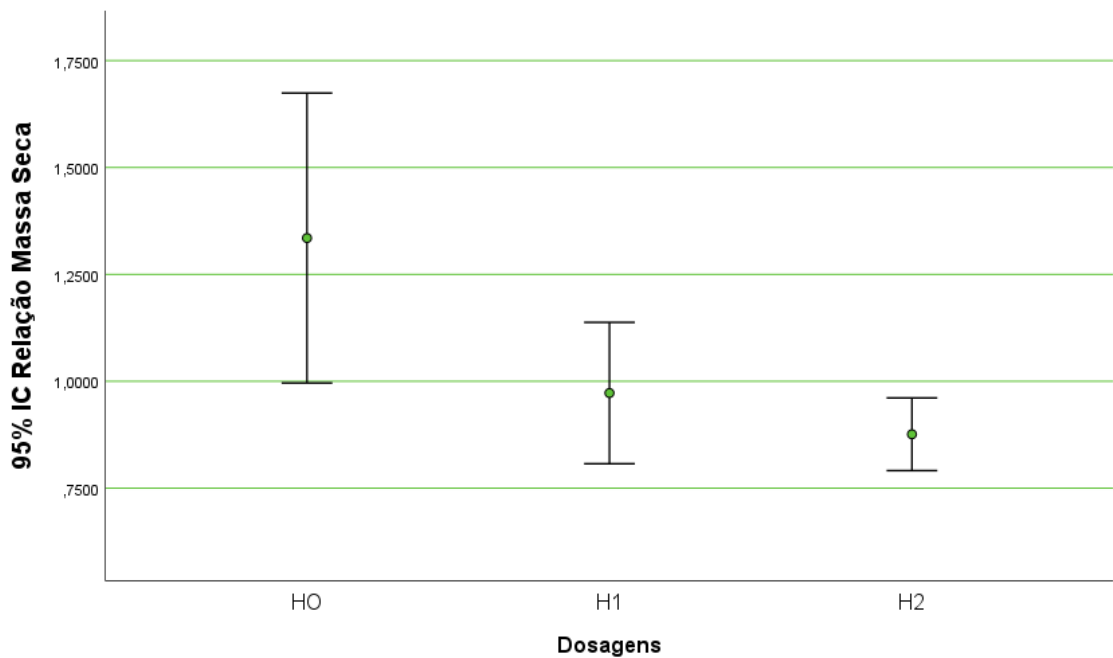
Gráfico 3. Comparação da Relação Massa Fresca (RELMF) entre diferentes dosagens de hidrogel. H0: Sem

hidrogel; H1: 0,5g por muda; H2: 2g por muda.



Fonte: Autoria própria (IBM SPSS Statistics), 2022.

Gráfico 4. Comparação da Relação Massa Seca (RELMS) entre diferentes dosagens de hidrogel. H0: Sem hidrogel; H1: 0,5g por muda; H2: 2g por muda.



Fonte: Autoria própria (IBM SPSS Statistics), 2022.

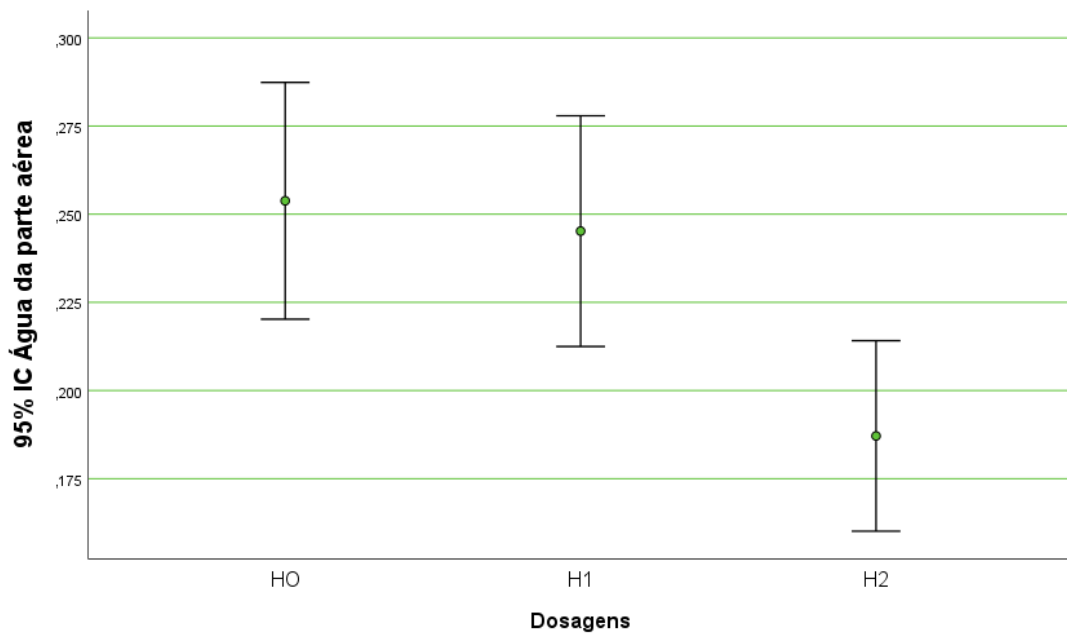
Ambas as variáveis representam uma razão entre a massa da parte aérea e a massa da raiz. Diante disso, foi observado que, na ausência do polímero superabsorvente (H0), o desenvolvimento das mudas foi destinado principalmente para a parte aérea, sendo esse um comportamento que as plantas não costumam apresentar na maioria das vezes, em decorrência do déficit hídrico. As bifurcações e pontas das raízes tendem a aumentar quando realizado o tratamento de controle sem hidrogel, isso porque a planta precisa garantir sua sobrevivência (NASCIMENTO, 2021). Nas mudas pode ter ocorrido essa variação por alterações da biomassa da raiz, que podem surgir em consequência do tempo, em função da idade ou fase de desenvolvimento, alterações hormonais, como também, a maneira de cultivá-la (AZEVEDO, 2014).

O tratamento H1, no qual foi empregada a dosagem de 0,5 de hidrogel, apresentou massa praticamente igual da raiz e parte aérea (RELMS e RELMF próximas a 1). Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Nascimento (2021), onde as mudas de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth apresentaram maior média da relação massa seca (3,67) quando na ausência de hidrogel e, quando há presença do polímero, prejudica a relação da massa seca, tendo como consequência mudas de menor progresso. Assim as mudas de Angico podem ter desenvolvido melhor essa região porque a dosagem do PSA foi menor, de 0,5g.

Logo, quando essa quantidade aumenta para 2g, na parcela do tratamento H2, há o desenvolvimento principalmente da raiz, como aconteceu para as mudas de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth, onde essas responderam bem ao tratamento com 2g de hidrogel e resultaram na maior MSR (1,36 g) quando comparada aos outros tratamentos (NASCIMENTO, 2021). O fato dessas mudas não terem desenvolvido de forma semelhante a parte aérea pode ser resultados da umidade excessiva do solo causada pela alta concentração de hidrogel, o que pode ter comprometido a fisiologia do vegetal, conforme ressaltam Sousa et al. (2013).

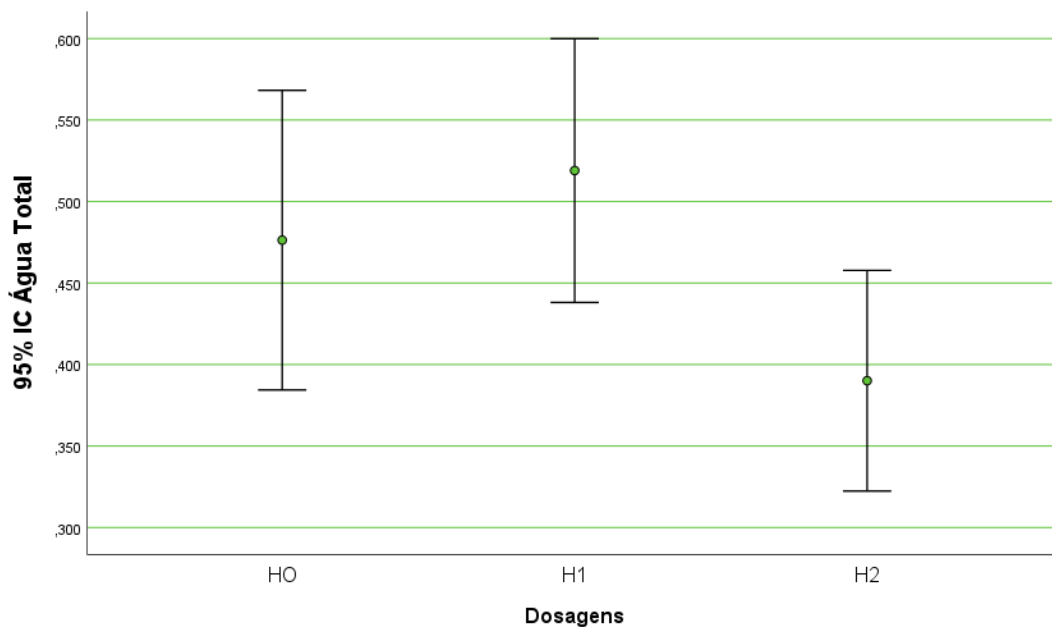
Ainda na comparação entre as dosagens de hidrogel, as variáveis Água da Parte Aérea (AgPA) e Água Total (AgT) também apresentaram diferenças significativas (Kruskall-Walis, $p = 0,003$ e $p = 0,036$, respectivamente), conforme pode ser observado nos gráficos 5 e 6.

Gráfico 5. Comparação da Água da Parte Aérea (AgPA) entre diferentes dosagens de hidrogel. H0: Sem hidrogel; H1: 0,5g por muda; H2: 2g por muda.



Fonte: Autoria própria (IBM SPSS Statistics), 2022.

Gráfico 6. Comparação da Água Total (AgT) entre diferentes dosagens de hidrogel. H0: Sem hidrogel; H1: 0,5g por muda; H2: 2g por muda.



Fonte: Autoria própria (IBM SPSS Statistics), 2022.

Pelos resultados obtidos, as mudas submetidas à maior concentração de hidrogel acumularam menos água em seu caule e folhas, o que também refletiu como menor acúmulo de água total. Uma hipótese é que a alta disponibilidade de água no solo tenha feito com que a planta

adquirisse um “comportamento” típico de época chuvosa, em que não haveria necessidade de retenção de água em sua estrutura, uma vez que sempre havia água disponível no solo.

4.3 Comparação entre as frequências de irrigação

Já o terceiro fator a ser comparado foi a irrigação (T ou T/S) e não apresentou resultado significativo para nenhuma das variáveis. Essa particularidade pode ter sucedido porque o maior intervalo entre os tratamentos foram só de 7 dias e o menor de 2, totalizando apenas 32 dias de experimento. O menor intervalo foi esse porque em um dia específico não foi possível regar as mudas na terça e sim na quarta, em decorrência de um feriado, onde o *Campus* ficou fechado. No estudo de Araujo (2022), para a mesma espécie estudada, *Anadenanthera colubrina*, houve diferença no desenvolvimento para diferentes frequências de irrigação. Mudas com 4 dias de diferença entre os momentos de irrigação se desenvolveram menos do que aquelas que eram regadas a cada 2 dias. Porém, essa diferença só ficou evidenciada em torno de 45 dias após o plantio.

Assim, pelo menos para seu desenvolvimento inicial (primeiro mês), irrigar as mudas de angico uma ou duas vezes na semana não parece ter diferenças significativas nas condições de estudo. Esse fato é interessante quando pensamos na produção de mudas, pois a irrigação apenas uma vez por semana significa menor gasto de água e esforço por parte dos responsáveis. No entanto, há necessidade de realização de estudos mais longos e com outras taxas de irrigação para que essa informação possa ser comprovada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ausência de hidrogel e a dosagem de 0,5g incorporada ao substrato proporcionou melhor desenvolvimento da parte aérea da mudas de *Anadenanthera Colubrina* em relação à raiz. Já nas concentrações H1 e H2, a área radicular foi melhor beneficiada, pelo menos no que diz respeito à sua massa. O acúmulo de água na parte aérea também foi maior nas concentrações H0 e H1. Então, o experimento desenvolvido nos leva a concluir, até o momento, que a melhor dosagem foi a de 0,5g (tratamento H1), pois essa proporcionou melhoria em três aspectos das mudas de *Anadenanthera Colubrina*.

Os efeitos do hidrogel no cultivo de árvores nativas apresenta um fenômeno complexo, que ultrapassa a simples disponibilidade ou não de água para a planta. Considerando que a água é mediadora de muitos processos fisiológicos dentro da planta, desde seu papel essencial no transporte de substâncias pelo floema e xilema, quanto controle de abertura e fechamento de

estômatos, entre outros, compreende-se que o efeito de uma intervenção tecnológica que procura disponibilizar essa água em um formato não convencional para a planta também trará respostas complexas.

O presente trabalho, embora preliminar, abre horizontes na busca por novas perguntas sobre os mecanismos envolvidos no uso dessa promissora tecnologia agrícola aplicada no reflorestamento de árvores nativas da Caatinga. Nossos resultados reforçam a ideia de que concentrações menores de hidrogel são mais favoráveis para o desenvolvimento inicial de árvores nativas da Caatinga, entretanto, mais estudos são necessários para que se compreenda melhor o efeito de concentrações maiores de hidrogel nas plantas, uma vez que dosagens maiores de hidrogel permitiriam um intervalo de reposição de água maior, o que pode significar facilitar o manejo das mudas.

Para estudos futuros, seria interessante testar um intervalo de tempo maior entre as irrigações, pelo menos 15 dias, como também estender os dias do experimento, uma vez que só foram 32 dias de testes para esse estudo. Uma terceira dosagem de hidrogel também poderia ser relevante para comparar com as outras duas, de 0,5 g e 2 g.

Mesmo que não se compreenda completamente os mecanismos envolvidos no uso do hidrogel nesse contexto, percebe-se viabilidade das mudas. Essa facilidade de irrigação proporcionada pelo hidrogel pode favorecer o reflorestamento tanto quanto ao racionamento de água, quanto para cobrir grandes áreas com equipes reduzidas, quanto a manutenção de mudas em locais de difícil acesso, reduzindo custos e fomentando a viabilidade de projetos de reflorestamento.

REFERÊNCIAS

AGRA, A. C.; PINA, W. da C. **Insetos como Bioindicadores de Áreas Degradadas ou em Processo de Restauração no Bioma Caatinga**, Bahia, v. 24, n. 05, p. 630-635, 2020. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/5777.pdf>. Acesso em: 05 set. 2022.

ALBUQUERQUE, A. W.; NETO, F. L.; SRINIVASAN, V. S. **EFEITO DO DESMATAMENTO DA CAATINGA SOBRE AS PERDAS DE SOLO E ÁGUA DE UM LUVISSOLO EM SUMÉ (PB)**, Paraíba, p. 121-128, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/Hjrsws6prb6Y7Q4SbnXVfgb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 set. 2022.

ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A. de; NASCIMENTO, S. S. do. **DEGRADAÇÃO DA CAATINGA: UMA INVESTIGAÇÃO ECOGEOGRÁFICA**, Rio Grande do Norte, v. 22, n. 03, p. 126-135, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117837020.pdf>. Acesso em: 05 set. 2022

ARAUJO, E. C. **EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb) Altschul**

(ANGICO), Goiás, v. 19, n. 40, p. 192-192, 2022. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2022b/efeito.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2022.

ARAÚJO, S. M. S. de. **A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos**, Paraíba, ano 5, p. 1-10, 2011. Disponível em: https://www.unirios.edu.br/revistarios/media/revistas/2011/5/a_regiao_semiarida_do_nordeste_do_brasil.pdf. Acesso em: 06 set. 2022

AZEVEDO, I. M. G. de; ALENCAR, R. M. de; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, B. N. O. de. **Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (Simarouba amara Aubl.) em viveiro**, Manaus, v. 40, p. 157-164, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/Kk4C87Ljwwh5bQB6PWxfTNx/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 30 set. 2022.

AZEVÊDO, S. M. A. de. **CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE JUREMA PRETA (Mimosa tenuiflora (Willd) Poiret) EM SOLOS DE ÁREAS DEGRADADAS DA CAATINGA**, Paraíba, p. 1-41, 2011. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/24760/S%20c3%93CRATES%20MARTINS%20ARA%20c3%9aJO%20DE%20AZEVE%20c3%8aDO%20TCC%20ENG.%20FLORESTAL%20CSTR%202011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 set. 2022.

AZEVÊDO, T. K. B. de. **RELAÇÃO DE RAIZ E PARTE AÉREA DE PLANTAS JOVENS EM GRUPOS FUNCIONAIS FENOLÓGICOS DA CAATINGA**, Recife, p. 1-53, 2014. Disponível em: http://www.ppgcf.ufrpe.br/sites/www.ppgcf.ufrpe.br/files/documentos/tatiane_kelly_barbosa_de_azevedo_0.pdf. Acesso em: 23 dez. 2022.

BERNARDI, M. R.; JUNIOR, M. S.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T. **De mudas de CRESCIMENTO DE MUDAS DE Corymbia citriodora ... Corymbia citriodora EM FUNÇÃO DO USO 67 DE HIDROGEL E ADUBAÇÃO**, Mato Grosso do Sul, v. 18, n. 1, p. 67-74, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cerne/a/KKJyzftTRZkmRQB8kwZJCsP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 06 set. 2022.

BOGARIM, E. P. de A. **USO DE HIDROGEL NO DESENVOLVIMENTO DE ESPÉCIES NATIVAS, VISANDO APLICAÇÃO EM ÁREAS DEGRADADAS**, Mato Grosso do Sul, p. 1-62, 2014. Disponível em: <https://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-DOUTORADO-CIENCIA-TECNOLOGIA-AMBIENTAL/4.%20E2%80%9CUse%20de%20hidrogel%20no%20desenvolvimento%20de%20esp%C3%A9cies%20nativas,%20visando%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20em%20C3%A1reas%20degradadas%E2%80%9D.pdf>. Acesso em: 20 set. 2022.

CADORIN, Danielle Acco; DRANSKI, João Alexandre Lopes; MALAVASI, Ubirajara Contro. **EFEITO DE ANTITRANSPIRANTE NA CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA EM MUDAS DE CORDIA TRICHOTOMA (VELL.) ARRAB. EX STEUD.** Scientia Agraria Paranaensis, p. 115-120, 2016.

CAMPOS, D. B. P. **SISTEMA AGROFLORESTAL: ESTRATÉGIA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA NO BIOMA CAATINGA**, Rio Grande do Norte, p. 1-38, 2020.

Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/37323/1/TCC%20-%20D%20c3%a9bora%20Baiocchi%20assinado.pdf>. Acesso em: 11 set. 2022.

CARNEIRO, J. G. de A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**, Paraná, 1995. Disponível em: <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/1521>. Acesso em: 15 set. 2022.

COSTA, J. E. **ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO, CRESCIMENTO E ESTADO NUTRICIONAL DE CAJUEIRO ADUBADO COM FARINHA DE OSSOS E TRATADO COM HIDROGEL**, Paraíba, p. 1-60, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/18357/1/JEC05112020-DA398.pdf>. Acesso em: 12 set. 2022.

COSTA, J. E.; RODRIGUES, E. V.; COSTA, B. B.; CUNHA, M. D. de S.; SANTOS, E. de S.; NETO, J. F. dos S. **O USO DE HIDROGEL PROMOVE MAIOR SOBREVIVÊNCIA DO CAJUEIRO ANÃO PRECOCE ADUBADO COM FARINHA DE OSSOS?** Paraíba, p. 1155-1165, 2019. Disponível em: [file:///C:/Users/User/Downloads/9236-Texto%20do%20Artigo-33895-1-10-20191208%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/9236-Texto%20do%20Artigo-33895-1-10-20191208%20(1).pdf). Acesso em: 10 set. 2022.

COSTA, P. R. da. **USO DO HIDROGEL AGRÍCOLA E ADUBAÇÃO FOLIAR NO CULTIVO E PRODUÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA**, Rio Grande do Norte, p. 1-45, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/40306/3/UsoHidrogelAgricola_Costa_2020.pdf. Acesso em: 09 set. 2022.

COSTA, T. C. e C. da; OLIVEIRA, M. A. J. de; ACCIOLY, L. J. de O.; SILVA, Flávio H. B. B. da. **Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB)**, Paraíba, v. 13, p. 961-974, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/gzNCsHF8vzF4kF3VSz9bCZd/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 out. 2022.

COSTA, T. N. da. **DESENVOLVIMENTO INICIAL EM CAMPO DE SEIS ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA PRODUZIDAS EM DIFERENTES RECIPIENTES**, Rio Grande do Norte, p. 1-43, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/37316/1/TCC.pdf>. Acesso em: 27 set. 2022.

CRISPIM, W. de A. **HIDROGEL COMO ALTERNATIVA PARA O DESENVOLVIMENTO DE LEGUMINOSAS NO SEMIÁRIDO**, Ceará, p. 1-39, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/44408/1/2019_tcc_wacrispim.pdf. Acesso em: 16 set. 2022.

CRUZ, J. M. F. de L.; FARIAS, O. R. de; OLIVEIRA, M. D. de M. O.; NASCIMENTO, L. C. do. **SANIDADE DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS DA CAATINGA. SANIDADE DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS DA CAATINGA**, Paraíba, p. 1-12, 5 mar. 2017. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2017/TRABALHO_EV074_MD1_SA3_ID310_03102017002952.pdf. Acesso em: 19 out. 2022.

DRANSKI J. A. L.; JÚNIOR, A. S. P.; CAMPAGNOLO, M. A.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. de M.; GUIMARÃES, V. F. **SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PINHÃO-MANSO EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE PLANTIO E DO USO DE**

HIDROGEL, Rio Grande do Sul, v. 23, n. 3, p. 489-498, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/zCYzsqjCn64BcfsDxRXZDgh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 set. 2022.

DIAS, G.; SANTOS, S. B. F.; LEAL, E.; COSTA, A. C. F. M. **Efeitos do grau de reticulação com genipina em hidrogéis à base de quitosana para possível uso como biomaterial**, Paraíba, v. 15, n. 1, p. 26-34, 5 fev. 2020. Disponível em: <http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/view/739/509>. Acesso em: 20 set. 2022.

DOMICILIANO, M. G.; SILVA, J. F. da; BORNHAUSEN, K.; LUIZ, R.; GON, R.; SILVA, R. da. **HIDROGÉIS PARA RETENÇÃO E DISPONIBILIZAÇÃO DE ÁGUA PARA CULTIVOS AGRÍCOLAS**, Paraná, v. 1, n. 2, p. 121-124, 2010. Disponível em: [file:///C:/Users/User/Downloads/3333-9500-1-SM%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/3333-9500-1-SM%20(1).pdf). Acesso em: 19 set. 2022.

DUTRA, B. M. A. **DIAGNÓSTICO DA TAXA DE SOBREVIVÊNCIA E DE CRESCIMENTO DE ESPÉCIES NATIVAS DA CAATINGA EM PROJETOS DE RESTAURAÇÃO**, Rio Grande do Norte, p. 1-43, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/48642/1/Diagn%c3%b3sticoTaxaDeSobreviv%c3%aancia_Dutra_2022.pdf. Acesso em: 20 out. 2022.

FALLER, B. F.; AMORIN, R. dos S.; OLIVEIRA, I. A. de; JARDIM, I. N. **Efeito da poda radicular e do hidrogel no crescimento de mudas de jatobá**, Pará, v. 8, n. 4, p. 476-483, 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/8370/7454>. Acesso em: 18 out. 2022.

FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. de B.; CHAVES, L. H. G. **Bioma Caatinga e Degradação: Modelo de Mapeamento**, Paraíba, p. 1-82, 2020. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/27064/1/E-BOOK%20-%20BIOMA%20CAATINGA%20E%20DEGRADA%c3%87%c3%83O%20-%20MODELO%20DE%20MAPEAMENTO%20-%20CTRN%202020.pdf>. Acesso em: 21 out. 2022.

FERNANDES, T. K. de S.; SILVA, L. da. **POTENCIAL ECOLÓGICO E AMBIENTAL DAS ESPÉCIES NATIVAS DO BIOMA CAATINGA DO SERTÃO CENTRAL CEARENSE.**, Rio Grande do Norte, p. 1-12, 2016. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2016/TRABALHO_EV064_MD1_SA2_ID816_31082016172007.pdf. Acesso em: 21 out. 2022.

GANADE, G. **A TreeDiv project BrazilDry**. Online. Rio Grande do Norte, 2016. Disponível em: <https://brazildry.wixsite.com/treediv/experimental-design>. Acesso em: 10 dez. 2022.

GONÇALVES, M. da P. M.; SILIPRANDI, P. C. P. da S.; SILVA, G. S. P. da; CHAGAS, A. O. V. das. **Comportamento inicial de espécies nativas na recuperação de área ciliar em caatinga**. Pernambuco, v. 7, n. 1, p. 34-42, 2018. Disponível em: <https://revistas.ifsertao-pe.edu.br/index.php/rsdv/article/view/102/116>. Acesso em: 22 out. 2022.

HOSSEL, C.; OLIVEIRA, J. S. M. A. de; JÚNIOR, A. W.; MAZARO S. M.; CITADIN, I. **Manejo da poda de raízes no transplante de mudas de fruteiras nativas**. Online. São Paulo, v. 36, n. 3, p. 761-765, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/TrXxSdpbbCnMB3rsM3YWyFP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 set. 2022.

KILL, L. H. P. **CAATINGA: PATRIMÔNIO BRASILEIRO AMEAÇADO**, [S. l.], p. 1-2, 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/899060/1/Kiill2011.pdf>. Acesso em: 22 out. 2022.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C. da. Ecologia e conservação da caatinga. **Ecologia e conservação da caatinga**, Pernambuco, v. 12, n. 2, p. 1-804, 2003. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/Ecologia_e_conserva%C3%A7%C3%A3o_da_caatinga/ICnSiflZoQoC?hl=pt-BR&gbpv=1. Acesso em: 16 set. 2022.

LEITE, C. **ANGICO, UM FORTE DA FLORA BRASILEIRA**. Online. São Paulo, 2016. Disponível em: [https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2016/03/angico-um-forte-da-flora-brasileira/#:~:text=Chamada%20Angico%20\(Anadenanthera%20colubrina\)%2C,atingir%2030%20metros%20de%20altura](https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2016/03/angico-um-forte-da-flora-brasileira/#:~:text=Chamada%20Angico%20(Anadenanthera%20colubrina)%2C,atingir%2030%20metros%20de%20altura). Acesso em: 28 nov. 2022.

MANDULÃO, E. C.; MAIA, S. da S.; NETO, J. L. L. M.; MELO, A. K. P. de; ZBOROWSKI, L. G. C. **USO DE HIDROGEL E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PIMENTÃO**, Pará, p. 1-5, 2017. Disponível em: https://www.confrea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2017/agronomia/123_udhesnpdmdpc.pdf. Acesso em: 23 set. 2022.

MARQUES, P. A. A.; CRIPA, Marcos A. de M.; MARTINEZ, E. H. **Hidrogel como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro**, Rio Grande do Sul, v. 43, n. 1, p. 1-7, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/nPjqMt9k75cC3x3jRjQSZcv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 set. 2022.

MEDEIROS, J. A. de; OLIVEIRA, V. P. V. de. **A IMPORTÂNCIA DA FAVELEIRA NA CONSERVAÇÃO DA CAATINGA: UMA ANÁLISE APÓS O CICLO DE SECAS 2012-2018 EM ÁREA EM PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DO SERIDÓ/RN1**, Rio Grande do Norte, p. 1-18, 2019. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/ebooks/conimas/2019/ebook2/PROPOSTA_EV133_MD1_ID76_19092019075152.pdf. Acesso em: 20 out. 2022.

MELLO, B. L. C. de. **MIMOSA TENUIFLORA: POTENCIAL PARA USO EM PROGRAMAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL DA CAATINGA**, Rio Grande do Norte, p. 1-27, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/43343/2/MimosaTenuiflora_Mello_2016.pdf. Acesso em: 18 out. 2022.

MELO, R. M.; SILVA, A. E. B.; SILVA, J. R. NASCIMENTO, L. C. do. **SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PINHÃO-MANSO EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE PLANTIO E DO USO DE HIDROGEL**, Bahia, v. 12, n. 31, p. 22 – 33, 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/15027-59295-1-PB.pdf>. Acesso em: 19 set. 2022.

MENDONÇA, T. G.; URBANO, V. R.; PERES, J. G.; SOUZA, C. F. **Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo**, Paraíba, v. 2, n. 2, p. 87-92, 2013. Disponível em: <http://www3.ufrb.edu.br/seer/index.php/wrim/article/view/1612/844>. Acesso em: 17 set. 2022.

MEWS, C. L.; SOUSA, J. R. L. de S.; AZEVEDO, G. T. de O. S.; SOUZA, A. M. **Efeito do Hidrogel e Ureia na Produção de Mudas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos**, Distrito Federal, p. 107-116, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/floram/a/KHYwVtZvXgRcW4LXjmzcHsv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 out. 2022.

NASCIMENTO, L. C. do; **DOSES E MODO DE APLICAÇÃO DE HIDROGEL PARA DESENVOLVIMENTO INICIAL DE ESPÉCIE ARBÓREA NATIVA**, Ceará, p. 1-73, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/58878/1/2021_tcc_lcdonascimento.pdf. Acesso em: 30 set. 2022.

NASCIMENTO, S. M. do; AGUIAR, E. M. de; LIMA, G. F. da C.; NOVAES, L. P.; COSTA, P. R. da. **Aspectos gerais da palma forrageira e alternativas de manejo: uma associação do hidrogel agrícola e da adubação foliar**, Paraíba, v. 17, n. 02, p. 8681-8698, 2020. Disponível em: <https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/03/Artigo-512-2.pdf>. Acesso em: 22 out. 2022.

NAVROSKI, M. C.; Araújo, M. M; Cunha, F. da S.; Berghetti, Á. L. P.; Pereira, M. de O. **REDUÇÃO DA ADUBAÇÃO E MELHORIA DAS CARACTERÍSTICAS DO SUBSTRATO COM O USO DO HIDROGEL NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus dunnii* Maiden**, Ceará, v. 26, n. 04, p. 1155-1165, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/hXSFSbWf5dwTYTDRVgsYjBt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 17 set. 2022.

NETO, M. V. B.; ARAÚJO, M. do S. B. de; FILHO, J. C. de A. **Avaliação do Uso da Terra, Degradação dos Solos e Análise Multitemporal da Cobertura Vegetal no Semiárido Pernambucano**, Pernambuco, p. 1-4, 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1022441/1/2015037.pdf>. Acesso em: 19 out. 2022.

NETO, R. M. da S. P. **Decomposição da serrapilheira em área de restauração da Caatinga: efeitos da facilitação, estrutura da comunidade vegetal e sazonalidade**, Rio Grande do Norte, p. 1-108. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/49454/1/Decomposicaooserrapilheiraarea_PeixotoNeto_2022.pdf. Acesso em: 28 nov. 2022.

NEVES, O. S. C.; AVRELLA, E. D.; PAIM, L. P.; FIOR, C. S. **Retenção de água em substratos com hidrogel: influência das características do material e nível de adubação**, Rio Grande do Sul, v. 31, n. 04, p. 1751-1767, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/bw95brqx97TKcXMTpCt4xhG/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 set. 2022.

NUNES, E. M. B.; SOUZA, D. da S.; SANTOS, M. M. de L.; CAMPTEL, J. de A. **ARBORIZAÇÃO EM ESCOLAS DO SEMINÁRIO PERNAMBUCANO: PLANTANDO A CAATINGA, SEMEANDO O FUTURO**. Pernambuco, v. 8, n. 2, p. 341-355, 2020. Disponível em: <https://www.periodicos.univasf.edu.br/index.php/extramuros/article/view/2079/1294>. Acesso em: 07 set. 2022.

NUNES, S. T. **RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DA CAATINGA COM AS ESPÉCIES NATIVAS JUREMA PRETA (*Mimosa tenuiflora*) COM E SEM ACÚLEOS E FAVELA (*Cnidocolus quercifolius*) COM E SEM ESPINHOS**, Paraíba, p. 1-74, 2012.

Disponível em:
<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/13753/3/SHIRLEY%20TAVARES%20NUNES%20-%20DISSERTA%20c3%87%20c3%83O%20PPGCF%202012.pdf>. Acesso em: 18 out. 2022.

NUNES, V. C. N.; SANTOS, J. T. dos; KRINSKI, D. **Produção de mudas de plantas nativas e frutíferas utilizando garrafas pet como recipiente**, Paraná, v. 7, n. 5, p. 50646-50654, 2021. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/30083/23686>. Acesso em: 08 set. 2022.

PEREIRA, J. S.; OLSZEWSKI, N.; SILVA, J. C. da; **RETENÇÃO DE ÁGUA E DESENVOLVIMENTO DO FEIJÃO CAUPI EM FUNÇÃO DO USO DE POLÍMERO HIDRORRETENTOR NO SOLO**, Bahia, v. 26, n. 06, p. 582-591, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Janielle-Pereira/publication/329794222_RETENCAO_DE_AGUA_E_DESENVOLVIMENTO_DO_FEIJAO_CAUPI_EM_FUNCAO_DO_USO_DE_POLIMERO_HIDRORRETENTOR_NO_SOLO/inks/5c9a50f645851506d72d95e6/RETENCAO-DE-AGUA-E-DESENVOLVIMENTO-DO-FEIJAO-CAUPI-EM-FUNCAO-DO-USO-DE-POLIMERO-HIDRORRETENTOR-NO-SOLO.pdf. Acesso em: 21 out. 2022.

PRIMO, A. A. **PRODUÇÃO E DEGRADAÇÃO DA SERRAPILHEIRA DE ESPÉCIES LENHOSAS DA CAATINGA E SUA CONTRIBUIÇÃO NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**, Ceará, p. 1-154, 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1054030/1/cnpc2016Producaoedegradacao.pdf>. Acesso em: 22 out. 2022.

REDIN, E., et al. **Ciências Rurais em Foco. Áreas degradadas no Semiárido: Causas, situação e alternativas de recuperação**, Minas Gerais, v. 3, n. 1, p. 1-202, 2021. Disponível em: https://www.poisson.com.br/livros/Ciencias_Rurais/volume3/Ciencias_Rurais_vol3.pdf#page=22. Acesso em: 19 out. 2022.

RODRIGUES, A. B. M. **Aplicação de metodologias de recuperação de áreas degradadas nos biomas brasileiros**, Pará, v. 4, n. 1, p. 333-369, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/ojs/index.php/BASR/article/view/6996/6148>. Acesso em: 20 set. 2022.

SANCHES, L. V. C. **APLICAÇÃO DE POLÍMERO HIDRORETENTOR NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE Eucalyptus grandis.**, São Paulo, p. 1-108, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/139298/000865201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 07 set. 2022.

SANTOS, B.; BALDÉ, B.; FILHO, E.; SCHNEIDER, F.; SGARBI j.; LOPES, A. **Sistema de reflorestamento com espécie nativa da Caatinga Mimosa caesalpinifolia Benth para recuperação de áreas degradadas**. Sergipe, v. 15, n. 2, p. 1-5, 2020. Disponível em: <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/5200/4214>. Acesso em: 20 out. 2022.

SANTOS, M. de F. de A. V.; GUERRA, T. N. F.; SOTERO, M. C.; SANTOS, J. I. N. dos. **DIVERSIDADE E DENSIDADE DE ESPÉCIES VEGETAIS DA CAATINGA COM**

DIFERENTES GRAUS DE DEGRADAÇÃO NO MUNICÍPIO DE FLORESTA, PERNAMBUCO, BRASIL, Pernambuco, p. 389-402, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rod/a/4yHKmCGV9vN86fxHx7FLmFw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 03 out. 2022.

SANTOS, T. dos; CARVALHO, D. F. de; SOUZA, C. F.; MEDICI, L. O. **CULTIVO DE ALFACE EM SOLOS COM HIDROGEL UTILIZANDO IRRIGAÇÃO AUTOMATIZADA**, Paraíba, v. 35, n. 5, p. 852-862, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/qhBNQ9CMVQZ5dvxvfTfXpgC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 07 out. 2022.

SILVA, A. G. da; VILAR, L. O.; VILAR, V. O.; COELHO, F. P.; ACIOLI, N. R. dos S.; RAMOS, R. B. G. A.; MOREIRA, J. G.; DIARES, T. R.; SILVA, D. F. da; CRUZ, M. S. da; MOURA, R. G. de. **O MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL DA CAATINGA**, São Paulo, v. 7, n. 05, p. 872-884, 2021. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/1299/569>. Acesso em: 05 out. 2022.

SILVA, G. J; MAIA, J. C. de S; BIANCHINI, A. **CRESCIMENTO DA PARTE AÉREA DE PLANTAS CULTIVADAS EM VASO, SUBMETIDAS À IRRIGAÇÃO SUBSUPERFICIAL E A DIFERENTES GRAUS DE COMPACTAÇÃO DE UM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO DISTRÓFICO (1)**, Rio Grande do Sul, p. 31-40, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/LSb8SHtqvgHwgtpyTxySxvn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 dez. 2022.

SILVA, J. M. C. da; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. da; LINS, L. V. **RECOMENDAÇÕES para o uso sustentável da biodiversidade no Bioma Caatinga**. Online. Brasília: DRUMOND, M. A., 2004. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/154285>. Acesso em: 20 out. 2022.

SILVA, M. M. S. da. **FOCOS DE INCÊNDIOS NA ÁREA DA CAATINGA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**, Rio Grande do Norte, p. 1-23, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/49198>. Acesso em: 22 out. 2022.

SILVA, T. R. da; LIMA, P. A. **USO SUSTENTÁVEL DA BIODIVERSIDADE DO CERRADO NO MUNICÍPIO DE ITUIUTABA, MG**, Santa Maria, v. 8, n. 16, p. 80, 2021. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2021B/uso.pdf>. Acesso em: 08 out. 2022.

SOUSA, G. T. de O; AZEVEDO, G. B. De; SOUSA, J. R. L. de; MEWS, C. L; SOUZA, A. M. de. **INCORPORAÇÃO DE POLÍMERO HIDRORETENTOR NO SUBSTRATO DE PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Anadenanthera peregrina* (L.) SPEG**, Rio Grande do Norte, v. 9, ed. 16, p. 1270-1270, 2013. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2013a/agrarias/incorporacao%20de%20polimero.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2022.

SOUSA, R. **Caatinga**, [S. l.], Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/caatinga.htm>. Acesso em: 30 out. 2022.

SOUZA, A. P. de; COSTA, F. C. P. da; ALENCAR, R. F. de; LIMA, I. F. B. **UACEN Exploração e utilização do potencial madeireiro da Caatinga no município de Aurora–estado do Ceará**,

Ceará, p. 158–168, 2018. Disponível em: <https://cfp.revistas.ufcg.edu.br/cfp/index.php/RPECEN/article/view/1070/442>. Acesso em: 20 out. 2022.

SOUZA, L. G. R. de. **Características climáticas do município de macau/rn – 2006 a 2017**. Anais CONADIS. Campina Grande, p. 1-4, 2018. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/50578>. Acesso em: 29 de jan. 2023.

TAVARES, V. C. **A PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS AGRICULTORES RURAIS DO MUNICÍPIO DE QUEIMADAS/ PB SOBRE A DEGRADAÇÃO DO BIOMA CAATINGA**, Pernambuco, v. 12, n. 28, p. 74-89, 2018. Disponível em: <http://revista.ufrn.br/actageo/article/view/4576/2471>. Acesso em: 05 out. 2022.

TRIGUEIRO, E. R. da C.; OLIVEIRA, V. P. V. de; BEZERRA, C. L. F. **INDICADORES BIOFÍSICOS E A DINÂMICA DA DEGRADAÇÃO/ DESERTIFICAÇÃO NO BIOMA CAATINGA: Estudo de caso no município Tauá, Ceará, Ceará**, v. 03, n. 01, p. 62-82, 2009. Disponível em: [file:///C:/Users/User/Downloads/20-1-73-1-10-20090605%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/20-1-73-1-10-20090605%20(1).pdf). Acesso em: 20 out. 2022.

VASCONCELOS, M. R. de A. **CONDICIONADORES DO SOLO E SUA INFLUÊNCIA NA COLONIZAÇÃO MICORRÍZICA ARBUSCULAR E NA FERTILIDADE DO SOLO EM REFLORESTAMENTO NO SEMIÁRIDO**, Ceará, p. 1-46, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/36733/1/2016_tcc_mrvasconcelos.pdf. Acesso em: 10 set. 2022.

VASCONCELOS, Y. **Combate à terra seca: Polímeros naturais superabsorventes misturados ao solo podem viabilizar culturas agrícolas em regiões áridas**, São Paulo, p. 80-83, 2016. Disponível em: http://143.107.237.132/bitstream/handle/RIIQSC/3021/080-083_Hidrogel_248-1.pdf?sequence=1. Acesso em: 20 out. 2022.