



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUTOS NATURAIS E SINTÉTICOS
BIOATIVOS

JOÃO PAULO PEREIRA DE LIMA

Tecnologias analíticas e de produção vegetal da aroeira
(*Myracrodruon urundeuva* Allemão)

João Pessoa – PB
2018

João Paulo Pereira de Lima

Tecnologias analíticas e de produção vegetal da aroeira

(*Myracrodruon urundeuva* Allemão)

Dissertação apresentada ao Mestrado Interinstitucional em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos, do Centro de Ciências da Saúde e do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal da Paraíba e da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção do título de Mestre em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos. Área de concentração: Farmacoquímica.

Orientador: Rui Oliveira Macedo

Coorientador: Alecksandra Vieira de Lacerda

João Pessoa – Paraíba

2018

L732t Lima, Joao Paulo Pereira de.

Tecnologias analíticas e de produção vegetal da aroeira
(Myracrodruon urundeuva Allemão) / Joao Paulo Pereira
de Lima. - João Pessoa, 2018.

93 f. : il.

Orientação: Rui Oliveira Macedo.

Coorientação: Alecksandra Vieira de Lacerda.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCS.

1. Germinação; Biometria; Análises térmicas. I. Macedo,
Rui Oliveira. II. Lacerda, Alecksandra Vieira de. III.
Título.

UFPB/BC

JOÃO PAULO PEREIRA DE LIMA

Tecnologias analíticas e de produção vegetal da aroeira
(*Myracrodruon urundeuva* Allemão)

Dissertação apresentada ao Mestrado Interinstitucional em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos, do Centro de Ciências da Saúde e do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal da Paraíba e da Universidade Federal de Campina Grande como requisito para obtenção de título de Mestre em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos. Área de concentração: Farmacoquímica.

Aprovada em: 12/12/2018

Banca Examinadora



Prof. Dr. Rui Oliveira Macedo
Universidade Federal da Paraíba
(Orientador - UFPB)

Prof.^a Dr.^a Carina Seixas Maia Dornelas
Universidade Federal de Campina Grande
(Examinador(a) Externo(a))



Prof. Dr. Marcus Tullius Scotti
Universidade Federal da Paraíba
(Examinador(a) Interno(a))

João Pessoa, 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

REITORA

Prof.^a Dr.^a Margareth de Fátima Formiga Melo Diniz

VICE-REITORA

Prof.^a Dr.^a Bernardina Maria Juvenal Freire de Oliveira

PRÓ-REITORA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

Prof. Dr. Isac Almeida de Medeiros

DIRETOR DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Prof. Dr. João Euclides Fernandes Braga

VICE-DIRETOR DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Prof. Dr. Fabiano Gonzaga Rodrigues

**COORDENADOR DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUTOS
NATURAIS E SINTÉTICOS BIOATIVOS**

Prof. Dr. Josean Fechine Tavares

A Deus, meu Senhor

A minha família

Por me acompanhar sempre

Nos melhores e piores momentos da vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida!

Agradeço aos meus pais, Dinalva Pereira e Egnaldo Nunes pela educação que me proporcionaram e as condições que me deram para estudar sem qualquer preocupação, por toda paciência no meu período de formação e pelo apoio incondicional para realização dos meus objetivos.

Ao meu irmão Artur pelas inúmeras palhaçadas que nos acompanha desde época de berço, pela amizade, companheirismo, e principalmente pelo carinho e amor que existe em nosso meio.

A todos os meus tios ^(a) por terem me aconselhado e me acompanhado mesmo distante, pelas contribuições para o meu crescimento e principalmente para minha formação como ser humano.

Aos meus queridos avós maternos Josefa Barros (Dona Léo) e José Gregório por sempre estarem ao meu lado, por toda a sua influência nos meus estudos, inclusive me levando ao colégio e pela paciência devido as minhas traquinagens quando garoto.

A minha querida namorada e amiga, Renata Chaves, por compreender na maioria das vezes essa minha vida corrida de pesquisador, minhas ausências, e mesmo assim incentivar-me a continuar nesse caminho, por me atender sempre quando precisei de seus conselhos e ajuda na construção dessa dissertação, além do apoio incondicional em minha vida.

Aos meus amáveis primos, em especial Joyce Pereira e Igor Pereira, por me acolher nas horas vagas na casa de tia, pois mesmo morando em outra cidade, a distância não foi um fator limitante. Vocês sempre estiveram presentes para que eu pudesse atingir meus objetivos!

Ao professor Dr. Rui Oliveira Macedo pela orientação durante os últimos dois anos, por total confiança e paciência no desenvolvimento do trabalho, acompanhando-me sempre com suas orientações, com dedicação seriedade e profissionalismo. A professora Dra. Alecksandra Vieira de Lacerda pela coorientação na pesquisa.

Quero agradecer aos meus queridos amigos que o Ludem me proporcionou conhecer: Lazáro, Fabricio, Venâncio, Nathalia, Dayseane, Taynara, Rayanne e a técnica Hertha, os quais foram essenciais no caminhar da pesquisa.

Aos meus queridos voluntários do laboratório Marcio, Gabriela, Leticia e Jacqueline, os quais contribuíram para realização da triagem de todo o material.

Aos meus amigos colegas da turma do Minter 2016.2, em especial a Amilton, Pollyana, Lécia, Lorena, Dayse e Analu. Saibam que estou na torcida pelo sucesso de todos.

Em especial, aos meus amigos de infância Adenilson Alves, Caio Frusciante (*In memoriam*), que nos deixou muito cedo e hoje se encontra nos braços do Pai celestial.

Anderson Torres, Alex Donato, Fernando de Maçal, os quais me mostraram o verdadeiro significado da palavra “amizade”.

Aos doutorandos Dayseane, Fernando, Lázaro, Fabricio, Thaynara, Rayanne e Alessandra por me acompanharem na maior parte do tempo das análises que realizei no IPEFarm.

Aos professores pela participação na banca examinadora para qualificação desta dissertação, e pela contribuição depositada neste trabalho.

À Universidade Federal de Campina Grande, instituição pela qual obtive meu título de Graduação em Tecnologia em Agroecologia, e também a qual concedeu a infraestrutura para realização deste trabalho em parceria com a Universidade Federal da Paraíba para criação do Mestrado interinstitucional.

À Universidade Federal da Paraíba, pela infraestrutura concedida para realização deste trabalho.

A todos os professores do programa de Pós-Graduação em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos da Universidade Federal da Paraíba, pelo apoio e compreensão.

Ao CNPq e a CAPES.

A todos que contribuíram para a realização e a efetivação deste trabalho, de forma direta ou indireta, que, porventura, tenha esquecidos de mencionar.

RESUMO

Myracrodruon urundeuva Allemão (Anacardiaceae) é uma espécie de ocorrência na região nordeste do Brasil, conhecida popularmente como aroeira-do-sertão, uma das plantas cujo uso medicinal é dos mais difundidos na região, especialmente por suas propriedades etnofarmacológicas, incluindo atividades antimicrobianas. De acordo com o conhecimento documentado sobre o uso fitoterápico da aroeira, a mesma foi incluída na lista oficial de Plantas ANVISA, mas devido ao extrativismo inadequado a espécie foi considerada na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção elaborada pela Fundação Biodiversitas sob os auspícios do Ministério do Meio Ambiente. Este trabalho buscou desenvolver um modelo metodológico para avaliar a integridade da *M. urundeuva* considerando a caracterização biológica e térmica das sementes. As sementes foram estudadas em três diferentes estágios de maturação I verde, II intermediário e III maduro, utilizando diferentes métodos analíticos para sua caracterização. O material foi coletado nos municípios de Sumé e São João do Cariri na região semiárida da Paraíba, Brasil. Na caracterização biométrica determinou-se o diâmetro, a largura e a espessura de 100 sementes em cada estágio de maturação. Sementes em diferentes fases tiveram comprimento médio, respectivamente, da fase I (4,44 mm), fase II (4,42 mm) e fase III (3,33 mm). Na caracterização Termogravimétrica foi determinado teor de umidade pelo método de estufa com circulação a ar na qual a amostra S1, S2 e S3 apresentou 74%, 56% e 8,8% respectivamente, para as amostras de SJ1, SJ2 e SJ3 apresentaram 69%, 9,3% e 3,4% da umidade presente nas sementes, e o teor de cinzas foi determinado pela metodologia 018/IV Resíduo por incineração – Cinzas (IAL, 2005). As amostras foram analisadas por técnicas termogravimétricas (TG) nas razões de aquecimento 5, 10, 20 e 40 °C.min⁻¹ e análise térmica diferencial (DTA) 10°C.min⁻¹. Nas curvas TG observaram-se seis eventos de degradação de massa, tanto na atmosfera inerte como oxidativa, indicando similaridade entre os perfis tendo como resultados da energia de ativação S1, S2 e S3 102,37, 94,41, 94,34 jmol⁻¹ e SJ1, SJ2 e SJ3 97,66, 100,85 e 96,75 jmol⁻¹. As curvas DTA mostraram dois eventos exotérmicos nas faixas de temperatura de 250°C a 380°C e 420°C a 510°C, e o pico variando entre 312 – 349 °C e 449 – 475°C. A pirólise acoplada a cromatografia gasosa / espectrometria de massa (PYR-GC / MS) apresentou fragmentos semelhantes aos diferentes estágios. Para a produção vegetal e acompanhamento do desenvolvimento dos brotos utilizou-se seis árvores matrizes e 20 baldes por matriz, sendo depositadas 4 sementes por balde e 80 sementes por matriz. Os resultados da produção vegetal de *M. urundeuva* foram apresentados por sua emergência, desenvolvimento e mortalidade.

Palavras-chave: Germinação; Biometria; Análises térmicas.

ABSTRACT

Myracrodruon urundeuva Fr. Allemão (Anacardiaceae) is a species of occurrence in the northeastern region of Brazil, popularly known as aroeira-do-sertão, one of the plants whose medicinal use is the most widespread in the region, especially for its ethno-pharmacological properties, including antimicrobial activities. According to the documented knowledge on the phytotherapeutic use of aroeira, it was included in the official list of ANVISA Plants, but due to the inadequate extractivism the species was considered in the Official List of Brazilian Flora Species Threatened by Extinction elaborated by the Biodiversitas Foundation under the auspices of the Ministry of the Environment. This work aimed to develop a methodological model to evaluate the integrity of *M. urundeuva* considering the biological and thermal characterization of the species. The seeds were studied in three different maturation stages I green, intermediate II and mature III, using different analytical methods for their characterization. The material was collected in the municipalities of Sumé and São João do Cariri in the semi-arid region of Paraíba, Brazil. In the biometric characterization the diameter, width and thickness of 100 seeds were determined at each maturation stage using a digital caliper. Seeds in different phases had mean length, respectively, of phase I (4.44 mm), phase II (4.42 mm) and phase III (3.33 mm). In the thermogravimetric characterization, the moisture content was determined by the air circulating greenhouse method in which the samples S1, S2 and S3 presented 74%, 56% and 8.8%, respectively, . for the samples of SJ1 SJ2 and SJ3 presented 69%, 9.3% and 3.4% of the moisture present in the seeds, and the ash content was determined by the methodology 018 / IV Residue by incineration - Ash (IAL, 2005). The samples were analyzed by thermogravimetric (TG) techniques in the heating ratios 5, 10, 20 and 40 ° C.min⁻¹ and differential thermal analysis (DTA) 10°C.min⁻¹. In the TG curves six mass degradation events were observed, both in the inert and oxidative atmosphere, indicating similarity between the profiles, having as results of the activation energy S1, S2 and S3 102,37, 94,41, 94,34 jmol⁻¹ and SJ1, SJ2 and SJ3 97.66, 100.85 and 96.75 mol⁻¹. DTA curves showed two exothermic events in the temperature ranges of 250 ° C to 380 ° C and 420°C to 510°C, and the peak ranging between 312 - 349°C and 449 - 475°C. Pyrolysis coupled to gas chromatography / mass spectrometry (PYR-GC / MS) showed fragments similar to the different stages. For the plant production and monitoring of the development of the shoots, six matrices and 20 buckets per matrix were used, 4 seeds per bucket and 80 seeds per matrix. The results of the *M. urundeuva* plant production were presented for their germination, development and mortality.

Keywords: Germination; Biometry; Thermal analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagens ilustrativas de <i>M. urundeuva</i> (A) planta, (B) casca e (C) folhas.....	21
Figura 2. Chalconas isoladas de <i>M. urundeuva</i>	23
Figura 3. Localização do município de Sumé na microrregião do Cariri Ocidental, semiárido.	30
Figura 4. Localização geográfica do município de São João do Cariri-PB.....	31
Figura 5. Imagem do equipamento TASYWS 60 da marca Shimadzu.....	35
Figura 6. Imagens do equipamento pirolizador (SHIMADZU, Pyr-4A), diretamente acoplado a um sistema de Cromatografia gasosa/Espectrometria de massas (SHIMADZU, GCMS-QP5050A).....	36
Figura 7. Ilustração das sementes de <i>Myracrodruon urundeuva</i>	38
Figura 8. Resultado da análise PCA das sementes de <i>M. urundeuva</i> I verde (A), II intermediário (B) e III maduro (C)	40
Figura 9. Curvas de perda de água de diferentes estádios de maturação de sementes de <i>M. urundeuva</i> a temperatura controlada de 42 ° C coletadas em Sumé – PB (A) e São João do Cariri – PB (B), Brasil.....	42
Figura 10. Curvas de perda de água de diferentes estádios de maturação de sementes de <i>M. urundeuva</i> a 550 ° C para obter o perfil total de sólidos das amostras.....	43
Figura 11. Curvas TG em diferentes razões de aquecimento de <i>M. urundeuva</i> (sementes) em três estádios de maturação coletados em Sumé-PB. (a) proporção de 5 ° C / min. (b) proporção de 10 ° C / min. (c) proporção de 20 ° C / min. (d) razão de 40 ° C / min em atmosfera oxidativa.....	46
Figura 12. Curvas TG em diferentes proporções de aquecimento de <i>M. urundeuva</i> (sementes) em três estádios de maturação coletados em São João do Cariri-PB. (a) proporção de 5 ° C / min. (b) proporção de 10 ° C / min. (c) proporção de 20 ° C / min. (d) razão de 40 ° C / min em atmosfera oxidativa.....	47
Figura 13. Curvas TG em diferentes proporções de aquecimento de <i>M. urundeuva</i> (sementes) em três estádios de maturação coletados em Sumé-PB. (a) de 10 ° C / min. (b) de 20 ° C / min. (c) de 40 ° C / min. em uma atmosfera inerte.....	50
Figura 14. Curvas TG em diferentes proporções de aquecimento de <i>M. urundeuva</i> (sementes) em três estádios de maturação coletados em São João do Cariri-PB. (a) de 10 ° C / min. (b) de 20 ° C / min. (c) de 40 ° C / min. em uma atmosfera inerte.....	51

Figura 15. Curvas DTA de sementes de <i>M. urundeuva</i> em diferentes níveis de maturação na taxa de aquecimento de 10 ° C / min. (a) S1, S2 e S3; (b) SJ1, SJ2 e SJ3.....	55
Figura 16. Curvas DTA de sementes de <i>M. urundeuva</i> analisadas por unidade à taxa de aquecimento 10 ° C / min. (a) SS3 e (b) SSJ3.....	56
Figura 17. Substâncias identificadas obtidas a diferentes temperaturas de amostras de <i>M. urundeuva</i> S1, S2, S3, SJ1, SJ2 e SJ3.....	60
Figura 18. Plotagem de todas as variáveis e amostras na temperatura de 320°C. Su1, Su2, Su3 (Sumé) e Jo1, Jo2, Jo3 (São João do Cariri).....	63
Figura 19. Plotagem de todas as variáveis e amostras na temperatura de 420°C. Su1, Su2, Su3 (Sumé) e Jo1, Jo2, Jo3 (São João do Cariri).....	64
Figura 20. Substâncias identificadas obtidas a partir de sementes analisadas por unidade na faixa de temperatura de 320 ° C.....	65
Figura 21. Plotagem de todas as variáveis e amostras na temperatura de 320°C. Su1, Su2, Su3 (Sumé) e Jo1, Jo2, Jo3 (São João do Cariri).....	66
Figura 22. Imagens dos baldes e das mudas de <i>M. urundeuva</i> cultivadas em ambiente com tela de proteção de 50% da iluminação.....	67

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1. Características de população de <i>M. urundeuva</i> , através de dados levantados de espécie indicadas para restauração ecológica. Não pioneira (NP), Diversidade (D), Autocórica (Aut), Vulnerável (Vu), Floresta Estacional Semidecidual (FES) e Floresta Estacional Decidual (FED).....	20
Tabela 2. Informações de todas as matrizes de <i>M. urundeuva</i> coletadas para desenvolvimento da pesquisa	32
Tabela 3. Dimensões médias das sementes de Aroeira (<i>M. urundeuva</i>) em diferentes estádios de maturação.....	39
Tabela 4. Percentual médio de umidade por amostra com estufa a $40\pm 2^\circ$, em relação ao desvio padrão.....	42
Tabela 5. Valores de cinzas e valores médios em porcentagem de sólidos totais de sementes de <i>M. urundeuva</i>	43
Tabela 6. Parâmetros de decomposição do estágio principal de degradação de amostras de sementes de <i>M. urundeuva</i> coletadas em Sumé-PB em uma atmosfera oxidante	48
Tabela 7. Parâmetros de decomposição do estágio principal de degradação de amostras de sementes de <i>M. urundeuva</i> coletadas em São João do Cariri-PB em atmosfera oxidante.....	48
Tabela 8. Parâmetros de decomposição do estágio principal de degradação de sementes de <i>M. urundeuva</i> coletadas em Sumé-PB sob atmosfera inerte.....	52
Tabela 9. Parâmetros de decomposição do estágio principal de degradação de sementes de <i>M. urundeuva</i> coletadas em São João do Cariri-PB sobre atmosfera inerte.....	52
Tabela 10. Parâmetros cinéticos da degradação térmica da droga vegetal obtida a partir das sementes de <i>M. urundeuva</i> em atmosfera oxidativa.....	53
Tabela 11. Parâmetros cinéticos da degradação térmica da droga vegetal obtida a partir das sementes de <i>M. urundeuva</i> em atmosfera inerte.....	53
Tabela 12. Ordem de reação, constantes de velocidade e validade para 10% das sementes de <i>M. urundeuva</i> coletadas em Sumé-PB, submetidas a temperaturas de 180, 190, 200, 210 e 220 ° C.....	57
Tabela 13. Ordem de reação, constantes de velocidade e validade para 10% de sementes de <i>M. urundeuva</i> analisadas por unidade submetida à temperatura de 200°C.....	59
Tabela 14. Dados médios dos parâmetros de acompanhamento mensais de desenvolvimento de <i>M. urundeuva</i>	68

Tabela 15. Síntese dos dados obtidos no estudo de <i>M. urundeuva</i>	71
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 Definidores Vegetacionais em Sistemas Naturais do Semiárido	18
2.2 <i>Myracrodruon urundeva</i> Allemão: Marcadores Ecológicos e Fisiológicos	20
2.3 Potencialidades Farmacológicas de População de <i>Myracrodruon urundeva</i> Allemão.....	22
2.4 Fenologia e Maturação: Bases para Produção de <i>Myracrodruon urundeva</i> Allemão.....	24
2.5 Métodos Analíticos e Técnicas Analíticas	26
3. OBJETIVOS	29
3.1 Objetivo geral.....	29
3.2 Objetivos específicos	29
4. MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1 Área de estudo.....	29
4.2 Coleta e análises dos dados.....	33
4.3 Coletas das sementes	33
4.3.1 <i>Caracterização físicas dos frutos e sementes</i>	34
4.3.3 <i>Determinação do curva de água das sementes</i>	34
4.3.4 <i>Determinações de cinzas das sementes</i>	34
4.3.5 <i>Preparo das amostras</i>	34
4.4 Termogravimetria Dinâmica e Inerte	34
4.4.1 <i>Cinética de Degradação Dinâmica</i>	35
4.4.2 <i>Cinética de Degradação Isotérmica</i>	35
4.4.3 <i>Análise Térmica Diferencial</i>	35
4.4.4 <i>Pirólise Acoplada a GCMS</i>	36
4.5 Produção vegetal de <i>Myracrodruon urundeva</i>	37

4.5.1 Índice de velocidade de emergência e de emergência (IVE)	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 Caracterização físicas dos frutos e sementes	38
5.2 Resultados do curva de água das sementes.....	41
5.3 Determinação do teor de cinzas totais	43
5.4 Termogravimetria dinâmica	44
5.4.1 <i>Determinação dos Parâmetros Cinéticos</i>	52
5.5 <i>Análise Térmica Diferencial (DTA)</i>	54
5.6 Análise Isotérmica	57
5.7 Pirólise Acoplada a GC/MS	59
5.8 Produção vegetal	67
5.8.1 <i>Emergência</i>	67
5.8.2 <i>Altura</i>	68
5.8.3 <i>Diâmetro do coleto</i>	69
5.8.4 <i>Mortalidade</i>	69
6. CONCLUSÃO	72
7. REFERÊNCIAS	73
ÂPENDICES	84

1. INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro possui uma enorme riqueza em espécies, porém poucos são os estudos de suas potencialidades. É definido como o mais populoso e biodiverso do mundo (MMA, 2011). As peculiaridades que definem este ambiente se traduzem pela heterogeneidade das condições naturais como o clima, solo, topografia e vegetação (GOMES, 2013). Em pesquisas recentes, a população desta região foi estimada em mais de 23,5 milhões de habitantes, e constitui atualmente cerca de 12% do território brasileiro (INSA, 2014).

Presente com uma grande representatividade na região Semiárida tem-se as áreas de Caatinga, onde uma parcela significativa de sua população encontra-se como dependente dos recursos da sua biodiversidade para impulsionar seus processos produtivos. Por outro lado, estes mesmos recursos, se conservados e usados de forma sustentável, viabilizaria o desenvolvimento da região.

Pouco ainda se conhece desse bioma, mas sabe-se que seus ecossistemas apresentam diversidade em paisagens e grande número de espécies endêmicas e características únicas da mesma. Entretanto, se encontra atualmente em acelerado processo de desertificação, meio no qual reduz drasticamente populações de espécies vegetais que ocorrem na caatinga (LIMA, 2015). Uma destas espécies é a *Myracrodruon urundeuva* Allemão, mas como colocado por Canuto (2009), há urgência em se conhecer melhor as espécies florestais através de parâmetros genéticos como variabilidade e estrutura genética, herdabilidade de caracteres de interesse, entre outros conhecimentos.

Relacionado aos inúmeros potenciais vegetais, *M. urundeuva* é uma espécie que merece destaque. Define-se como espécie de ocorrência no Bioma Caatinga, conhecida pelos sertanejos como “aroeira” ou “aroeira-do-sertão”. Esta espécie apresenta diversas potencialidades, uma delas é o uso medicinal, comprovado em estudos etnobotânicos recentes abordados por Roque, Rocha e Loiola (2010), em estudo de uso e diversidade de plantas da caatinga e Lucena et al. (2011) estudando o uso e conhecimento desta espécie.

Devido aos suas propriedades medicinais, a aroeira-do-sertão é vista como uma alternativa potencialmente viável para as indústrias farmacêuticas. Matos (1999), (Pacheco 2006) e Vieira, Dias e Castro (2011): comentam que sua entrecasca possui propriedades cicatrizantes, adstringentes, antiinflamatórias, antialérgicas e cicatrizantes. As sementes são avermelhadas e as folhas liberam um odor forte de terebintina.

Com uma ampla diversidade terapêutica se faz necessário o conhecimento da espécie compreendendo sua fenologia reprodutiva para o desenvolvimento de estratégias que assegurem sua conservação e o uso comercial sustentável. Porém, é fundamental produzir mudas com qualidade e com alta capacidade para a implantação em campo. Qualidade esta que depende, dentre outros fatores, das condições ambientais impostas, da variabilidade genética da espécie e também da interação genótipo e ambiente (GIRÃO, 2013).

Com a utilização de técnicas e métodos analíticos adequados, se fazem necessários o conhecimento de seus princípios ativos e padronização de produção de aroeira para serem submetidos a estudo considerando as semelhanças e diferenças nas fases do desenvolvimento, acelerando a disponibilidade produtiva desde sua fase inicial.

A ampla diversidade terapêutica e exploração predatória extensiva que comprometem sua população durante décadas, se faz necessário estudos para garantir sua conservação e estratégias que assegurem o uso comercial sustentável. O conhecimento fisiológico e básico da emergência e propagação da aroeira, utilidade e vulnerabilidade elevam a importância da espécie (NUNES et al., 2008).

O bom desempenho da produção vegetal depende de vários fatores, sendo a boa qualidade da semente um deles. Para isso é importante selecionar as melhores árvores de cada espécie para serem as matrizes (SENA, 2008). Além disto, as condições adversas do clima, do substrato que se deseja trabalhar e a presença de doenças determinam a qualidade do cultivo. Diante das características apresentadas pela árvore matriz, se não estiver sadia ou bem nutrida, pode gerar sementes mal formadas, não respondendo satisfatoriamente na emergência e na qualidade das mudas (MELLOTO et al., 2009).

A seleção de árvores-matrizes de *M. urundeuva* que é uma espécie de ocorrência desde as áreas de caatinga no Ceará até os Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul (PEREIRA, 2011), encontra-se recentemente entre as espécies consideradas ameaçadas de extinção consequência da exploração irregular da espécie.

Além de estudos relacionados a tratamentos germinativos ampliar o conhecimento fisiológico da espécie através da caracterização biométrica das sementes pode fornecer subsídios importantes para trabalhos com *M. urundeuva* na região nordeste do Brasil, como para melhoramento genético de populações, padronizações de testes em laboratórios, bem como na época certa de colheita e indicação de armazenamento de sementes para produção de mudas, além de fornecer subsídios importantes para identificação e diferenciação de espécies do mesmo gênero.

A caracterização biométrica das sementes pode fornecer subsídios importantes para trabalhos com *M. urundeuva*, como para melhoramento genético de populações, padronizações de testes em laboratórios, bem como na época certa de colheita e indicação de armazenamento de sementes para produção de mudas, além de fornecer subsídios importantes para identificação e diferenciação de espécies do mesmo gênero.

Assim, os conhecimentos biológicos das sementes do *M. urundeuva* devem ser acompanhados de informações analíticas do comportamento físico e químico global desta espécie para viabilizar a reprodução qualitativa dos indivíduos que serão utilizados para fins medicinais, razão pela qual as técnicas térmicas propostas no presente trabalhos, Termogravimetria, Análise Térmica Diferencial e Pirólise/GCMS são de fundamental importância para alcançar os objetivos de seleção da qualidade das sementes para fins de reprodução vegetais e farmacológicos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Definidores Vegetacionais em Sistemas Naturais do Semiárido

O Semiárido é caracterizado pela semiaridez do clima, pela deficiência na distribuição hídrica com níveis de precipitação imprevisíveis e com um solo em sua maioria jovem (SILVA, 2006). As pesquisas realizadas nestes ambientes demonstram uma realidade de processos negativos sobre a flora e a fauna silvestres, bem como sua estreita ligação com a atuação do homem sobre o meio, principalmente sobre os solos, onde os processos erosivos se intensificam e constituem os indícios mais marcantes da desertificação (SÁ et al., 2010).

A região Semiárida brasileira ao longo de sua história teve outras denominações, tais como o Nordeste das secas e o Sertão. Oficialmente, a primeira delimitação da região foi estabelecida em 1936, como o Polígono das Secas (SILVA, 2006). Esta última designação é derivada do seu formato poligonal e das secas que atingem a mesma. Geralmente as chuvas se concentram em um período de três meses consecutivos, apesar da alta variabilidade anual (REBOUÇAS, 1997). Esses fatores contribuem na resultante de secas severas e periódicas, que determinam mudanças na paisagem da Caatinga e adaptativas na biota.

No cenário regional, vários fatores impactantes veem provocando reflexões de reversão e mitigação das ações negativas voltadas para os ecossistemas naturais presentes nestes espaços. Dentre estes impactos, Leite et al. (2010) destaca a degradação dos solos como um dos problemas ambientais mais importantes devido a desestruturação,

compactação, perdas de solo e nutrientes por erosão e lixiviação, redução da fertilidade, oxidação acelerada da matéria orgânica, perdas dos reservatórios de nutrientes associados a matéria orgânica e a diminuição da quantidade e diversidade de organismos do solo.

Os fatores citados acima, somados à atual característica de solos jovens desta região, são condicionantes para processos de degradação no Semiárido brasileiro (SANTOS et al., 2011). Em razão disso, tem-se evidenciado nos últimos anos a preocupação com o uso sustentável dos recursos naturais, especialmente do solo associado aos danos causados a vegetação.

Nos espaços da semiaridez além da precipitação apresentar-se mal distribuída espacialmente, tem-se também a variação temporal, influenciando diretamente no escoamento superficial e na produção de sedimentos (SANTOS, PAIVA e SILVA, 2006). Devido à complexidade na distribuição espacial dos solos, ocorre a formação de um mosaico retalhado, com tipologias bem diferenciadas (VELLOSO, SAMPAIO e PAREYN, 2002). As condições ecológicas típicas da região estão representadas nas depressões interplanálticas, onde predomina a Caatinga, e que contrastam com áreas das Chapadas, onde predomina o Cerrado, Campos Rupestres e diferentes tipos de florestas (GALVÃO, 2005).

De acordo com Prado (2003) estas regiões apresentam características peculiares de um clima com sistema de chuvas extremamente irregulares em sua distribuição anual, com variação média de desvio de 20% a até mais de 50%. A insuficiência e irregularidade na distribuição de chuvas, a temperatura elevada e a alta evaporação são características climáticas que limita o mundo das águas, o mundo orgânico das Caatingas e o mundo socioeconômico dos viventes dos sertões (AB'SÁBER, 2003).

Apesar da necessidade da intensificação de pesquisas nesta região, para maior visibilidade das suas riquezas e potenciais, pesquisas recentes já mostram que a mesma possui um vasto número de espécies endêmicas da fauna e flora adaptadas a realidade da Semi-aridez. Conforme Giullietti et al. (2004), não existe uma lista completa para as espécies da Caatinga. Porém a manutenção da riqueza e diversidade biológica e física presente nessa região se faz necessário permitindo a conservação dos recursos naturais, associado a programas de conservação e manejos adequados.

2.2 *Myracrodruon urundeuva* Allemão: Marcadores Ecológicos e Fisiológicos

A espécie da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) é descrita de acordo com o Sistema de Classificação de Cronquist, em que a espécie pertence à divisão Magnoliophyta (Angiosperma), classe Magnoliopsida (Dicotiledônias), ordem Sapindales (CARVALHO, 2003). É uma espécie arbórea e faz parte da família das Anacardiaceae que reúne aproximadamente 600 espécies e 70 gêneros (JUDD et al., 2007 apud TOLKE, CARMELLO-GUERREIRO e MACHADO, 2013). No Brasil a família Anacardiaceae está representada por 14 gêneros, 53 espécies e oito variedades, das quais 13 são endêmicas, distribuídas em todos os domínios fitogeográficos, principalmente com dominância na Amazônia (SILVA-LUZ e PIRANI, 2014).

M. urundeuva é conhecida de diversas formas nas regiões de sua ocorrência, como aroeira-preta, aroeira-do-campo, aroeira-verdadeira, aroeira vermelha, aroeira-do-cerrado e urundeúva, entre outros (CARVALHO, 2003). No Brasil, ocorre desde o Ceará até o Paraná e Mato Grosso do Sul, sendo mais frequente na Região Nordeste (LORENZI, 1992 apud SILVA, RODRIGUES e AGUIAR, 2002). Na Tabela 1 é possível visualizar alguns

Tabela 1 – Características de população de *M. urundeuva*, através de dados levantados de espécie indicadas para restauração ecológica. Não pioneira (NP), Diversidade (D), Autocórica (Aut), Vulnerável (Vu), Floresta Estacional Semidecidual (FES) e Floresta Estacional Decidual (FED)

Família / Espécie	Nome Popular	Altura	Hábito	Cl. Sucessional	Grupo Funcional	Síndrome de Depressão	Categ. Ameaça	Bioma
Anacardiaceae								
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Aroeira do sertão	6-14	Árvore	NP	D	Aut	Vu	FES-6/ FED-4

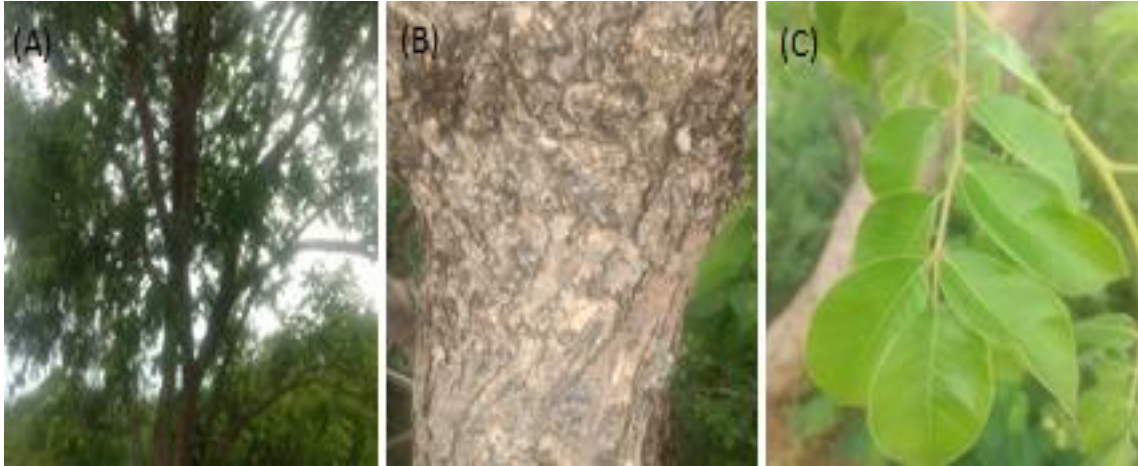
Fonte: Barbosa et al., 2015.

A ampla distribuição geográfica de uma espécie é um indicativo de que a mesma possa apresentar altos níveis de diversidade genética, o que pode lhe conferir a capacidade de ocupar diferentes habitats (KAGEYAMA et al., 2003).

Caracteriza-se por ser uma planta dióica, alógama, cuja incidência em florestas primárias pode ocorrer com diversas espécies, ao contrário das florestas secundárias, onde é

de ocorrência quase que homogênea, em áreas perturbadas (FREITAS et al., 2006). É uma árvore caducifolia de 5 a 10 m de altura com variações entre regiões, o seu caule pode atingir 1 metro de diâmetro, sua copa é ampla, com folhas compostas, alternas, imparipenadas, com 5 a 7 pares de folíolos ovados obtusos (LORENZI, 1992 apud GIRÃO 2013).

Figura 1 – Imagens ilustrativas de *M. urundeuva* (A) folhas, (B) casca e (C) Folhas



Geralmente, a espécie floresce de julho e setembro e a maturação dos frutos ocorre de setembro a outubro (ANDRADE et al., 2000; NUNES et al., 2008). Por todo este período, a árvore perde suas folhas. A maturação completa dos frutos inicia-se no mês de setembro, prolongando-se até outubro (MACHADO, BARROS e SAMPAIO, 1997). A polinização é realizada por abelhas, e a dispersão dos diásporos é anemocórica (NUNES, et al., 2008). Seus frutos são do tipo drupa globosa ou ovóide, com cálice persistente, considerado um frutosemente (FIGUEIRÔA, CARVALHO e SIMABUKURO, 2004).

A madeira é considerada muito pesada, com densidade aparente variando entre 1,00 e 1,21 g·cm⁻³ a 15% de umidade, de difícil trabalhabilidade, alta resistência mecânica e ao apodrecimento ou ataque de cupins de madeira seca (MAIA, 2004). De acordo com suas características e sua durabilidade ao tempo, a madeira, tem excelente aplicabilidade para construções urbanas e rurais. A elevada quantidade de extrativos fenólicos classifica essa madeira como muito rica em metabólitos secundários, que podem ou não estar associados com a lignina e que, provavelmente, são os principais responsáveis pela larga resistência natural da planta à degradação química e biológica (QUEIROZ, MORAIS e NASCIMENTO 2002).

Na medicina caseira, as cascas, folhas e raízes são bastante utilizadas para prevenir e curar diferentes enfermidades (SILVA, 2014). Pode ser também utilizada como planta

ornamental, na restauração de florestas, em sistemas agroflorestais, na apicultura e meliponicultura, alimentação animal e na indústria de curtumes (MAIA, 2004).

Segundo Araújo, Silva e Castor (2014) a espécie é relatada pelos agricultores como indicadora de chuva na época de sua floração. Silva, Andrade e Souza (2013) define que as “experiências de inverno” consistem na observação dos elementos da paisagem, os quais fazem parte de um conjunto de estratégias historicamente construídas e que discutem a relação entre os nordestinos de regiões semiáridas e a seca.

Em decorrência desses múltiplos usos, a aroeira vem sofrendo um processo de exploração intensa e predatória, resultando na devastação de suas populações naturais (SILVA, 2013). A espécie foi incluída na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção elaborada pela Fundação Biodiversitas sob os auspícios do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2008).

De acordo com Pereira (2011) a *M. urundeuva* apresenta crescimento satisfatório em condições de viveiro e tem grande resistência na fase de estabelecimento no campo, sendo indicada para o plantio em áreas abertas na primeira fase do reflorestamento ou em programas de enriquecimento da vegetação. Portanto, os aumentos no número de pesquisas diante da exploração predatória de suas populações contribuirão para o entendimento da sua conservação estabelecendo ações que preservem o patrimônio genético, permitindo através dos mesmos, monitorar as eventuais mudanças na estrutura da vegetação e podendo fornecer subsídios que possibilitam formas adequadas de manejo.

2.3 Potencialidades Farmacológicas de População de *Myracrodruon urundeuva* Allemão

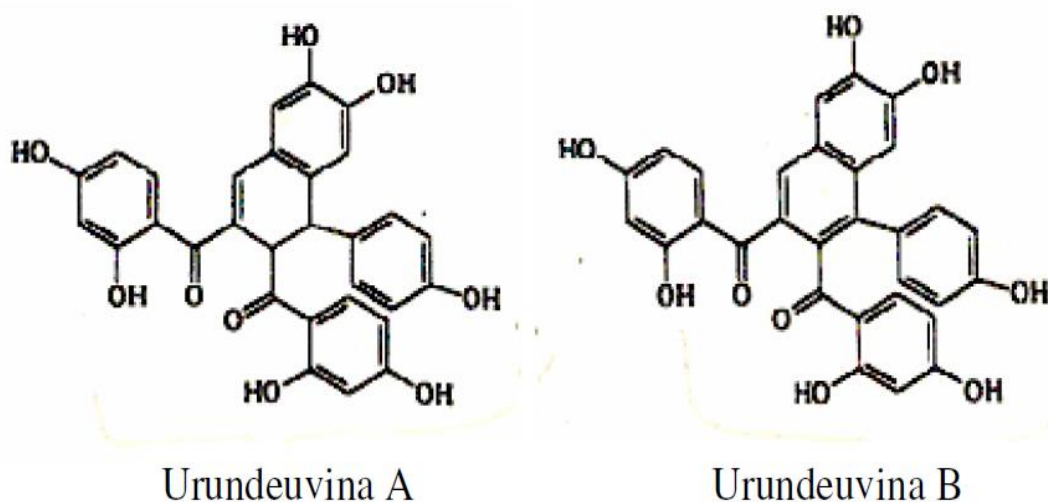
Vários trabalhos já demonstram a aroeira como uma das principais plantas com potencial farmacológico da tradicional medicina popular. Sua entrecasca possui propriedades antiinflamatórias, adstringentes, antialérgicas e cicatrizantes, suas raízes são usadas no tratamento de reumatismo e as folhas são indicadas para o tratamento de úlceras (COSTA, 2011). Demonstrou ser uma droga segura, a sua toxicidade aguda do extrato hidroalcoólico foi avaliado em estudos pré-clínicos (AMARAL e SILVA, 2011).

De acordo com os conhecimentos empíricos, o uso terapêutico do chá produzido a partir da casca combate gripe, tosse, bronquite, além de ser tranquilizante e balsâmico (VILLELA et al., 2000). Monteiro et al. (2006) mostraram a importância desta espécie ao relatarem 97 usos variados em populações rurais, mas porém, sua composição em fenóis totais e taninos variam em função da parte coletada e do período da estação.

Os metabólitos secundários podem ser classificados com base na sua estrutura química, composição, biossíntese ou sua solubilidade em vários solventes (RIBEIRO, 2012). Uma classificação simples inclui três grandes grupos principais: terpenóides, sintetizados a partir do ácido mevalônico (no citoplasma) ou do piruvato e 3-fosfoglicerato (no cloroplasto), fenóis, derivados do ácido chiquímico ou ácido mevalônico, e fosfoglicerato (CROZIER et al., 2006). Também chamados de compostos que contém nitrogênio, derivados de aminoácidos aromáticos (triptofano, tirosina), os quais são derivados do ácido chiquímico, e também de aminoácidos alifáticos (ornitina, lisina) (TAIZ; ZEIGER, 2003; PERES, 2004).

No estudo químico da casca de *M. urundeuva*, Sá (2008), observou a predominância de duas substâncias de natureza chalconica e outra de predominantemente taninos condensados, observadas na Figura 2.

Figura 2 – Chalconas isoladas de *M. urundeuva*



Fonte: Bandeira et al. 1993

São inúmeros os constituintes químicos identificados nos óleos essenciais que são produtos formados por diversas funções orgânicas da planta relacionadas à variação sazonal. Havendo assim, referências da presença de hidrocarbonetos terpênicos, álcoois simples e terpênicos, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, éteres, óxidos, peróxidos, furanos, ácidos orgânicos, lactonas, cumarinas entre outros (VITTI e BRITO, 2003). São produzidos por estruturas secretoras especializadas glandulares, células parenquimáticas diferenciadas, canais oleíferos ou em bolsas específicas (COSTA, MENEZZI e RESCK 2011).

O óleo essencial é o principal responsável por vários benefícios desta planta, especialmente à ação antimicrobiana contra vários tipos de bactérias e fungos e contra vírus, e

também contra micoses, candidíases e alguns tipos de câncer, pois possui ação regeneradora dos tecidos (PEREIRA et al., 2014). A potencialidade e a expectativa em torno dos óleos essenciais consolidam a diversidade da ação farmacológica, assim fortalecendo o conhecimento para o avanço no desenvolver de novos fitoterápicos.

Com relação às propriedades dos óleos essenciais, fica claro que eles são misturas complexas de várias moléculas, e segundo a literatura o seu potencial biológico não é efeito de todas as moléculas e sim os componentes presentes em níveis mais altos de acordo com a análise cromatográfica (CHAGAS, 2015). Os componentes principais são isolados para uma melhor análise das características biofísicas e biológicas (IPEK et al., 2005).

Porém o uso de plantas medicinais em saúde preventiva e curativa é cercado de recomendações rigorosas quando da sua utilização (JUIZ, ALVES e BARROS 2009). A questão da dosagem representa um grande entrave para garantir a segurança e eficácia das ervas medicinais, mesmo se tratando de plantas com atividade biológica confirmada (SOUZA, 2012). Quando se utiliza uma quantidade menor talvez não cause efeito algum, entretanto com o aumento da dosagem pode induzir reações e comportamentos diferentes com o organismo.

2.4 Fenologia e Maturação: Bases para Produção de *Myracodruon urundeuva* Allemão

O estudo da fenologia é baseado na evolução das espécies relacionado aos ambientes e seus fatores físicos e químicos. O clima de seu respectivo habitat proporciona o avanço exclusivo da espécie, desse modo cada ambiente fornece condições específicas para características distintas. Assim, a época de brotamento, queda de folhas, surgimento de botões florais, flores e a frutificação estão diretamente ligadas a condições como temperatura, presença de polinizadores, dispersores, umidade, luminosidade e precipitação (MILANI, 2013).

Lima (2007) descreve que um dos primeiros estudos de fenologia com espécies da caatinga foi realizado por Pereira et al. (1989), que estudaram algumas espécies melífera, visto que algumas espécies floresceram na estação chuvosa e de estiagem.

A aroeira trata-se de uma espécie arbórea tropical, cujas flores são unissexuais, polinizadas possivelmente por abelhas e suas sementes são dispersas pelo vento, geralmente, o fruto contém apenas uma semente (MORAES et al., 2012).

Para o estudo de Sousa et al. (2009) a *M. urundeuva* apresenta padrões fenológicos bastante característicos de outras espécies das florestas estacionais decíduais, perdendo suas

folhas no período seco e as produz no início da época chuvosa florescendo logo depois do fim da estação chuvosa e frutificando no meio da estação seca, quando a dispersão de sementes pelo vento é mais propícia. Neste sentido, a fenologia nestes ecossistemas é altamente influenciada em decorrência das mudanças climáticas durante o ano.

Nestes ambientes fortemente sazonais, a fenologia é fortemente afetada por fatores climáticos, algumas respostas fenológicas desta espécie variam com o estágio sucessional da área em que ela se encontra (SOUSA et al., 2009). O crescimento vegetativo e reprodutivo da maioria das árvores tropicais é frequentemente limitado a curtos períodos do ano (TERBORGH, 1992 apud NUNES et al., 2008). A irregularidade pluviométrica da região é um dos condicionantes limitadores do crescimento vegetacional da espécie. A emergência das sementes é variável de acordo com a temperatura, não havendo uma temperatura ótima e uniforme de emergência para todas as espécies (LOPES e SOARES, 2006).

A aroeira é propagada por sementes e a avaliação de características fisiológicas e sanitárias desta estrutura de propagação é de fundamental importância (ARAUJO et al., 2013). A maioria das perdas de suas características torna a semente inviável por falta de conhecimento de sanidade e fisiológica da mesma.

Logo, verifica-se que uma das formas para melhorar a qualidade nutricional do substrato para produção de mudas, está na utilização de resíduos vegetais, e também resíduos industriais, podendo estes ser misturados entre si, e com outros elementos naturais (OLIVEIRA et al., 2012), surgindo a partir das misturas uma homogeneidade das substâncias agregadas aumentando o potencial nutricional das plantas, caracterizando-se como um modelo alternativo de diminuição de custos para obtenção do substrato de qualidade.

A necessidade da realização de estudos que visem a ampliação dos conhecimentos do comportamento ecofisiológico das espécies nativas em diferentes ecossistemas, do ponto de maturação, da superação da dormência, uniformização e maximização da emergência das sementes de espécies para estes fins é, portanto, de grande importância (LOPES e SOARES, 2006), considerando a ocorrência da espécie *M. urundeuva* na região nordeste do Brasil.

Por isso se faz necessário o estudo de maturação de sementes. É de muita relevância quando se pretende conhecer o comportamento das espécies para reprodução e época de colheita, tendo em vista, os desenvolvimentos de técnicas de secagem, armazenamento e maturação como condicionantes de sucesso na produção.

2.5 Métodos Analíticos e Técnicas Analíticas

Esta técnica destaca-se como uma das técnicas preconizadas pelos compêndios oficiais, como a Farmacopeia Brasileira e a United States Pharmacopeia (USP), em métodos analíticos validados indicativos de estabilidade, os quais sejam exatos e precisos para doseamento e análise de teor de ingredientes ativos livres de impurezas de processo, excipientes e produtos de degradação (BIRADAR et al., 2014).

Os métodos e técnicas analíticas empregadas para determinação de análises de fármacos são importantes para o desenvolvimento de medicamentos. Chaves (2012) relata que o conhecimento de determinados estudos fitoquímicos de produtos naturais para o surgimento de novos fármacos de origem vegetal, tem forte influência com a sazonalidade climática de suas determinadas regiões. Assim, essa sazonalidade que difere a região semiárida de outras na mesma faixa latitudinal proporciona a vegetação ali existente, períodos de abundância e de estresse hídrico que afetam na síntese de metabólitos secundários e, conseqüentemente, nas atividades biológicas da planta (LARCHER, 2004).

Várias técnicas de pesquisas estão sendo desenvolvido com interesse de se estudar o potencial biológico e farmacológico dos compostos fenólicos. São obtidos por métodos de ressonância magnética nuclear; nas técnicas cromatográficas e na espectrometria de massas (JUNIOR, 2010), entre outras.

Queiroz, Morais e Nascimento (2002) caracterizando os taninos da *M. urundeuva* utilizou para separação e identificação o método cromatográfico líquida de alta eficiência. França et al. (2012) pesquisando sobre a atividade antioxidante da aroeira observaram que o extrato etanólico da casca, tem alta capacidade para produzir radicais livres antioxidantes, frente ao radical livre DPPH (2,2- difenil-1-picril-hidrazila) e as medidas de absorção foram realizadas usando espectrofotômetro digital Bioespectro SP – 22.

Considerando os estudos Farmacobotânicos com espécies da Caatinga, Silva (2008), ao analisar por cromatografia em camada delgada a composição fitoquímica do caule e da folha de indivíduos jovens e adultos de *M. urundeuva* constatou que ambas as partes possuem compostos semelhantes quanto à presença flavonoides mono e sesquiterpenos, triterpenos, esteróides, proantocianidinas condensadas e leucoantocianidinas, além de açúcares. Essas características levantam questionamentos em relação a presença e ausência dos constituintes em diferentes fases sendo um indicador de que a produção desses metabólitos secundários tenha provavelmente início na fase inicial da planta e manter-se na fase adulta.

Machado (2013) em estudo de caracterização do extrato de *M. urundeuva* e seu efeito sobre a viabilidade de fibroblastos gengivais humanos utilizando cromatografia em camada delgada comparativa observou que o extrato metanólico de aroeira apresenta em sua composição taninos e derivados de ácido gálico e galotaninos, com capacidade de modular a viabilidade de fibroblastos gengivais humanos.

Carlini et al. (2010) avaliando a ação antiúlcera de dois tipos de aroeira, a *Myracrodruon urundeuva* Allemão (aroeira-do-sertão) e a *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-da-praia), ressaltaram que ambas as plantas tem efeito protetor da mucosa grástica contra ulcerações induzidas por estresse de imobilização em baixa temperatura em ratos.

Cecilio et al. (2016), analisando a atividade antiviral de *M. urundeuva* contra o rotavírus, utilizou método de TLC, e detectaram como principais constituintes químicos flavonóides e taninos, e por HPLC determinou os perfis cromatográficos.

Estudando a avaliação alopática Dias et al. (2011), relata que as amostras foram preparadas a partir dos extratos brutos hexânico e metanólico, obtidas das folhas e casca do caule. Carvalho e Oliveira (2012) em estudo de atividade citóxica determinou para identificação de saponinas o processo de agitação enérgica do extrato aquoso obtido após fervura de 10 ml de água destilada e uma grama da folha pulverizada.

Em sua pesquisa Santa'ana (2006) de abordagens terapêuticas da mucosite, o extrato com entrecascas dessecadas da espécie e utilizou-se um espectrofotômetro spectronic 20 genesys para medir as substâncias que absorvem energia irradiante. Consequentemente, os procedimentos definidos para as análises permitam a execução correta da pesquisa com a espécie de referência, considerando os métodos corretos de coleta do material biológico, da produção vegetal e das análises.

Referindo-se as características físico-químicas, métodos termoanalíticos vêm sendo utilizados para diferentes fins na tecnologia farmacêutica os quais fornecem informações relevantes a respeito de estabilidade, bem como no controle de qualidade de drogas vegetais. A implementação da análise térmica na indústria farmacêutica surge como um método analítico, quantitativo e comparativo, capaz de produzir resultados rápidos e reprodutíveis, visando a análise global da quantidade dos medicamentos (MACÊDO, 1996).

A Termogravimetria (TG) consiste na medida da variação da massa da amostra em função do tempo e/ou da temperatura. Os dados preliminares submetem a raciocinar que se conhecendo o comportamento térmico (curva TG) do componente majoritário de uma planta, pode-se identificar a autenticidade de um extrato bruto (ARAGÃO et al., 2002). A Análise Térmica Diferencial (DTA) é a técnica pela qual a diferença de temperatura (ΔT) entre a

substância e o material de referência (termicamente estável) é medida em função da temperatura (CORREIA et al., 2014), os quais mostram os perfis de decomposição do material (SILVA, PAOLA e MATOS, 2007).

Embora não substituam os estudos convencionais, os quais requerem longos períodos de armazenamento das amostras, sob condições controladas de temperatura e umidade, as técnicas termoanalíticas mostram-se extremamente úteis em estudos de estabilidade, possibilitando a escolha das formulações mais estáveis com extrema rapidez, fator desejável especialmente para a indústria farmacêutica (BAZZO, SILVA, 2005; RODANTE et al., 2002).

As técnicas termoanalíticas, como a termogravimetria (TG) e a análise térmica diferencial (DTA) são utilizadas com diferentes finalidades na tecnologia farmacêutica, sendo de fundamental importância na caracterização e decomposição térmica de drogas, como as obtidas de vegetais. A pirólise, acoplada à cromatografia gasosa e espectrometria de massas (Pir-CG/EM) é de grande utilidade para elucidação da decomposição de volumes complexos de moléculas orgânicas, como as sementes vegetais (BRANDÃO et al., 2016).

A análise Isotérmica verifica as propriedades das amostras em função do tempo a uma temperatura constante e a Pirólise Acoplada à Cromatografia Gasosa e Espectrometria de Massa (Pyr-GC/MS) para autenticar e avaliar a qualidade de produtos farmacêuticos, sendo útil na elucidação de decomposição de volumes complexos de moléculas orgânicas, como no caso de drogas vegetais. O estudo da cinética de degradação de um determinado sistema polimérico permite encontrar modelos cinéticos que melhor descrevam a reação de degradação e gerar variáveis que auxiliem no estabelecimento do tempo de vida do material em estudo (PEREIRA, 2011).

De acordo com Silva, Paola e Matos (2007), as técnicas que envolvem termodecomposição, são importantes no contexto da indústria de medicamentos e cosmética pela múltipla diversidade de utilidade, uma vez que pode ser aplicada tanto no controle da matéria-prima, quanto do produto acabado, considerando a capacidade de emprego no desenvolvimento e na caracterização de novos produtos, avaliação dos processos produtivos, além de outras aplicações.

Atualmente o uso das análises térmicas foram incluídas na 5ª Edição da Farmacopéia Brasileira como técnica analítica que possa esta sendo utilizada na avaliação de vários parâmetros termoanalíticos de matérias-primas vegetais.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Associar as técnicas analíticas existentes com as de produção vegetal de *Myracrodruon urundeuva* Allemão, fortalecendo o conhecimento e condicionando-os para caracterização de produtos vegetais com potenciais farmacológicos na escala econômica dentro do contexto da região Semiárida do Brasil.

3.2 Objetivos específicos

- Coletar sementes de matrizes de *M. urundeuva* para coleta e caracterização dos aspectos botânicos e ecológicos;
- Determinar as práticas eficientes na produção vegetal e de manejo da população estudada no âmbito de sua conservação e identificar padrões de desenvolvimento e produtividade dos brotos;
- Realizar análises físico-químicas da droga vegetal obtidas por técnicas Análise Térmica Diferencial (DTA), Análise Termogravimétrica (TG) e Análise Isoterma, sendo aplicadas para a avaliação dos parâmetros térmicos e cinéticos, e a PYRGC / MS para a identificação cromatográfica de degradação através de pirogramas.

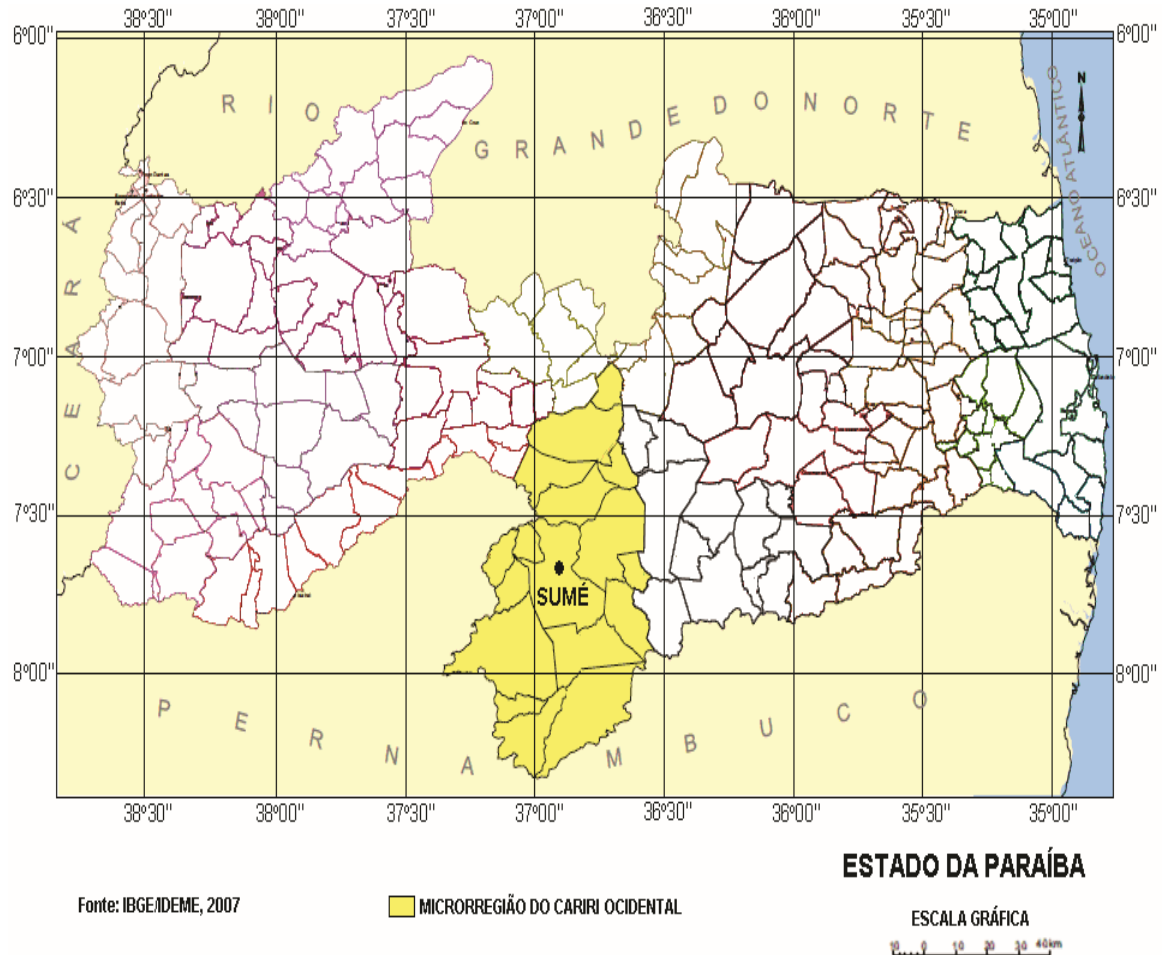
4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

Na região do Cariri Ocidental, o trabalho foi realizado no município de Sumé, situado na microrregião do Cariri Ocidental nas coordenadas geográficas 07°40'18" de Latitude Sul e 36°52'48" Longitude Oeste Figura 3, localizado este na franja ocidental do Planalto da Borborema e mais particularmente na porção central, referente ao estado da Paraíba (MOREIRA, 1988). De acordo com o IBGE (2010), a população atual de Sumé é estimada em 16.060 habitantes. A área territorial é de 864 km², encontra-se a 532 m de altitude e está a 250 km da Capital João Pessoa e a 130 km de Campina Grande. Relacionado ao clima, este é caracterizado pela escassez de chuvas e temperaturas elevadas, acarretando acentuada evaporação.

O período seco é de junho a janeiro e a temperatura média é de 24°C, sendo o índice de insolação médio anual de 2.800 horas. O solo e subsolo são de baixa permeabilidade e a vegetação predominante é a Caatinga hiperxerófila densa própria dos Cariris, do tipo arbustivo-arbóreo (PARAÍBA, 1985; SEBRAE, 1996).

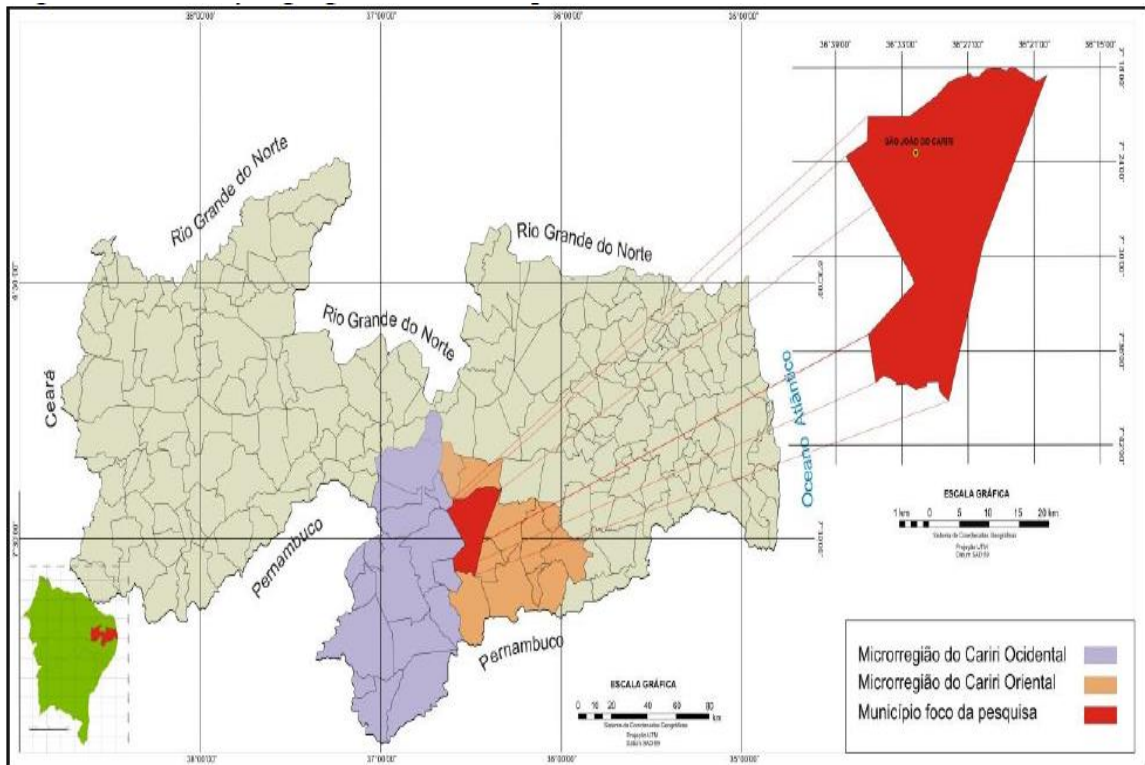
Figura 3 – Localização do município de Sumé na microrregião do Cariri Ocidental, semiárido.



Fonte: Adaptado de Lacerda (2007).

O segundo local de coleta do trabalho foi no município de São João do Cariri no Cariri Oriental (Figura 4). O município se estende por 653,6 km² e contava com 4.344 habitantes no último censo, a densidade demográfica é de 6,6 habitantes por km² no território do município (IBGE, 2010). Situado a 449 metros de altitude, suas coordenadas geográficas são Latitude: 7° 23' 27" Sul Longitude: 36° 32' 2" Oeste. O clima é quente e seco com chuvas em curtos períodos e estação seca prolongada, caracterizando-se por apresentar temperaturas médias anuais em torno de 25,5°C, e uma média pluviométrica em torno de 379,8mm ano (MEDEIROS, 2006).

Figura 4 – Localização geográfica do município de São João do Cariri-PB.



Fonte: Moraes, Melo e Andrade (2016).

A vegetação do município de São João do Cariri se constitui predominantemente de caatinga arbustiva arbórea. A fisionomia dessas sub-formações é marcada por uma vegetação caducifólia, podendo ser aberta ou fechada conforme a densidade e distribuição das espécies, sendo basicamente constituída por estrato arbustivo e arbóreo, significativos e distintos (MEDEIROS, 2006). Observa-se que as baixas altitudes e a pouca cobertura de nuvens são a causa de altas temperaturas nos Cariris. Sendo a evaporação intensa, impedindo que as chuvas, que são escassas e distribuídas de forma irregular, penetrem no solo, causando assim um déficit hídrico (ALVES et al., 2012).

A espécie utilizada para esta pesquisa foi a *M. urundeuva*. A sua exsicata encontra-se depositada na coleção do Herbário Lauro Pires Xavier (JPB) da Universidade Federal da Paraíba, Campus I, João Pessoa-PB Sob registro nº 41174/JPB. As sementes foram coletadas no município de Sumé e São João do Cariri. Considerando que para os experimentos foram coletados em três características de maturação distintos um do outro: (S1) semente estágio imaturo, (S2) semente estágio intermediário e (S3) semente estágio maduro ou apropriado para produção. Tabela 2 contém as informações de todas as matrizes

Tabela 2 – Informações de todas as matrizes de *M. urundeuva* coletadas para o desenvolvimento da pesquisa

Município	Matriz	Altura (Metros)	Diâmetro (Centímetros)	Coordenadas Geográficas	Finalidade	Situação Semente	Quantidade de Sementes
Sumé	1	7 m	89 cm	S 07° 35' 15, 3" w 036° 54' 10, 0"	Umidade/Cinzas	Imatura	-
Sumé	2	8 m	170 cm	S 07° 35' 15, 2" W 036° 54' 10, 4"	Umidade/Cinzas	Intermediária	-
Sumé	3	7 m	124 cm	S 07° 35' 17, 6" W 036° 54' 02, 4"	Umidade/Cinzas	Madura	-
Sumé	4	8 m	160 cm	S 07° 35' 08, 2" W 036° 54' 19, 4"	Análise Térmica	Imatura	-
Sumé	5	6,5 m	165 cm	S 07° 54' 09, 3" W 036° 54' 17,8"	Análise Térmica	Intermediária	-
Sumé	6	8 m	170 cm	S 07° 35' 15, 2" W 036° 54' 10, 4"	Análise Térmica	Madura	-
Sumé	7	8 m	95 cm	-	Produção Vegetal	Madura	25,787
Sumé	8	8,5 m	79, 89 cm	-	Produção Vegetal	Madura	21,400
Sumé	9	6,5 m	64 cm	-	Produção Vegetal	Madura	25,206
São João	14	7 m	48,5, 19, 48 cm	-	Análise Térmica	Imatura	-
São João	15	5 m	35, 29, 37 cm	-	Análise Térmica	Intermediária	-
São João	16	10 m	130 cm	-	Análise Térmica	Madura	-
São João	17	10 m	130 cm	-	Produção Vegetal	Madura	3116
São João	18	5 m	35, 29, 37, 17, 27 cm	-	Produção Vegetal	Madura	11,317
São João	19	5,5 m	124 cm	-	Produção Vegetal	Madura	11,565

4.2 Coleta e análises dos dados

O trabalho foi desenvolvido em três etapas sendo a primeira: caracterização biológica da espécie. Determinação do teor de umidade e cinzas, biometria de sementes, produção das mudas em ambiente protegido de iluminação, com acompanhamento mensal de seu desenvolvimento. A primeira etapa foi conduzida no Laboratório de Ecologia e Botânica UFCG/CDSA e no Viveiro para Produção de Mudas Nativas e Estudos de Ecologia e Dinâmica da Caatinga.

A segunda também foi estabelecida através de um protocolo de caracterização das drogas vegetais com base em diferentes técnicas: análises de tamanho e morfologia das partículas, termoanalíticas (Análise Termogravimétrica e Análise Térmica Diferencial), cromatográficas (Pirólise acoplada à cromatografia Gasosa – Espectrometria de Massas), conduzido nas dependências dos Laboratórios Unificados de Desenvolvimento e Ensaio de Medicamentos localizado no Departamento de Ciências Farmacêuticas / Centro de Ciências da Saúde / Universidade Federal da Paraíba (LUDEM/DCF/CCS/UFPB).

4.3 Coletas das sementes

As sementes *do M. urundeuva* foram coletadas na região semiárida da Paraíba, Brasil, no município de Sumé situado na microrregião do Cariri Ocidental nas coordenadas geográficas 07°40'18" de Latitude Sul e 36°52'48" Longitude Oeste (MOREIRA, 1988), e em São João do Cariri, situado a 449 metros de altitude, suas coordenadas geográficas são Latitude: 7° 23' 27" Sul Longitude: 36° 32' 2" Oeste. O experimento inicial foi conduzido no Laboratório de Ecologia e Botânica da Universidade Federal de Campina Grande, Sumé – PB e no Laboratório de Controle de Qualidade de Medicamentos da Universidade Federal da Paraíba, nos anos de 2016 e 2017.

Para tanto, foram utilizadas sementes de *M. urundeuva* em três diferentes estágios de maturação fisiológicas (quimiotipo 1 – coloração verde; quimiotipo 2 – semente com 50% até 100% de coloração pardo-avermelhado, e quimiotipo 3 – semente madura pronta para produção). Após a coleta totalizou-se seis amostras, na qual os frutos de *M. urundeuva* foram submetidos ao processo de triagem manual. Outras seis matrizes foram coletadas sementes para produção vegetal.

4.3.1 Caracterização físicas dos frutos e sementes

Separação dos frutos e das sementes danificados, trincados. Dimensões: (comprimento, largura e espessura dos frutos cm): determinados através de medições diretas com auxílio de um paquímetro manual, onde foram realizadas mensurações das 100 sementes dos estágios de maturação. Os resultados foram expressos em milímetros.

4.3.3 Determinação da curva de água das sementes

Determinou-se a curva de água das sementes pelo método de estufa com circulação de ar 42°C. As amostras de 20 gramas para cada estágio de maturação foram pesadas e colocadas na estufa para desidratação. A cada 60 minutos eram retirados às amostras de cada estágio e colocados no dessecador para resfriamento, os sacos com as sementes eram pesados e armazenados na estufa. O procedimento foi repetido até peso constante de cada amostra. Após a secagem foram realizados testes de cinzas e análises térmicas.

4.3.4 Determinações de cinzas das sementes

Foi determinado pela metodologia 018/IV Resíduo por incineração – Cinzas (IAL,1985). Inicialmente, os cadinhos foram colocados na mufla, a 550°C, por 60 minutos e depois resfriado em dessecador por 60 minutos para serem pesados. Em seguida, pesaram-se 4 gramas das quatro subamostras no cadinho e se fez uma carbonização para facilitar a combustão. Quando a mufla atingiu a temperatura de 550°C, o material foi colocado no forno, após, colocou-se o cadinho com as cinzas por meia hora no dessecador até a temperatura ambiente e se procedeu à pesagem até atingirem massa constante.

4.3.5 Preparo das amostras

As sementes foram desidratadas em estufa de circulação de ar com temperatura controlada de 40°C. O material seco foi moído usando um moinho analítico, marca Quimis para as análises físicoquímicas.

4.4 Termogravimetria Dinâmica

As curvas termogravimétricas dinâmicas das sementes do *M. Urundeuva* foram obtidas numa termobalança, modelo DTG-60, Shimadzu, em razões de aquecimento de 5, 10, 20 e 40°C / min num intervalo de temperatura de 25 – 900 °C. Foram obtidas curvas utilizando atmosfera de nitrogênio + ar sintético com fluxo de 50 mL e 20 mL / min, respectivamente.

Foram obtidas curvas apenas com fluxo nitrogênio de 50 mL / min. A massa utilizada foi de $5,00 \pm 0,05$ mg acondicionada num cadinho de alumina. A análise dos dados foram realizadas utilizando o software TASYs WS 60, Shimadzu.

4.4.1 Cinética de Degradação Dinâmica

A cinética de degradação das sementes de *M. Urundeuva* foram obtidas com base nos dados das curvas termogravimétricas dinâmicas, usando o método de Ozawa para determinar os parâmetros cinéticos, ordem de reação (n), fator de frequência (A) e energia de ativação (E_a). A determinação desses parâmetros foi obtida no software TASYs WS 60, Shimadzu.

4.4.2 Cinética de Degradação Isotérmica

As amostras moídas de *M. Urundeuva* foram submetidas a cinco temperaturas isotérmicas de 180, 190, 200, 210 e 220°C durante 240 minutos. A atmosfera de nitrogênio com fluxo de 50mL/min foi selecionada para o estudo isotérmico. A massa utilizada foi de $5,00 \pm 0,05$ mg acondicionada num cadinho de alumina. Foram realizados estudos isotérmicos na temperatura de 200°C, utilizando uma unidade de semente por análise. As curvas isotermas foram analisadas com a utilização do programa TASYs WS 60, Shimadzu Figura 5.

Figura 5 – Imagem do equipamento TASYs WS 60 da marca Shimadzu



Fonte: Acervo do próprio autor

4.4.3 Análise Térmica Diferencial

As curvas térmicas diferenciais com as amostras moídas e tamizadas por unidade de semente foram obtidas em um analisador térmico diferencial, DTA-50, Shimadzu, a uma taxa de aquecimento de 10°C/min, num intervalo de temperatura de 25°C a 900°C sob atmosfera de nitrogênio com fluxo de 50 mL / min. As amostras foram colocadas em um cadinho de

alumina com massa de $5,00 \pm 0,05$ mg. As curvas térmicas diferenciais foram analisadas utilizando o programa TASYs 60, Shimadzu.

4.4.4 Pirólise Acoplada a GCMS

Os pirogramas foram obtidos num pirolizador (SHIMADZU, Pyr-4^a), diretamente acoplado a um sistema de Cromatografia gasosa/Espectrometria de massas (SHIMADZU, GCMS-QP5050A) Figura 6. Foi utilizada uma coluna capilar com fase estacionária fenil:dimetilpolissiloxano (5:95), com 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 μm de tamanho de partícula.

A temperatura de interface foi de 300 °C. O forno foi operado com a seguinte programação de temperatura 70 °C (inicial) e um aumento de 10°C/ min até 300 °C, permanecendo nessa temperatura por 5 minutos. Utilizou-se como gás de arraste o Hélio a um fluxo de 1,7 m/min e uma razão de split de 1:20. O espectrômetro de massas foi configurado para varrer uma faixa de massa entre m/z 50 a m/z 450.

Figura 6 – Imagens do equipamento pirolizador (SHIMADZU, Pyr-4^a), diretamente acoplado a um sistema de Cromatografia gasosa/Espectrometria de massas (SHIMADZU, GCMS-QP5050A)



Fonte: Acervo do próprio autor

Os espectros de massas foram obtidos por impacto eletrônico a uma energia 70 eV. A amostra correspondente a um grânulo das sementes moídas foi depositada em cadinho de platina e introduzida no pirolizador nas temperaturas isotérmicas de 250, 320 e 420°C, selecionadas de acordo com as etapas de termodecomposição obtidas nas curvas termogravimétricas. Os compostos químicos produzidos nos processos pirolíticos foram identificados de acordo com a análise comparativa com os espectros de massa da biblioteca Wiley, 6^a. Edição para o Class-5000.

4.5 Produção vegetal de *Myracrodruon urundeuva*

O trabalho foi conduzido no Viveiro no período de 180 dias, entre novembro de 2017 e maio de 2018, em área pertencente ao Viveiro para Produção de Mudanças Nativas e Estudos de Ecologia e Dinâmica da Caatinga.

As sementes *M. urundeuva* foram coletadas em seis árvores matrizes nos municípios de Sumé-PB e São João do Cariri-PB, distantes entre si. Para realização da produção vegetal foi preparado o substrato, obtido por meio de três matérias (areia, esterco e solo), sendo 1.5 areia, 1.0 esterco e 0.5 solo, e revolvida com o auxílio de um misturador de concreto adquirindo assim uma mistura homogênea.

Para a semeadura foram utilizados 20 baldes por matriz, o espaçamento do plantio foi de, no mínimo 15 cm, totalizando 4 sementes por balde e 80 sementes por matriz.

As regas ocorreram diariamente em um período fixo executadas entre as 05h30min e as 06h30min da manhã, podendo ocorrer alteração de horário ou a não realização do procedimento da rega mediante as alterações das condições climáticas. O quantitativo de água utilizado foi de 1 regador de 10 litros para cada matriz, obtendo o valor aproximado de 300ml para cada balde.

Realizaram-se as avaliações diárias das sementes, depois de observada a primeira plântula emergida ao quinto dia após a semeadura, obtida pela contagem do número de plântulas emergidas durante todo o período de emergência. Considerou-se plântula emergida as que apresentaram a queda dos cotilédones. A contagem do número de plântulas emergidas foi realizada diariamente até a última emergência avaliada.

Após um mês do plantio as mudas foram mensuradas quanto à altura total e o diâmetro do coleto, sendo acompanhado o desenvolvimento durante 4 meses. As medições das alturas foram efetuadas com o auxílio de uma régua graduada de (50 centímetros) de comprimento e fita métrica (1m) metro de comprimento e para medir o diâmetro do coleto foi utilizado um paquímetro digital. Esses dados foram utilizados nas análises de crescimento dessa espécie.

4.5.1 Índice de velocidade de emergência e de emergência (IVE)

Determinado em conjunto com o teste de emergência, computando-se diariamente o número de sementes germinadas até que esse permaneça constante. O IVE foi obtido conforme Maguire (1962).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterizações físicas dos frutos e sementes

A descrição da morfologia externa dos frutos-semente de cada estágio foi realizada no Laboratório de Ecologia e Botânica (LAEB) da Unidade de Tecnologia UATEC/CDSA durante o mês de outubro de 2016, onde foi utilizada 3 amostras de 100 frutos-sementes, escolhidas aleatoriamente. Para a realização do peso de mil sementes seguiu-se a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

A semente é única (0,2 a 0,4 cm de diâmetro), globosa, desprovida de endosperma, com epicarpo castanho escuro, mesocarpo castanho, carnoso, resinífero, com odor característico e tegumento membranáceo (ALMEIDA et al., 1998).

O peso de mil sementes apresentou média de 13.12 g; logo em 1 kg tem-se aproximadamente 76.219 sementes. Dados próximos aos apresentados por Girão 2013 em sua pesquisa, onde a as sementes maduras de *M. urundeuva* coletadas no estado Ceará apresentaram peso de mil sementes 14.56g, logo para 1kg tem-se a quantidade de 68.681 sementes.

Figura 7 – Ilustração das sementes de *M. urundeuva*



Fonte: Acervo do Autor, 2017

A biometria das sementes de *M. urundeuva* referente a fase S1 apresentou variação mínima em suas dimensões de comprimento, largura e espessura representados pelos valores de 3.3 a 4.5mm, 3.2 a 4.5mm, 3.0 a 4.5mm, respectivamente média de 4.0 mm de

comprimento, 3.87mm de largura e 3.64mm de espessura (Tabela 3), apontando-as como as maiores em todas as características avaliadas entre os estádios, o que possa ser explicado por conter o maior teor de água nessa fase. As sementes da fase S2 consideradas intermediário apresentaram valores mínimos e máximo sendo o comprimento entre 3.1 a 4.5mm, a largura 3.0 a 4.5mm, e espessura entre 3.0 e 4.5mm, e as médias distribuídas em 3.92 comprimento, 3.80 largura e 3.64 de espessura.

O terceiro estágio analisado apresentou sementes menores para todas as características avaliadas quando comparada à S1 e S2, seguindo os resultados nas classes de: comprimento entre 3.0 e 4.0mm; largura entre 2.5 e 4.0mm; espessura entre 2.0 e 3.0mm com médias de 3.27mm de comprimento, 3.15mm de largura e 2.72 de espessura (Tabela 3). A caracterização biométrica de frutos e de sementes tem importância para a taxonomia, na identificação de variedades e para verificar a ocorrência de variações fenotípicas (CARDOSO & LOMÔNACO, 2003; PINTO et al., 2003).

Tabela 3 – Dimensões médias das sementes de aroeira (*M. urundeuva*) em diferentes estádios de maturação

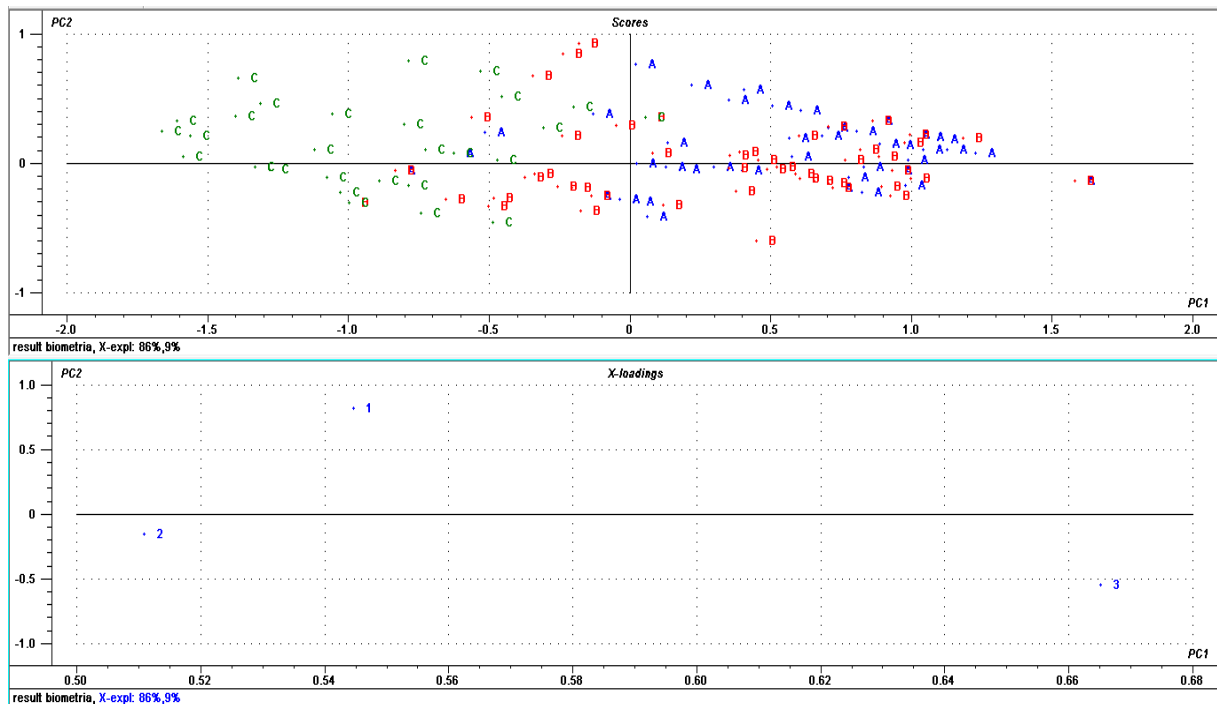
Parâmetros S1	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)
Média	4.01	3.89	3.84
Valor mínimo	3.3	3.2	3
Valor Máximo	4.5	4.5	4.5
Coefficiente de variação (%)	5.90	11.77	7.74
Desvio padrão	0.29	0.27	0.30
Parâmetros S2	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)
Média	3.92	3.80	3.64
Valor mínimo	3.1	3	3
Valor Máximo	4.5	4.5	4.5
Coefficiente de variação (%)	6.22	4.46	4.44
Desvio padrão	0.39	0.39	0.36
Parâmetros S3	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)
Média	3.27	3.15	2.72
Valor mínimo	3.0	2.5	2.0

Valor Máximo	4.0	4.0	3.0
Coefficiente de variação (%)	11.25	9.30	11.94
Desvio padrão	0.37	0.35	0.32

Os três quimiotipos demonstrou baixos valores para o coeficiente de variação e desvio padrão, permitindo-nos compreender que os aspectos biométricos avaliados ocorreram em baixa dispersão absoluta relativa. As características biométricas de frutos e sementes, assim como a variabilidade das mesmas, dentro das populações de plantas, são muito importantes para o melhoramento dessas características para manutenção da biodiversidade, seja no sentido de potencializar ou uniformizar (OLIVEIRA et al., 2006; FONTENELE et al., 2007).

O conhecimento da sua morfologia tem grande importância na botânica sistemática, nas investigações de filogenia, no armazenamento de sementes, na conservação e regeneração de florestas, na recuperação de áreas degradadas (SOUZA, 2009). Os dados relacionados a comprimento (1), largura (2) e espessura (3) das sementes nas diferentes fases de maturação foram estudados aplicando-se PCA. A Figura 8 apresenta a plotagem das amostras (sementes) e de todas as variáveis (medidas).

Figura 8 – Resultado da análise PCA das sementes de *M. urundeuva* I verde (A), II intermediário (B) e III maduro (C)



Os três estágios analisados (S1, S2 e S3) responderam por 86% PC1 e PC2 9% com a soma das duas variâncias se deu o total de 95%, sendo considerados adequados para descrevê-

las. A proximidade algumas fases de maturidade das amostras indica que, para determinada sementes, sua fase inicial e intermediária contem uma maior quantidade de água e com a secagem da semente as substâncias mais próximas encontraram-se em maior concentração. Deste modo, para as para as sementes obtidas percebe-se claramente que a as fases, separam as amostras S1 e S2 da amostra S3. Além disso, percebe-se também uma similaridade entre as amostras S1 e S2. O tamanho e as características das sementes são de grande importância para o estudo de uma espécie (SANTOS et al., 2009).

5.2 Resultados da curva de água das sementes

Na Tabela 4, estão apresentados a dispersão dos dados do teor de umidade das sementes. Para o primeiro estágio S1 de maturação as sementes apresentaram elevado grau de umidade (S1-74.62% e SJ1-69.54%). O alto teor de água na fase inicial de maturação é necessário para a expansão celular (BEWLEY et al., 2013), além de ser importante por permitir a translocação de compostos, tendo em vista que a transferência de metabólitos da planta para as sementes é realizada em meio líquido (MARCOS-FILHO, 2005)

As amostras S2 e SJ2 (Tabela 4) apresentaram curva de água diferente neste ponto 56.27% e 9.393% (Figura 9), respectivamente. Resultado este que possa ser explicado pelos níveis de maturação que se encontrava as sementes nos diferentes ambientes de coleta. Em relação a amostra S3 apresentou perda de água superior quando comparado a amostra SJ3 e os valores correspondem a 8.839% e 3.436%. Com os resultados de desidratação das amostras, a determinação da umidade está diretamente relacionada com a estabilidade, qualidade e composição das sementes e condicionam a redução de seus processos metabólitos, aumentando sua longevidade e resistência a condições ambientais desfavoráveis.

De modo geral, mesmo sendo cidades no Cariri Paraibano, estão a uma distância de 52.1 km e possuem características diferentes, por exemplo, o histórico anual de chuvas que ocasiona alteração nos comportamentos vegetacionais. No município de Sumé para os anos de 2013, 2014, 2015 e 2016 choveu 254.4mm, 726.1mm, 220.4mm e 285.3mm, respectivamente e para o município de São João do Cariri as chuvas foram distribuídas para os respectivos anos: 2013 - 267.8mm, 2014 – 377.3mm – 2015 – 233.6 e 2016 – 336.5 (AESAs, 2018).

Um pequeno levantamento de uma série de dados de quatro anos de precipitação anual mostra o baixo índice pluviométricos dos dois locais, todavia, o município de São João do Cariri obteve maiores índices nos anos de 2013, 2015 e 2016 apenas em 2014 Sumé registrou 726.1mm de chuva (AESAs, 2018). Apesar das sementes terem sido coletadas no ano de 2016, as sementes das Matrizes SJ1, SJ2, e SJ3, apresentaram baixa quantidade de água, ao

contrário das sementes coletadas em Sumé que apesar de chover menos em três anos, a quantidade de água contida nas sementes foi maior. É importante enfatizar que as chuvas nas regiões semiáridas são consideradas isoladas, ou seja, a chuva não se concentra no território por completo atingindo poucos locais.

Figura 9 – Curvas de perda de água de diferentes estádios de maturação de sementes de *M. urundeuva* a temperatura controlada de 42 ° C coletadas em Sumé – PB (A) e São João do Cariri – PB (B), Brasil

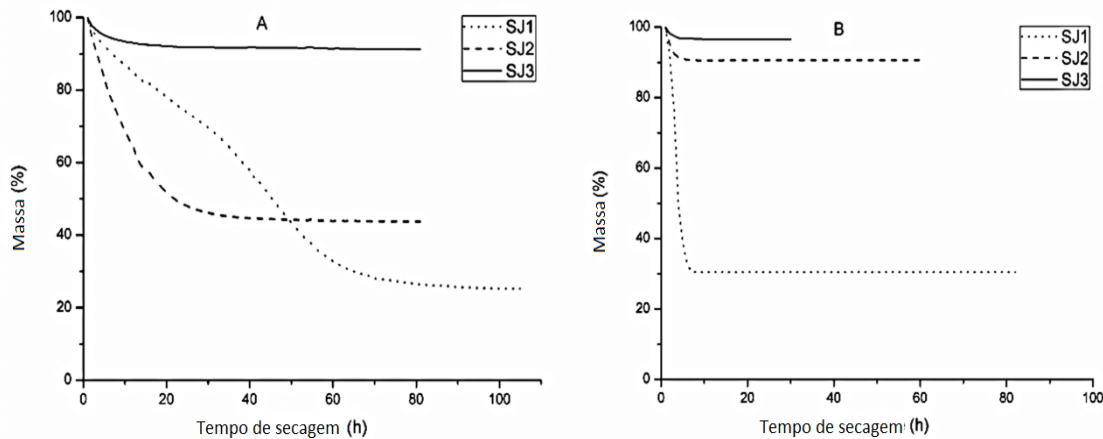


Tabela 4 – Percentual médio de umidade por amostra com estufa a 40±2°, em relação ao desvio padrão

Amostras	Métodos		
	Hora	Média %	Desvio Padrão
S1	96	74.62	4.829
S2	79	56.27	2.657
S3	79	8.839	0.314
SJ1	82	69.54	4.919
SJ2	60	9.393	0.456
SJ3	32	3.436	0.171

Outra característica observada é o menor desvio padrão obtidos das amostras S3 e SJ3 (Tabela 4), que indica o índice umidade apresentado pelas sementes, considerando os processos que ocorrem durante a maturação das mesmas desde a fase de divisão celular com o aumento elevado do teor de água até a fase de secagem ocorrendo um declínio rápido do conteúdo de água.

5.3 Determinação do teor de cinzas totais

Relacionado à quantidade de cinzas das sementes, também denominado como resíduo mineral fixo que é definido como resíduo inorgânico restante do material orgânico. As amostras S1, S2 e S3 apresentaram valores bem próximos 0.151g, 0.109g e 0.134g, o que não foi observado para as sementes SJ1, SJ2 e SJ3 com os valores de 0.180g, 0.367g e 0.131g (Tabela 5). Araujo et al., (2006) relata que as pequenas diferenças nos resultados das amostras pode estar relacionadas com a origem destas.

Figura 10 – Curvas de perda de água de diferentes estádios de maturação de sementes de *M. urundeuva* a 550 ° C para obter o perfil total de sólidos das amostras.

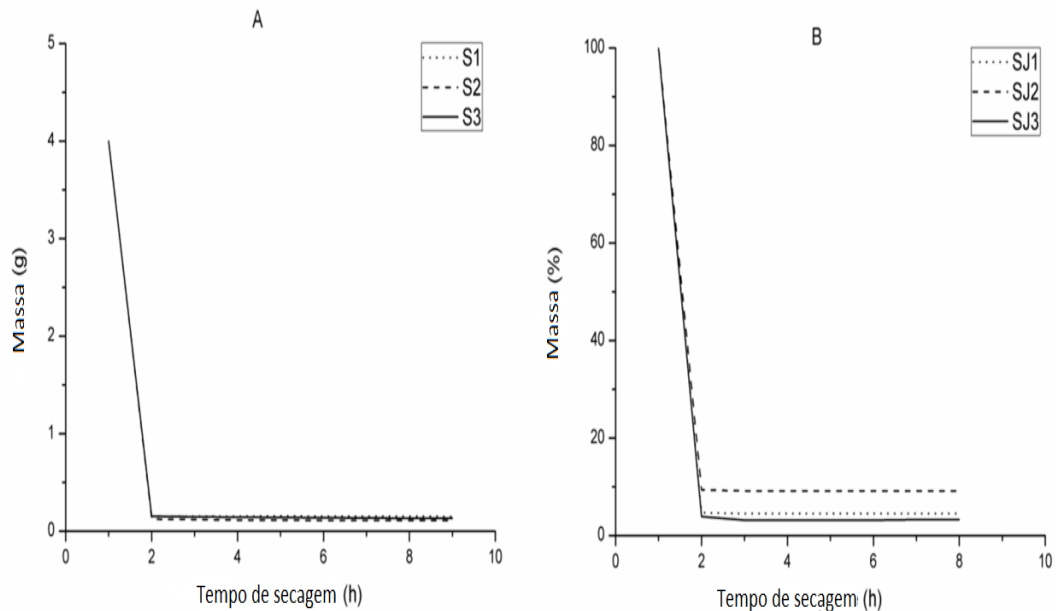


Tabela 5 - Valores de cinzas e valores médios em porcentagem de sólidos totais de sementes de *M. urundeuva*

Amostras	Tempo (hora)	Massa (g)	Cinzas (g)
S-1	8	4	0.151
S-2	8	4	0.109
S-3	8	4	0.134
SJ-1	8	4	0.180
SJ-2	8	4	0.367
SJ-3	8	4	0.131

O maior teor de cinzas foi apresentado pelas sementes SJ1, SJ2 e SJ3 (Tabela 5). Os teores de cinzas nas sementes dos dois ambientes analisados não apresentaram diferença entre

as amostras nos estágios inicial e final, apenas o estagio intermediário apresentou diferença. O menor teor de cinzas foi apresentado nas sementes S1, S2, e S3 (Tabela 5), visto que estas sementes continham maior quantidade de água (Tabela 4), quando comparado as amostras em geral. A quantificação do teor de cinzas totais serve como parâmetro para estabelecer a qualidade das matérias-primas vegetais (SIMÕES, 2000).

5.4 Termogravimetria dinâmica

A decomposição térmica das amostras de sementes da droga vegetal de *M. urundeuva* ocorreu em seis eventos de termodecomposição. Na qual foram submetidas aos estágios de atmosfera de ar sintético e atmosfera inerte numa razão de aquecimento de 40°C/min, 20°C/min, 10°C/min e 5°C/min, sendo que para atmosfera inerte não submeteu as amostras na razão de 5°C/min. No entanto, observou-se que a presença de nitrogênio na degradação de droga vegetal ocorreu mais intensamente, assim apresentando um passo adicional de degradação e um resíduo mineral menor em todas as amostras em comparação com a atmosfera inerte como com a mesma taxa de aquecimento.

Em atmosfera oxidante (ar sintético) em razão de 10°C / min a térmicadecomposição do primeiro evento das amostras ocorreu nas seguintes temperaturas: 35-82.14°C, 35-115.01°C e 35-124.53°C, com as seguintes perdas de massa: 4.6%, 5.3%, 5.9%, para as amostras S1, S2, S3, respectivamente. O mesmo evento foi observado nas amostras SJ1, SJ2 e SJ3, quando as sementes foram submetidas na mesma atmosfera oxidante, obtendo-se assim as seguintes gamas de temperatura: 35-110, 25°C, 35-117.61°C e 35-130.5°C, para as seguintes perdas de massa equivalente: 7.6%, 7.0% e 6.2%.

O segundo evento de degradação térmica esta relacionado à perda de água ligada existentes em materiais vegetais. Os valores observados de perda de massa não se distanciam para as diferentes amostras (S1, S2 e S3), com perdas de 6.9%, 12.9% e 6.3%, respectivamente. Em relação às sementes obtidas SJ1, SJ2 e SJ3 com perda de 5.9%, 5.2% e 6.1%, respectivamente. Observou-se similaridade nos eventos no qual foram observados nos dois ambientes, indicando que talvez esta fase não dependa da degradação no ambiente de quais drogas foram obtidos.

O estágio de degradação em que houve maior perda significativa de peso foi a terceira etapa com 40.04%, 35.06% e 33.90% ocorrendo entre 187.24-288.45°C, 233.09-304.88°C e 209.3-294.5°C para amostra S1, S2 e S3 respectivamente (Tabela 6). Para as sementes SJ1, SJ2 e SJ3 (Tabela 7), as maiores perdas de massa foram 33.84%, 30.17% e 41.71%,

ocorrendo na mesma fase nas faixas de temperatura de 202.38-284.94°C, 201.08-284.98°C e 209.3-299.26°C respectivamente.

A quarta etapa de decomposição das amostras nas seguintes faixas de temperaturas e perda percentual de massa (Tabela 6) S1 288.45-367.67°C (17.37%), S2 344.88-386.19°C (16.48%), 294.5-386.19°C, (Tabela 7) SJ1 284.94-386.19°C (18.01%), SJ2 284.98-390.95°C e SJ3 299.26-390.12°C (18.04). O quinto evento em geral ficou concentrado entre as temperaturas de 380°C a 500°C. As etapas a seguir representam a continuação do resíduo mineral em processo de degradação.

Considerando a interpretação dos dados, ambas as amostras na atmosfera oxidativa apresentaram uma predominância para do principal evento de decomposição da matéria na 3ª etapa de degradação na razão 10°C/min, com maiores perdas de massa. O início da estabilidade da matéria ocorre no primeiro evento em que começa o início da perda drástica da água ligada ou água interna, pode-se então dizer que a terceira etapa é o principal evento decomposição da matéria para ambas as matrizes, em todas as razões, e em ambiente atmosféricos diferentes.

Figura 11 – Curvas TG em diferentes razões de aquecimento de *M. urundeuva* (sementes) em três estádios de maturação coletados em Sumé-PB. (a) proporção de 5 °C / min. (b) proporção de 10 °C / min. (c) proporção de 20 °C / min. (d) razão de 40 °C / min em atmosfera oxidativa

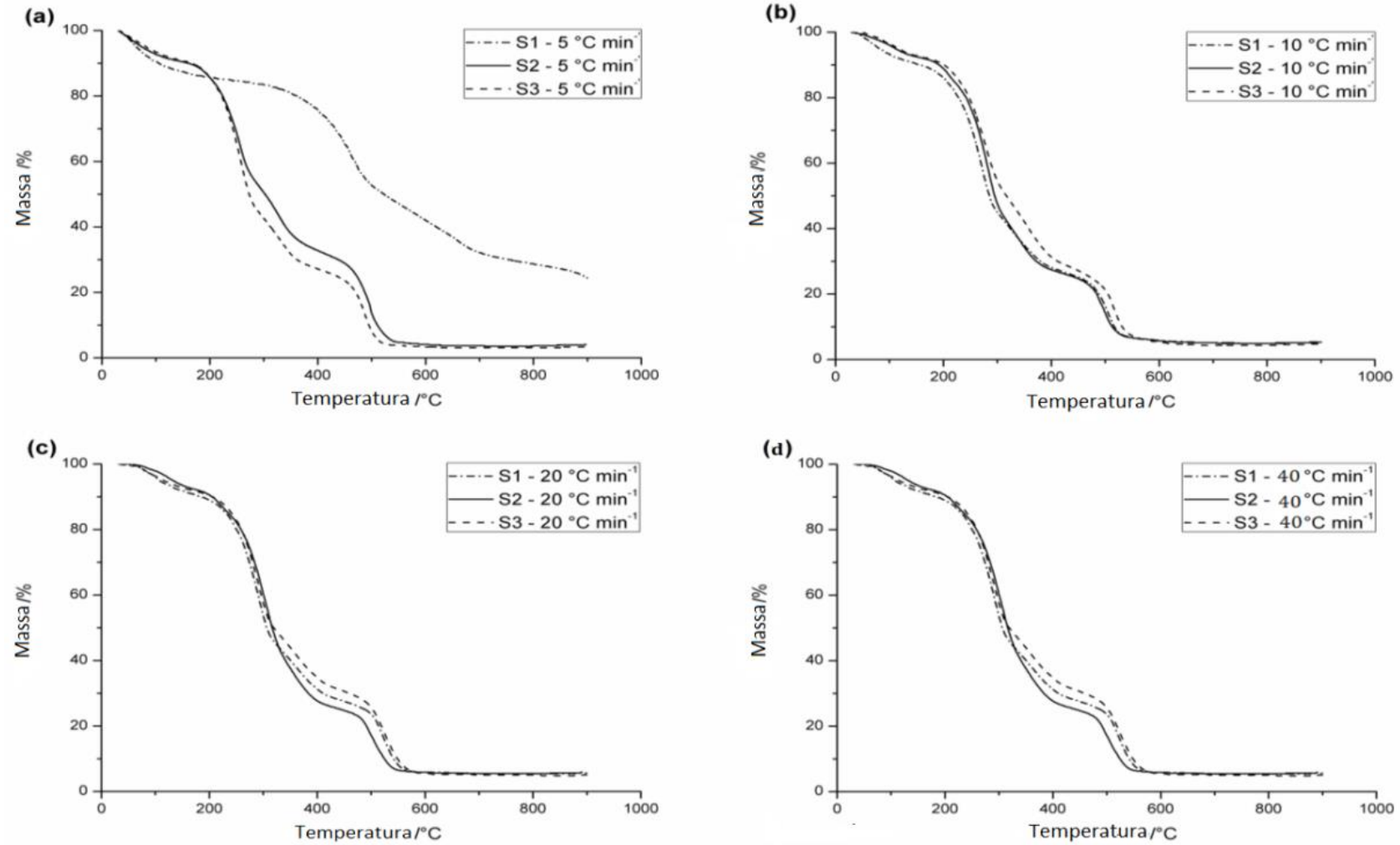


Figura 12 – Curvas TG em diferentes proporções de aquecimento de *M. urundeuva* (sementes) em três estádios de maturação coletados em São João do Cariri-PB. (a) proporção de 5 °C / min. (b) proporção de 10 °C / min. (c) proporção de 20 °C / min. (d) razão de 40 °C / min em atmosfera oxidativa

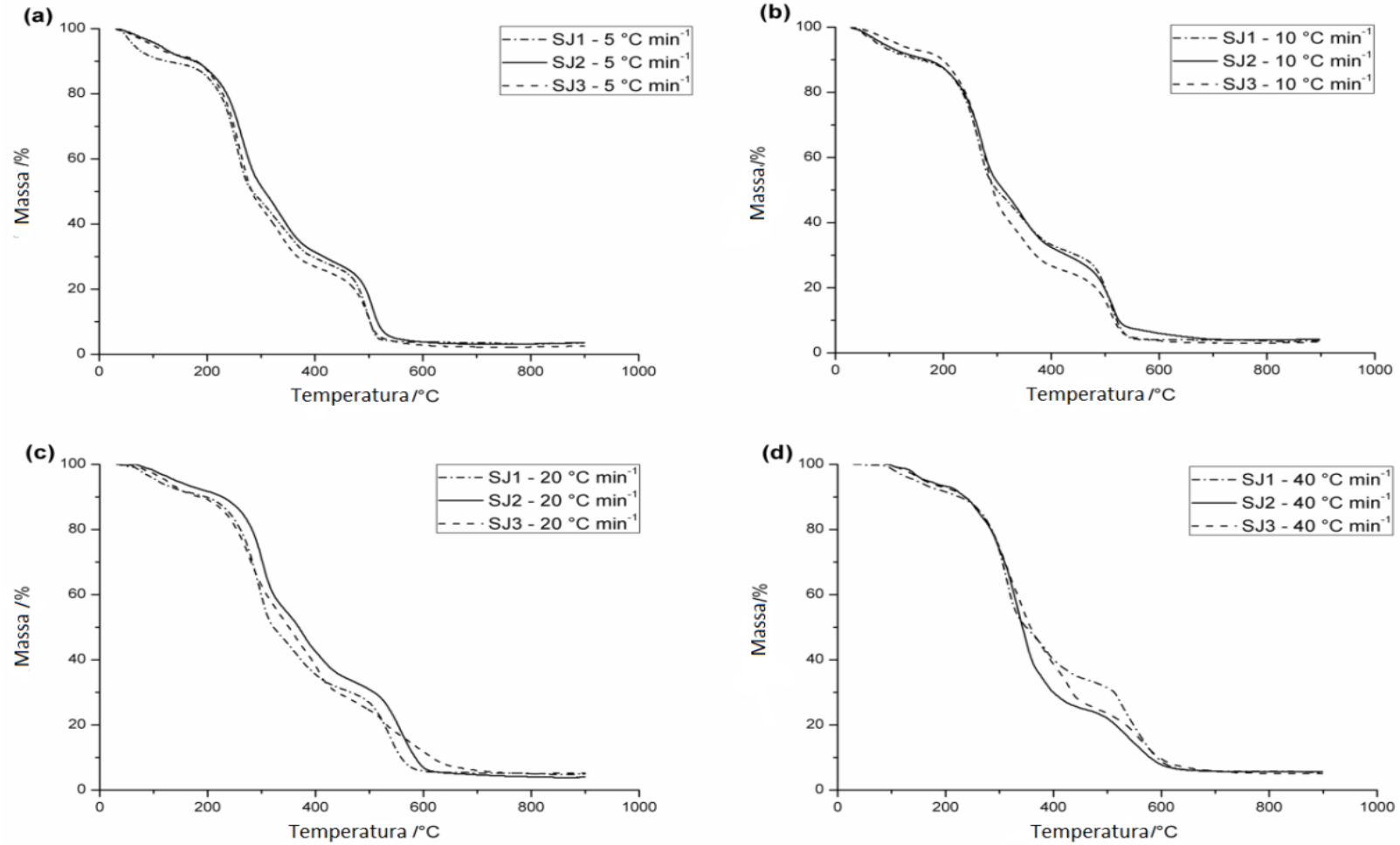


Tabela 6 – Parâmetros de decomposição do estágio principal de degradação de amostras de sementes de *M. urundeuva* coletadas em Sumé-PB em uma atmosfera oxidante

<i>M. urundeuva</i> (Sementes)	Razão de aquecimento/ °C min ⁻¹	T _{onset} / (°C)	T _{endset} / (°C)	Massa/ %
S1	5	184.98	262.49	29.98
	10	187.24	288.45	40.04
	20	205.84	296.66	38.31
	40	230.49	323.91	37.39
S2	5	188.10	267.25	29.33
	10	233.09	304.88	35.76
	20	218.81	315.69	39.40
	40	243.46	324.77	32.33
S3	5	190.70	270.71	37.17
	10	209.30	294.50	33.90
	20	222.27	302.72	35.15
	40	256.44	324.70	28.92

Tabela 7 – Parâmetros de decomposição do estágio principal de degradação de amostras de sementes de *M. urundeuva* coletadas em São João do Cariri-PB em atmosfera oxidante

<i>M. urundeuva</i> (Sementes)	Razão de Aquecimento / °C min ⁻¹	T _{onset} / (°C)	T _{endset} / (°C)	Massa/ %
SJ1	5	182.02	265.07	33.34
	10	202.38	284.94	33.84
	20	211.89	299.19	34.97
	40	238.99	314.66	32.96
SJ2	5	213.19	282.39	30.71
	10	201.08	282.39	30.17
	20	243.46	304.88	25.82
	40	234.38	317.86	28.91
SJ3	5	190.70	280.23	38.07
	10	209.30	299.26	41.71
	20	235.25	309.64	25.02
	40	235.25	334.30	34.26

A quarta etapa de decomposição das amostras nas seguintes faixas de temperaturas e perda percentual de massa: (Figura 11) S1 288.45-367.67°C (17.37%), S2 344.88-386.19°C (16.48%), 294.5-386.19°C, (Figura 12) SJ1 284.94-386.19°C (18.01%), SJ2 284.98-390.95°C e SJ3 299.26-390.12°C (18.04). As etapas a seguir representam a continuação do resíduo mineral em processo de degradação.

Tratando-se das curvas termogravimétricas dinâmicas de nitrogênio das amostras S1, S2 e S3 e SJ1, SJ2 e SJ3 observado nas Figuras 13 e 14, apresentaram seis etapas de decomposição, as etapas ocorreram nas faixas de temperatura de 35-112,9°C, 35-103, 3°C e 35-125,8°C nas proporções de 8.3%, 5.4% e 5.8%, respectivamente. O mesmo ocorre nas amostras SJ1, SJ2 e SJ3 (Tabela 10) seguindo as faixas 35-121.1°C, 35-138.8°C e 35-128°C nas proporções de 10.4%, 6.1% e 6.4%, referente a perda de voláteis, majoritariamente água (Tabela 8 e 9).

Em atmosfera dinâmica de nitrogênio as amostras S1, S2 e S3 (Tabela 8) também apresentaram maiores perdas de massas na terceira fase entre as gamas de temperatura de 208.43-288.45, 197.62-283.69 e 203.68-286.28°C, sendo as perdas bem próximas de 38,31%, 30,06% e 34,42, respectivamente. As amostras SJ1, SJ2 e SJ3 (Tabela 9) tiveram perdas 28,22%, 40,10% e 35,20%, bem próximas nas faixas de temperaturas de 223.57-287.15°C, 210.6-304.88°C e 207.13-290.61. Quando a perda de massa que ocorre é submetido a valores semelhantes numa atmosfera oxidativa.

A terceira fase foi considerada como a fase primária de decomposição térmica de todas as sementes das matrizes nas duas atmosferas analisadas, apesar de ser materiais em fases diferentes, a degradação principal ocorre no mesmo evento para ambas. Este evento é provável esta associada com a decomposição térmica de hidratos de carbono e outros compostos orgânicos presentes nas espécies (COSTA, 2013).

No término da quinta e sexta etapa de decomposição sinalizou a formação do resíduo não degradável em atmosfera oxidativa e inerte, já que até a temperatura de 900°C não houve registro de perda de massa, apresentando ao final um resíduo de cinzas. A amostra S2 demonstrou uma maior proporção de resíduos não degradáveis. Na atmosfera inerte a amostra SJ2 mostrou maior proporção de resíduos sólidos.

Figura 13 – Curvas TG em diferentes proporções de aquecimento de *M. urundeuva* (sementes) em três estádios de maturação coletados em Sumé-PB. (a) de 10 °C / min. (b) de 20 °C / min. (c) de 40 °C / min. em uma atmosfera inerte

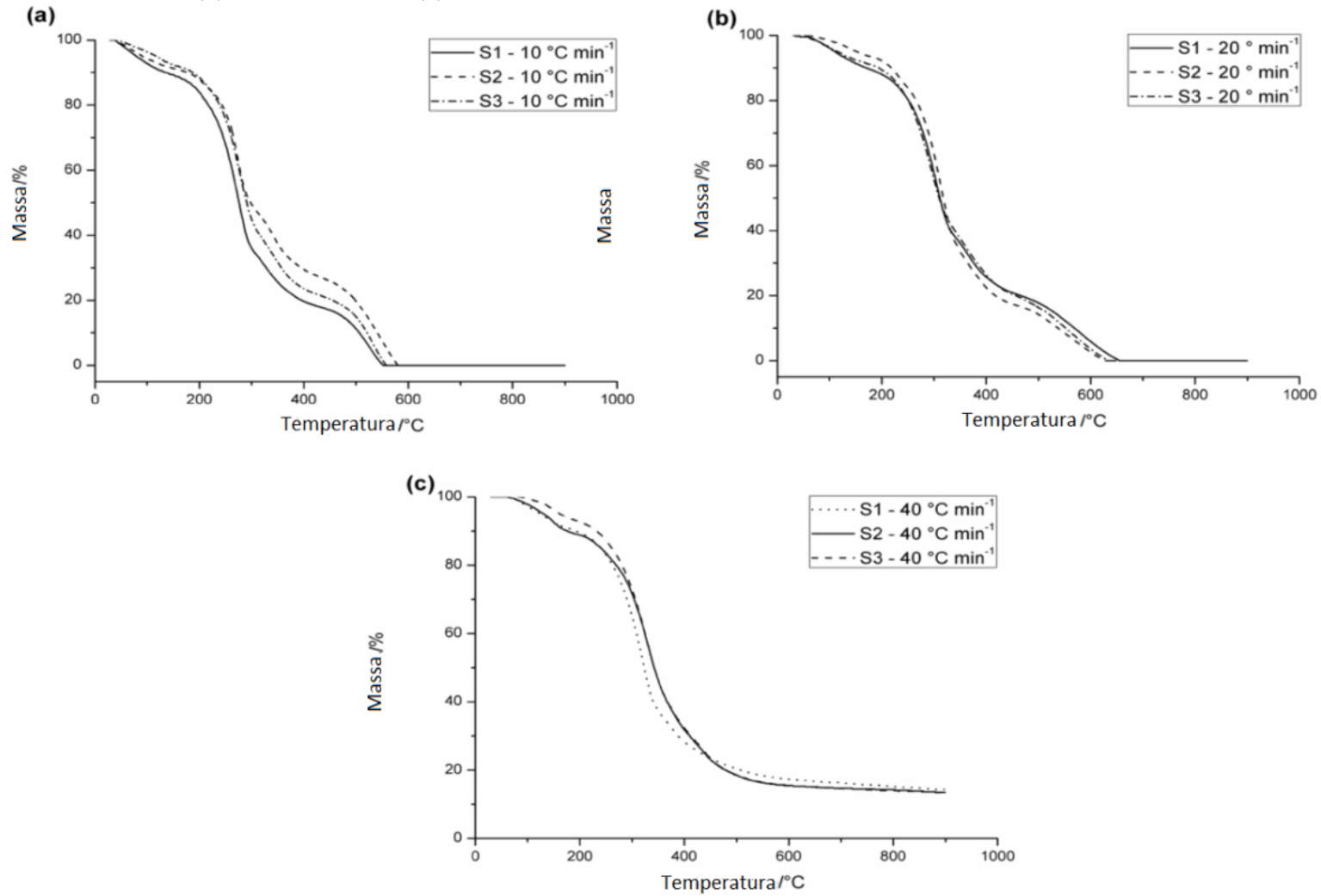


Figura 14 – Curvas TG em diferentes proporções de aquecimento de *M. urundeuva* (sementes) em três estádios de maturação coletados em São João do Cariri-PB. (a) de 10 °C / min. (b) de 20 °C / min. (c) de 40 °C / min. em uma atmosfera inerte

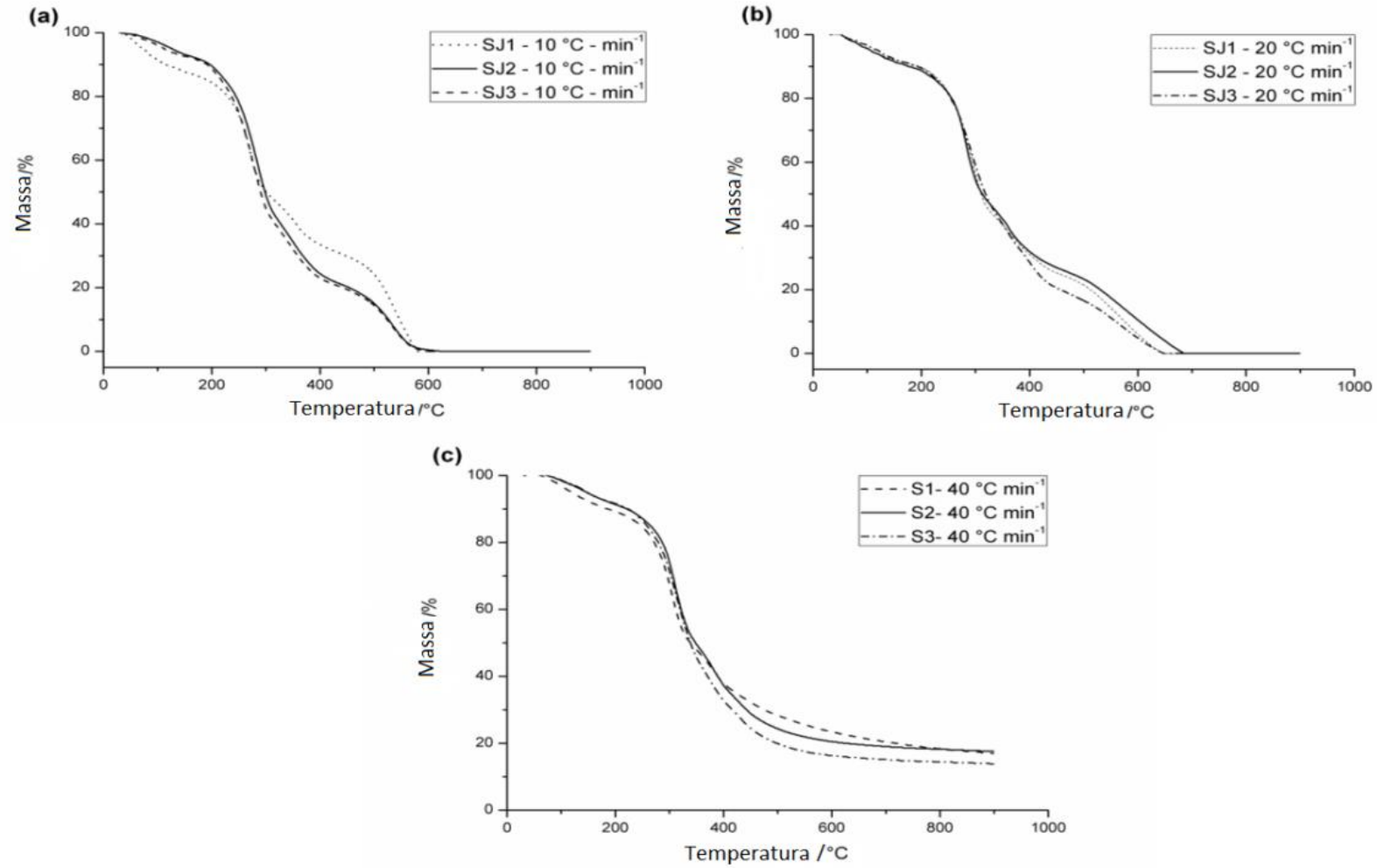


Tabela 8 – Parâmetros de decomposição do estágio principal de degradação de sementes de *M. urundeuva* coletadas em Sumé-PB sob atmosfera inerte

<i>M. urundeuva</i> (Sementes)	Razão de aquecimento/ °C min ⁻¹	T _{onset} / (°C)	T _{endset} / (°C)	Perda de Massa/ %
S1	10	208.43	288.45	38.31
	20	210.60	306.18	39.26
	40	211.89	327.37	40.71
S2	10	197.62	283.69	30.60
	20	217.51	316.56	45.42
	40	194.16	334.29	33.67
S3	10	203.68	286.28	34.42
	20	218.81	309.64	35.63
	40	222.27	336.89	34.93

Tabela 9 – Parâmetros de decomposição do estágio principal de degradação de sementes de *M. urundeuva* coletadas em São João do Cariri-PB sobre atmosfera inerte

<i>M. urundeuva</i> (Seeds)	Razão de Aquecimento/ °C min ⁻¹	T _{onset} / (°C)	T _{endset} / (°C)	Perda de massa/ %
SJ1	10	223.57	287.15	28.22
	20	197.62	299.26	36.03
	40	230.49	316.56	32.06
SJ2	10	210.60	304.88	40.10
	20	254.9	210.6	30.91
	40	242.60	323.91	31.20
SJ3	10	207.13	290.61	35.20
	20	217.51	317.86	36.71
	40	221.41	327.37	36.61

5.4.1 Determinação dos Parâmetros Cinéticos

A primeira etapa de decomposição de massas foi escolhida por apresentar a maior perda de peso no processo de reação e foi usado para calcular os parâmetros cinéticos de degradação utilizando o método de Ozawa (Tabela 10).

Tabela 10 – Parâmetros cinéticos da degradação térmica da droga vegetal obtida a partir das sementes de *M. urundeuva* em atmosfera oxidativa

<i>M.</i> <i>urundeuva</i> (seeds)	Parâmetros Cinéticos		
	Energia de Ativação/ j mol^{-1}	Ordem de Reação	Fator de Frequência / min^{-1}
S1	102.34	0	$6.565 \times 10^8 \text{ min}^{-1}$
S2	94.41	0	$7.022 \times 10^7 \text{ min}^{-1}$
S3	94.34	0	$9.342 \times 10^7 \text{ min}^{-1}$
SJ1	97.66	0	$2.581 \times 10^8 \text{ min}^{-1}$
SJ2	100.85	0	$2.829 \times 10^8 \text{ min}^{-1}$
SJ3	96.75	0	$1.442 \times 10^8 \text{ min}^{-1}$

Os valores dos parâmetros cinéticos mostraram que a ordem da reação obtida para a decomposição de todos os materiais é igual. Quanto a E_a da decomposição e o fator de frequência das amostras S1, S2 e S3, observa-se, com a exceção, uma tendência geral de decréscimo da E_a diante dos níveis de maturação do material, o mesmo não é observado para as outras amostras, porém os valores estão próximos.

Tabela 11 – Parâmetros cinéticos da degradação térmica da droga vegetal obtida a partir das sementes de *M. urundeuva* em atmosfera inerte

<i>M.</i> <i>urundeuva</i> (seeds)	Parâmetros Cinéticos		
	Energia de Ativação/ j mol^{-1}	Ordem de Reação	Fator de Frequência / min^{-1}
S1	90.45	0	$3.608 \times 10^7 \text{ min}^{-1}$
S2	96.92	0	$1.251 \times 10^8 \text{ min}^{-1}$
S3	90.27	0	$8824 \times 10^7 \text{ min}^{-1}$
SJ1	104.16	0	$9.123 \times 10^8 \text{ min}^{-1}$
SJ2	94.63	0	$8.954 \times 10^7 \text{ min}^{-1}$
SJ3	91.54	0	$4.171 \times 10^7 \text{ min}^{-1}$

Analisando-se de modo comparativo as amostras e os valores apresentados na Tabela – 10 e 11 dos resultados encontrados da E_a , Ordem de Reação e Fator de Frequência nas duas atmosferas analisadas não se diferenciaram obtendo semelhança também nas perdas de massas indicando a natureza da cinética da degradação das sementes de *M. urundeuva*,

5.5 Análise Térmica Diferencial (DTA)

A curva térmica diferencial das sementes trituradas da droga vegetal *M. urundeuva* está representada nas Figuras 15 e 16.

Observando o perfil térmico diferencial da droga vegetal *M. urundeuva* nos três diferentes estádios de maturação em duas localidades, visualizou-se a presença de dois eventos térmicos exotérmicos.

O primeiro evento exotérmico ocorreu nas temperaturas S1 342.49°C, S2 331.55°C e 330,23°C com energias de 0.70Kj/g, 0.72Kj/g e 0.60Kj/g, respectivamente. O segundo evento ocorreu nas temperaturas de S1 458.59°C, S2 451.90°C e S3 458.15°C correspondendo 2.12Kj/g, 2.08Kj/g e 2.22Kj/g da energia. De acordo com os dados observados o segundo evento apresentou uma maior liberação de energia, sugerindo-se assim que esse evento esteja relacionado com uma maior perda de massa e quando correlacionado os dados DTA aos dados das curvas TG, observa-se que esse evento de liberação de maior energia, ocorre após a maior de termodecomposição de massa na análise TG.

Para o primeiro evento amostras SJ1, SJ2 e SJ3 apresentaram temperaturas 334.52°C, 312.36°C e 332.46°C com energias de 0.79Kj/g, 1.05Kj/g e 0.46Kj/g. O segundo evento apresentou picos nas temperaturas de SJ1 455.99°C, SJ2 458.36°C e SJ3 457.85°C com entalpias de 2.21Kj/g, 3.37Kj/g e 1.67Kj/g. Suponha-se que o segundo evento esteja relacionado com a perda de substâncias voláteis, como mostrado pelas curvas nas Figuras 15 - 16. Os dois eventos coincidentes nas seis amostras não diferiram entre si, ocorrendo em faixa de temperatura aproximada e com liberação de energia equivalente. Nessa faixa de temperatura é onde ocorre a degradação de estruturas aromáticas e ligações saturadas em carbonos, entre outras quebras de estruturas de hidrocarbonetos, presentes em grandes quantidades em drogas vegetais. Constatou-se que a amostra S-3 das sementes moídas obteve a menor entalpia durante o evento de transição.

Como se pôde observar o perfil das curvas e do comportamento térmico das sementes tamizadas individuais é muito semelhante, no número de etapas, na temperatura em que estas etapas ocorrem no primeiro e segundo momento, bem como no valor de massa perdida e nos picos observados na curva DTA na Figura 16.

Figura 15 – Curvas DTA de sementes de *M. urundeuva* em diferentes níveis de maturação na taxa de aquecimento de $10^{\circ}\text{C} / \text{min}$. (a) S1, S2 e S3; (b) SJ1, SJ2 e SJ3.

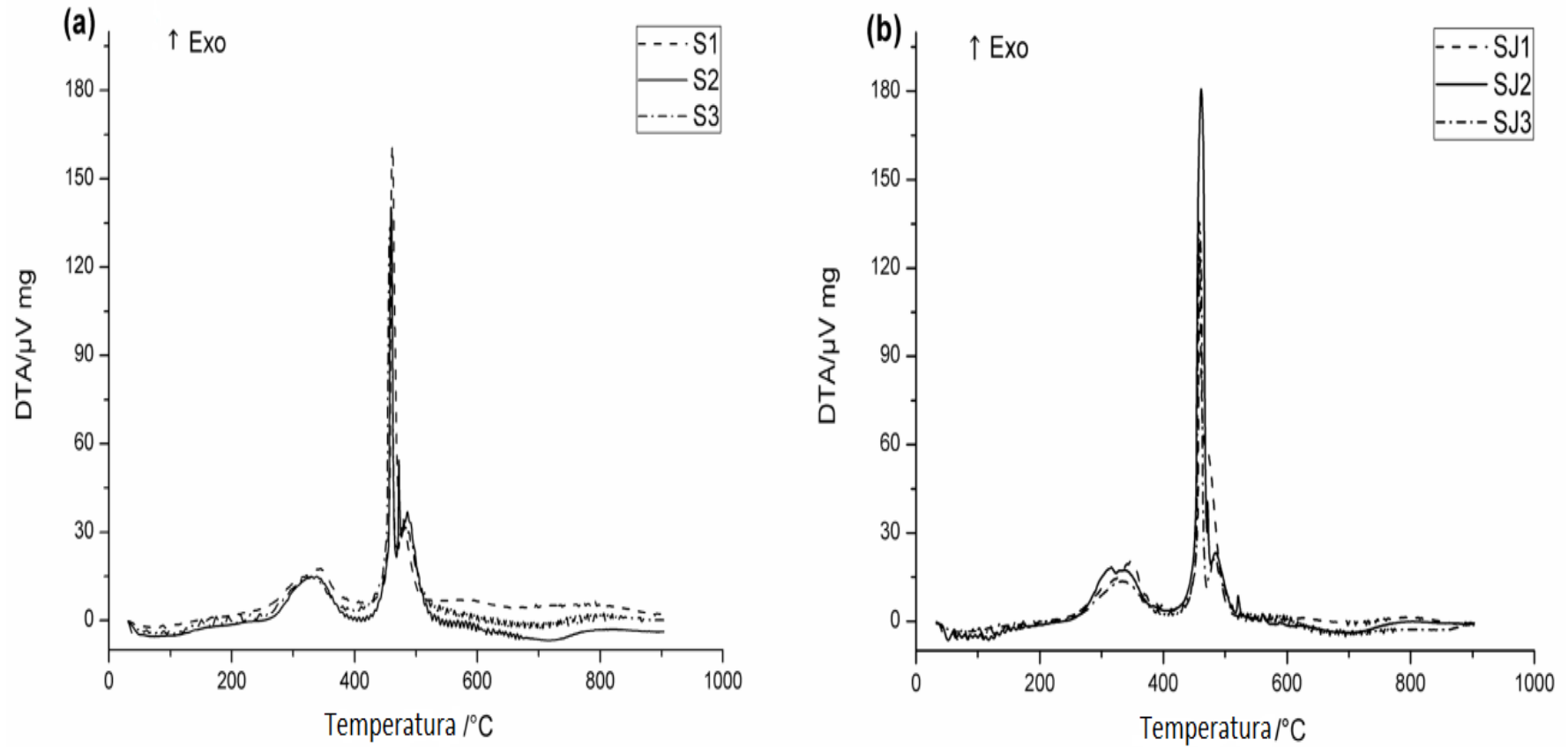
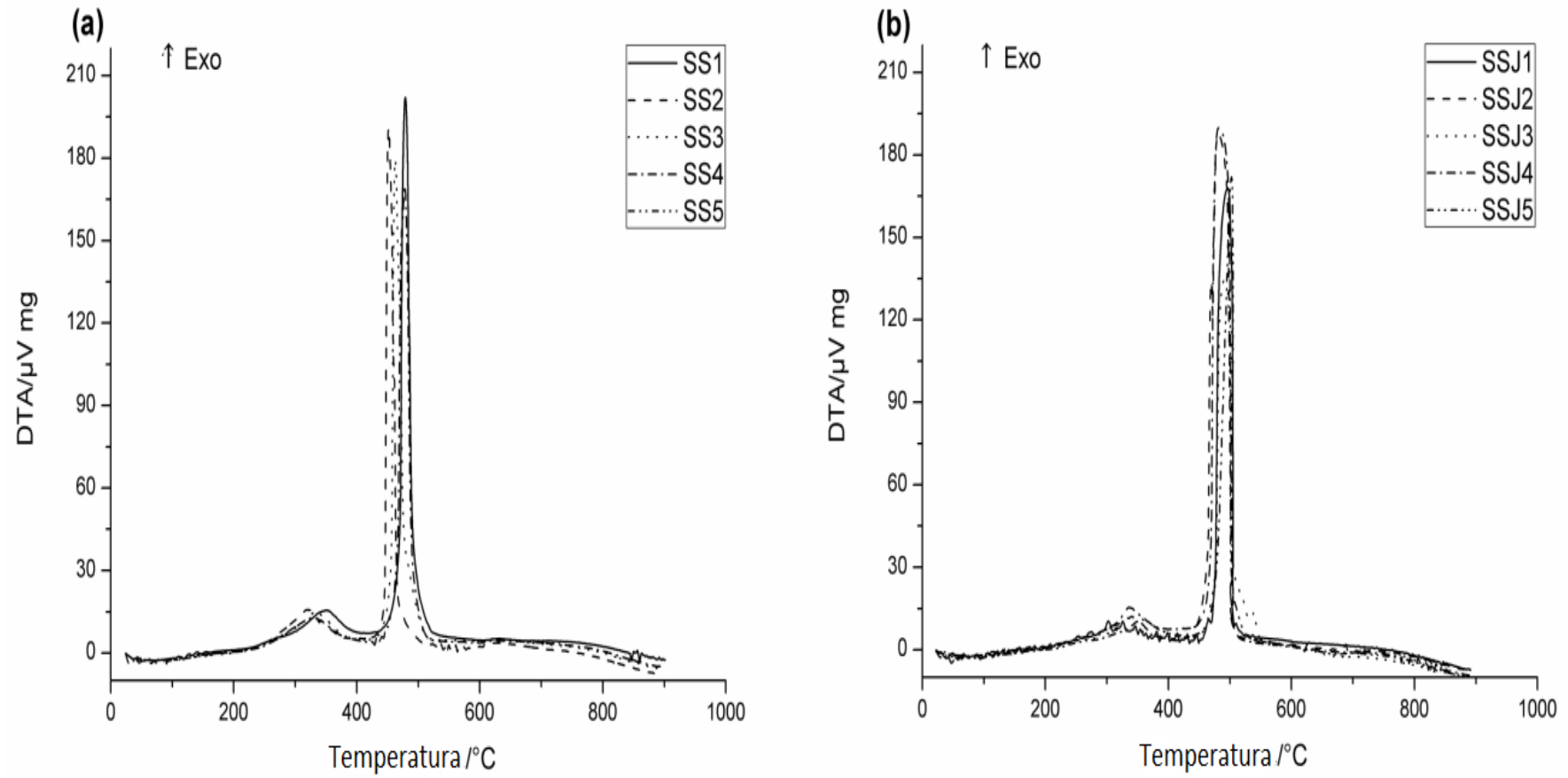


Figura 16 – Curvas DTA de sementes de *M. urundeuva* analisadas por unidade à taxa de aquecimento 10 ° C / min. (a) SS3 e (b) SSJ3



5.6 Análise Isotérmica

A partir da análise TG em atmosfera inerte determinaram-se as temperaturas de trabalho isotérmico. Os resultados obtidos das sementes *M. urundeuva*, foram utilizados através de modelos matemáticos visando determinar a ordem da reação de degradação: reação de ordem zero (k_0), reação de primeira ordem ($\ln k_1$) e reação de segunda ordem ($1/k_2$), constante de velocidade e tempo de validade a (10%).

Verificou-se qual modelo melhor se adapta, determinando a ordem de reação (MACEDO et al., 2002). Dessa forma, as constantes cinéticas do modelo de Arrhenius foram calculadas a partir da regressão linear em função do tempo (MUNHOZ, 2016) para as temperaturas, 30, 180, 190, 200, 210 e 220°C visto na Tabela 12. A extrapolação dos resultados obtidos para temperaturas fora das faixas é comumente utilizada para descobrir a vida útil de um produto, como principal requisito para garantir a qualidade de um produto (RUFINO, RIBEIRO e CHINELATE, 2015).

A cinética de degradação das sementes de aroeira de melhor ajuste foi a de primeira ordem, pois apresentou os coeficientes de correlação Exponencial (E) mais próximo de 1. As constantes de velocidade de degradação (k) encontradas no modelo foram utilizadas para determinar o prazo de validade do produto.

Tabela 12 – Ordem de reação, constantes de velocidade e validade para 10% das sementes de *M. urundeuva* coletadas em Sumé-PB, submetidas a temperaturas de 180, 190, 200, 210 e 220 °C

<i>M. urundeuva</i> (sementes)	Temperatura °C	Ordem de Reação	Constante de Velocidade	Tempo de Validade (10%)
S1	30	0	3.40×10^{-3}	29391.4855
	180	0	2.14×10^{-1}	467.289719
	190	0	2.68×10^{-1}	373.134328
	200	0	3.41×10^{-1}	293.255132
	210	0	5.32×10^{-1}	187.969924
	220	0	5.94×10^{-1}	168.350168
S2	30	0	1.89×10^{-3}	52684.0989
	180	0	1.46×10^{-1}	684.931506
	190	0	1.92×10^{-1}	520.833333
	200	0	2.12×10^{-1}	471.698113
	210	0	3.05×10^{-1}	327.868852

	220	0	4.89×10^{-1}	204.498977
S3	30	0	4.43×10^{-3}	22561.2265
	180	0	1.84×10^{-1}	258.018572
	190	0	2.50×10^{-1}	244.438415
	200	0	3.14×10^{-1}	232.216834
	210	0	3.83×10^{-1}	221.158694
	220	0	5.17×10^{-1}	211.105856
	SJ1	30	0	8.44×10^{-3}
180		0	1.71×10^{-1}	584.795321
190		0	2.41×10^{-1}	414.937759
200		0	3.44×10^{-1}	290.697759
210		0	4.79×10^{-1}	208.768267
220		0	6.81×10^{-1}	146.842878
SJ2		30	0	1.29×10^{-3}
	180	0	1.80×10^{-1}	555.555556
	190	0	2.15×10^{-1}	465.116279
	200	0	2.91×10^{-1}	343.642612
	210	0	4.71×10^{-1}	212.314225
	220	0	5.97×10^{-1}	167.504188
	SJ3	30	0	1.28×10^{-3}
180		0	1.57×10^{-1}	636.942675
190		0	2.06×10^{-1}	485.436893
200		0	3.23×10^{-1}	309.597523
210		0	4.32×10^{-1}	231.481481
220		0	5.24×10^{-1}	190.839694

Desta forma, foi observado que o material apresenta uma estabilidade térmica elevada conforme apresentado na Tabela 13. O tempo necessário para o material se decompor vai depender da temperatura e do seu armazenamento.

Tabela 13 – Ordem de reação, constantes de velocidade e validade para 10% de sementes de *M. urundeuva* analisadas por unidade submetida à temperatura de 200°C

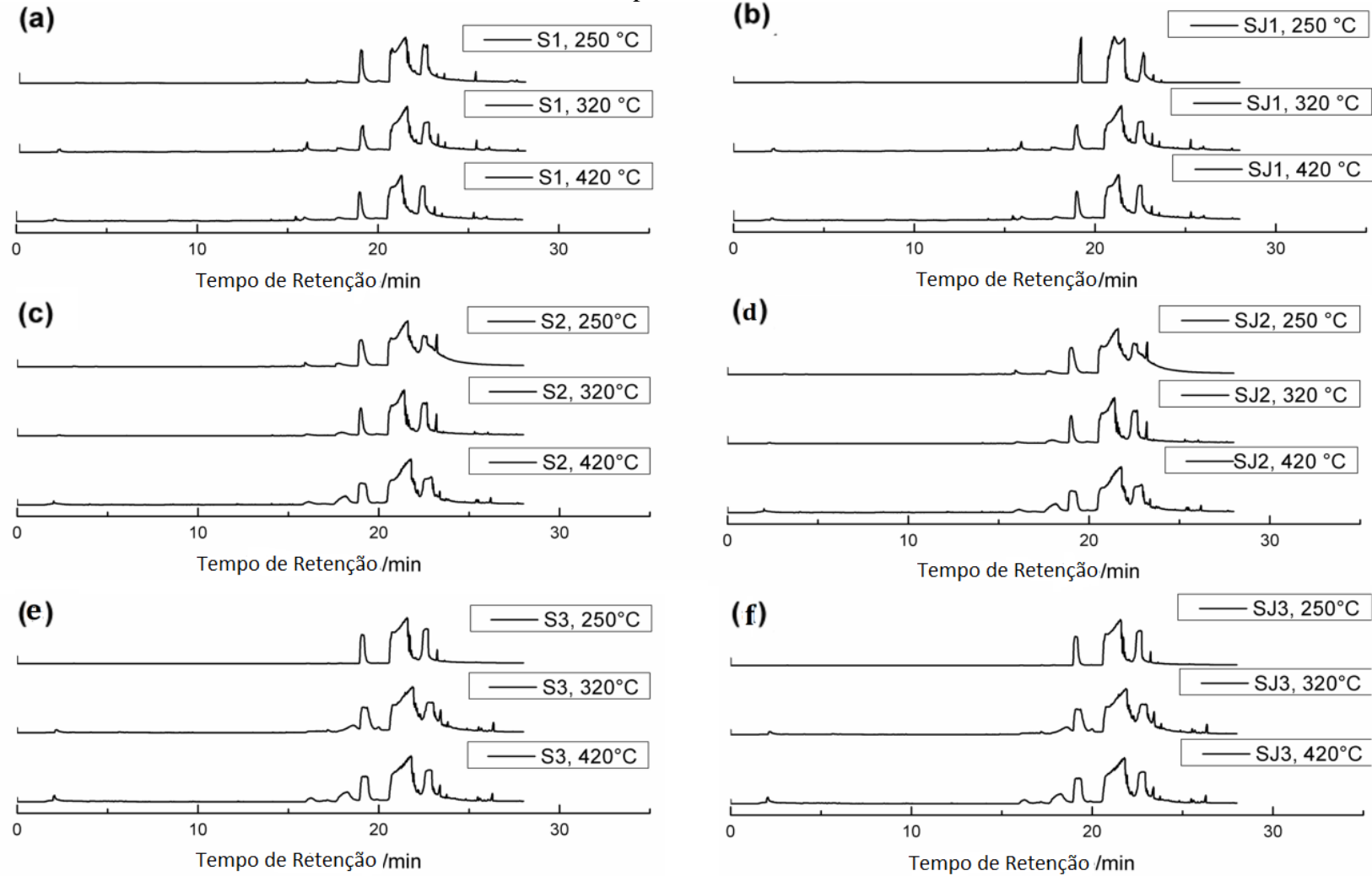
<i>M. urundeuva</i> (sementes)	Temperatura °C	Ordem de Reação	Constante de Velocidade	Tempo de Validade (10%)
SS1	200	0	1.80×10^{-1}	555.555555
SS2	200	0	1.94×10^{-1}	515.463917
SS3	200	0	1.98×10^{-1}	505.050505
SS4	200	0	1.95×10^{-1}	512.820512
SS5	200	0	2.24×10^{-1}	446.428571
SSJ1	200	0	1.92×10^{-1}	520.833333
SSJ2	200	0	1.48×10^{-1}	520.833333
SSJ3	200	0	1.80×10^{-1}	555.555555
SSJ4	200	0	1.56×10^{-1}	641.025641
SSJ5	200	0	1.24×10^{-1}	806.451612

O uso de apenas uma constante é importante para entender se os comportamentos são semelhantes para a mesma classe de sementes obtidas da mesma planta.

5.7 Pirólise Acoplada a GC/MS

. A temperatura de pirólise foi escolhida com base nos eventos de termodecomposição nos quais temperaturas entre 250, 320 e 420°C foram testadas. O número de constituintes detectados nos pirogramas aumentou com a temperatura de pirólise em 420 °C.

Os pirogramas das amostras submetidas a 250°C mostraram perfis cromatográficos diferentes dos produtos de reação entre as amostras S1, S2 e S3, apresentando quatro fragmentos, e apenas um comum nas três amostras sendo o fragmento 256, identificado inicialmente pelo tempo de retenção (Rt) 15.9 min, 15.7 min e 16.0 min, presente nas três amostras. Em Rt 23.1 min, identificou-se o fragmento com massa corresponde a 217 apresentando-se apenas na amostra S3, em Rt 23.2 min, o fragmento identificado correspondente a massa 356 esteve presente apenas na amostra S2 e em Rt 25.2 min o fragmento 281 foi identificado apenas na amostra S1.

Figura 17 – Substâncias identificadas obtidas a diferentes temperaturas de amostras de *M. urundeuva* S1, S2, S3, SJ1, SJ2 e SJ3

Através dos pirogramas das amostras submetidas a temperatura de 320°C, identificou-se pouca similaridade dos fragmentos de todas as amostras. Na amostra S1, foram identificados os fragmentos de massas correspondentes a: 108 em Rt 2.1 min e 256 com Rt 15.9 min. Na amostra S2 outros dois fragmentos foram identificados 167 e 367, para as amostras S3 foram identificados mais dois fragmentos de massa correspondente a 91 e 280 no Rt 2.21 min e 18.5 min, respectivamente.

Para a temperatura de 420°C as amostras S1, S2 e S3 apresentaram similaridades nos fragmentos identificados. A amostra S1 apresentou dois fragmentos correspondente a 96 e 252 em Rt 2.01 min e 15.6 min. A amostra S2 apresentou os fragmentos 108 e 252 em tempo de retenção 2.02 min e 17.9 min. Mais dois fragmentos foram identificados na amostra S3 sendo os fragmentos 108 e 252 identificados em Rt 1.76 min e 18.1 min. O fragmento de massa correspondente a 252 esteve presente em todas amostras de Sumé-PB na temperatura de 420°C. Bem como, observou-se que os fragmentos que apareceram nas temperaturas 320°C e 420°C tiveram áreas dinâmicas, aumentando a área de alguns fragmentos de acordo com o aumento da temperatura, possivelmente relacionado com a quebra de produtos resultantes de reações ocorridas em temperaturas mais baixas e dos estádios de maturação que se encontravam as sementes.

Os pirogramas das amostras SJ1, SJ2 e SJ3 submetidas a 250°C, mostraram perfis cromatográficos distintos, apresentando três fragmentos, e nenhum comum as três amostras, identificados inicialmente pelo tempo de retenção de 3.13 min o fragmento de massa correspondente a 81 e o segundo fragmento 85 identificado no tempo de retenção 25.4 min. A amostra SJ3 apresentou apenas o fragmento 256 no Rt de 16.1 min. Na amostra S2 não foram encontrados nenhum fragmentos nos picos analisados.

Os perfis das amostras submetidas a temperatura de 320°C, identificou-se cinco fragmentos mas apenas um foi similar nas três amostras, ocorridas em tempo de retenção aproximados, sendo o fragmento correspondente a massa 81 (SJ1, Rt 2.28 min, SJ2, Rt 2.41 min, e SJ3 identificado no tempo de retenção 2.22 min). Os outros quatros fragmentos foram identificados distribuídos nas amostras em diferentes tempos de retenção, área e massas dos picos. Para a temperatura de 420°C, através dos pirogramas das amostras identificaram-se três fragmentos, mas apenas o fragmento apresentou similaridade entre as três amostras, ocorrida em tempo de retenção aproximados (Figuras 18 e 19).

A impressão digital dos resíduos das amostras da droga vegetal estudada por PYR-GC-MS pode vir a ser uma alternativa a mais na caracterização térmica desse tipo de matéria-prima, podendo ser utilizada na identificação e comparação de amostras (CORRÊIA, 2011).

A partir dos resultados obtidos, observou-se que as diferentes fases de maturação da semente apresentam fragmentos diferentes entre os estágios e as amostras de Sumé e São João do Cariri, o que possa está relacionada com a maturação e os locais de coleta que influenciam no desenvolvimento e composição da semente. Os pirogramas obtidos mostraram-se pouco reprodutíveis quanto à fração decomposta nas temperaturas estudadas: 250 °C, 320 °C e 420 °C, porém essa técnica pode ser considerada um indicador para o controle de qualidade de drogas vegetais e seus derivados. Os dados referentes à tempo de retenção, área de pico média e massa molecular dos compostos identificados nas diferentes fases de maturação e temperaturas, foram estudados aplicando-se PCA.

A Figura 18 apresenta a plotagem das amostras (sementes) e de todas as variáveis (compostos) nos dois primeiros eixos de componentes principais na temperatura de 250°C, obtida através da PCA.

As três fases analisadas de diferentes localidades (S1, S2, S3 e SJ1, SJ2, SJ3) responderam por 53% da PC1 e 31% PC2 (sementes) da variância entre as amostras, com a soma da variância total apresentou 84%, respectivamente. A proximidade entre os compostos e as amostras indica que, para determinada droga vegetal, as substâncias mais próximas encontraram-se em maior concentração, sendo as mais representativas das respectivas amostras. Deste modo, para as drogas vegetais obtidas das sementes percebe-se claramente que a presença dos compostos identificados, separam as amostras S1 e SJ1 das amostras Su2 e Jo2. Além disso, percebe-se também uma similaridade entre as amostras Su3 e Jo3, porem relacionado a área de pico.

Para a temperatura de 320°C (Figura 19), a análise dos parâmetros correspondeu a 53% da PC1 e 31% da PC2 com resultado total da variância de 84%, para as amostras obtidas das sementes. Diferente da temperatura de 250 °C observa-se claramente que a presença dos compostos e áreas de pico identificados nessa temperatura, deixam as amostras separadas. Entretanto, percebe-se uma proximidade entre as amostras S3 e SJ3.

Na Figura 20 encontra-se representada a plotagem obtida através da PCA para a temperatura de 420°C para as amostras obtidas das sementes. PC1 e PC2 apresentaram 83% da variância total. Percebe-se que para as drogas vegetais obtidas das sementes o mesmo perfil da temperatura de 250°C, ou seja, a presença dos compostos identificados nessa temperatura, separam as amostras S1 e SJ1 das amostras S2 e SJ2. Assim como com as amostras obtidas das sementes em estágio maduro, ou seja, similaridade entre as amostras Su3 e Jo3 e dissimilaridade entre esses outros dois grupos.

Figura 18 – Plotagem de todas as variáveis e amostras na temperatura de 250°C. Su1, Su2, Su3 (Sumé) e Jo1, Jo2, Jo3 (São João do Cariri)

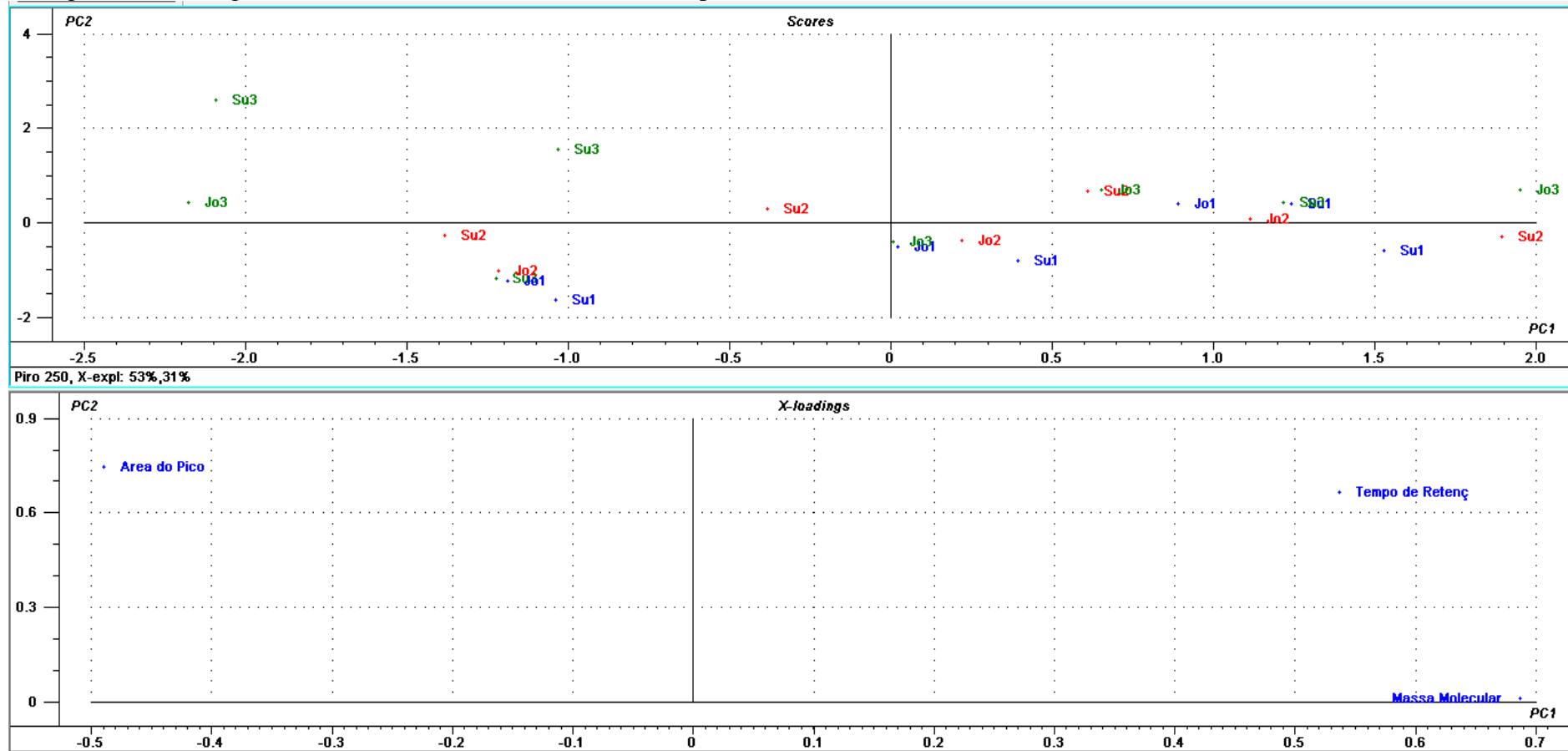


Figura 19 – Plotagem de todas as variáveis e amostras na temperatura de 320°C. Su1, Su2, Su3 (Sumé) e Jo1, Jo2, Jo3 (São João do Cariri)

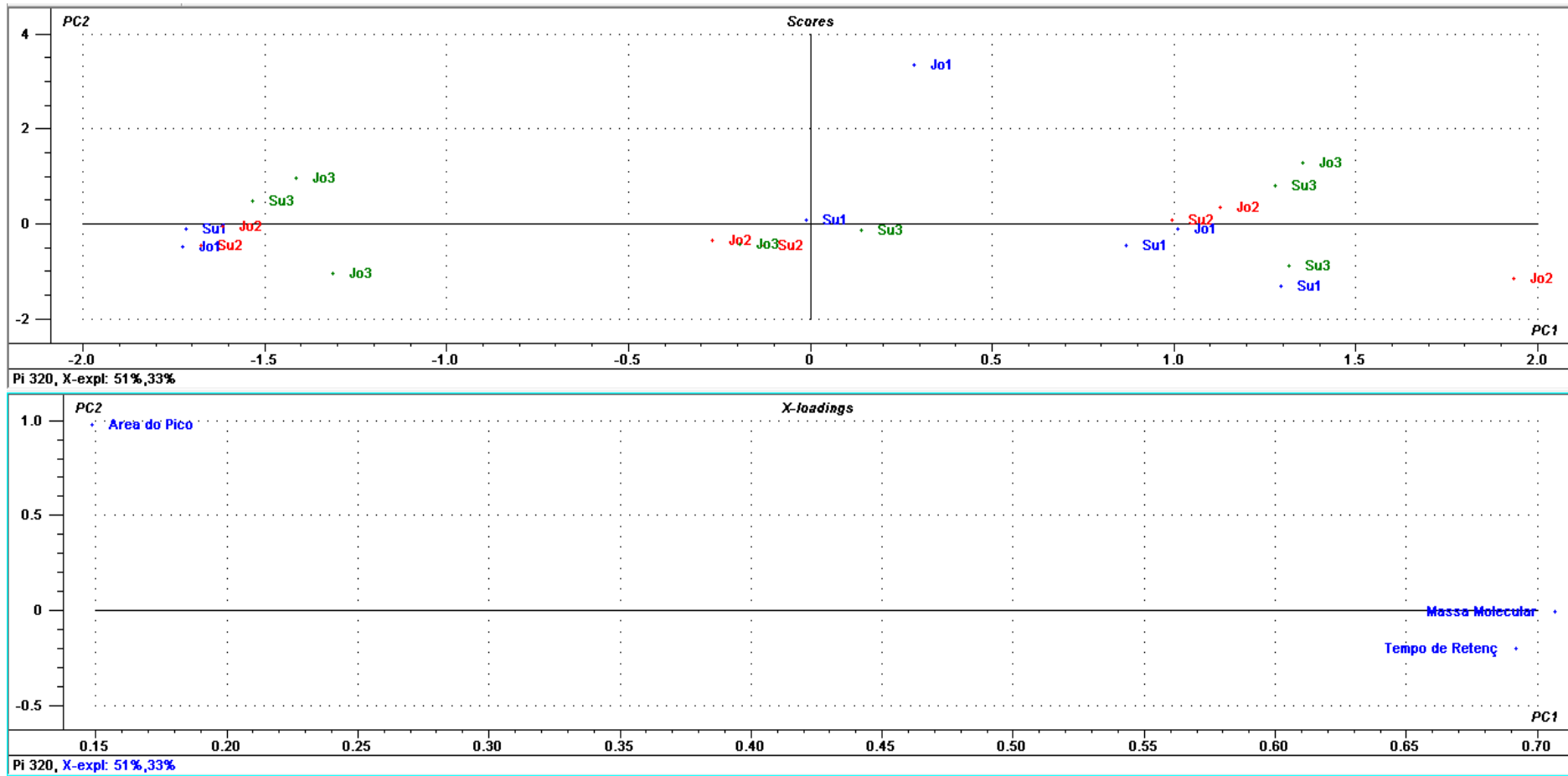


Figura 20 – Plotagem de todas as variáveis e amostras na temperatura de 420°C. Su1, Su2, Su3 (Sumé) e Jo1, Jo2, Jo3 (São João do Cariri)

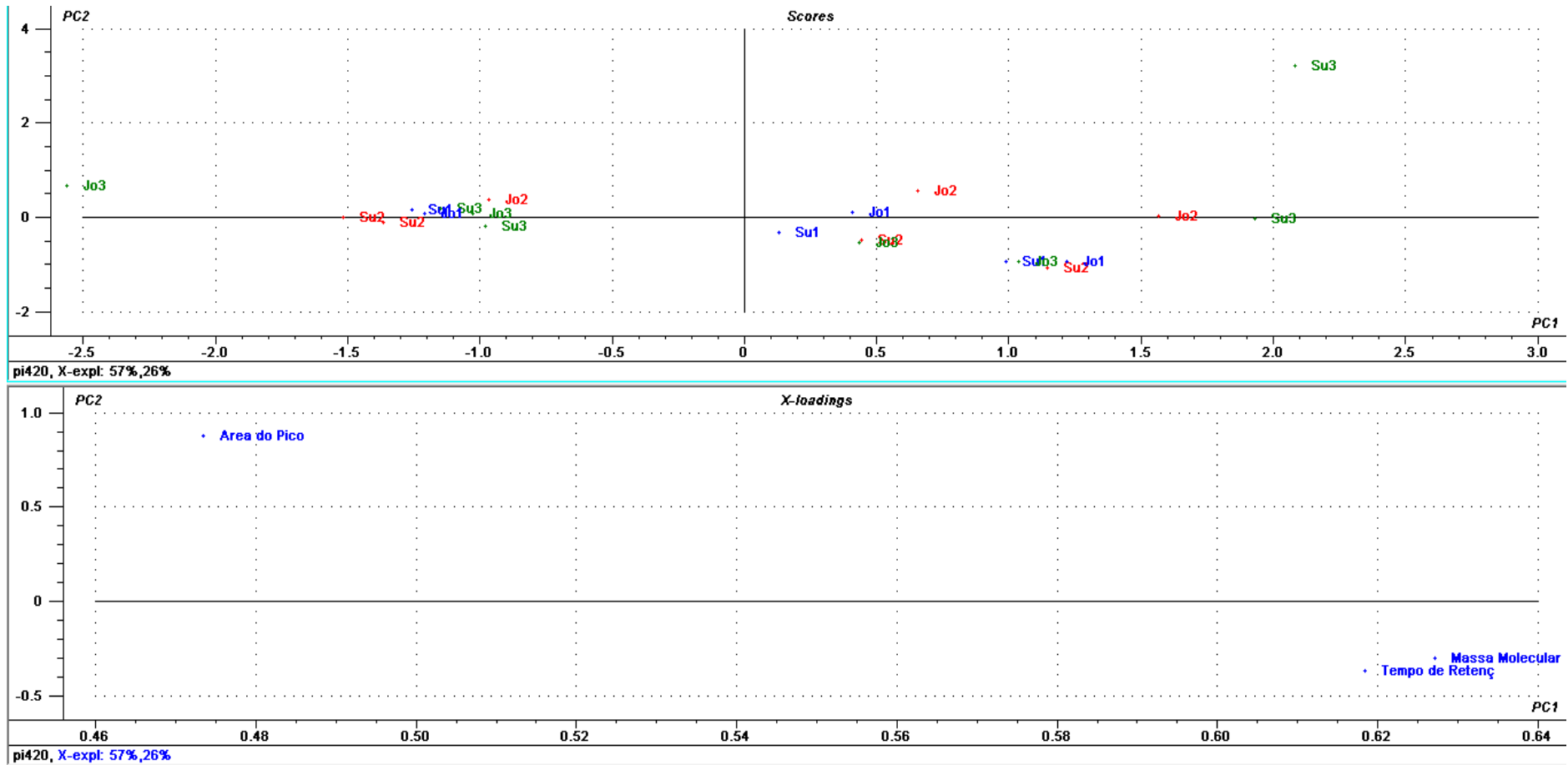
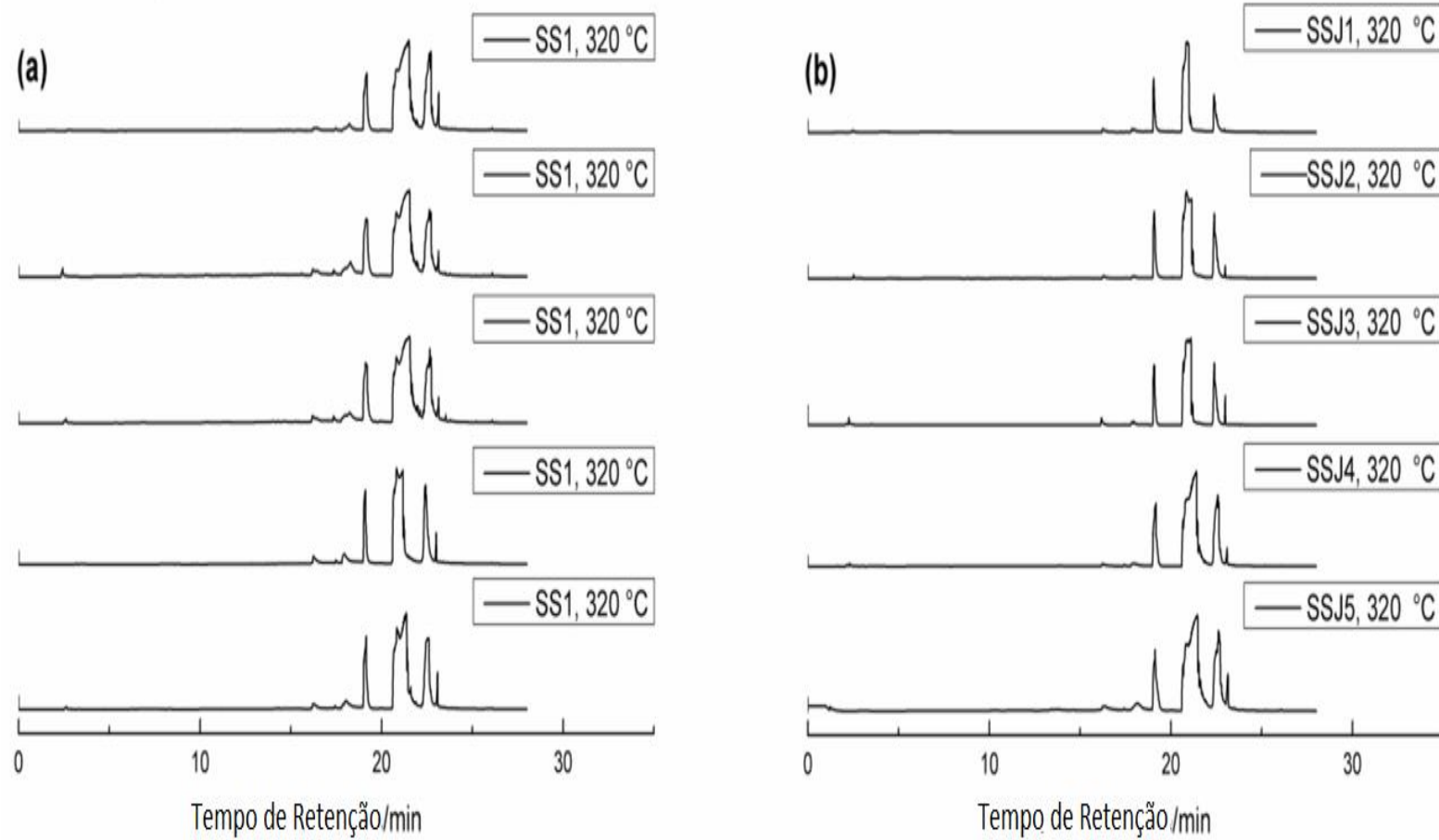


Figura 21 – Substâncias identificadas obtidas a partir de sementes analisadas por unidade na faixa de temperatura de 320 ° C



Os perfis pirolíticos também obtidos por sementes por unidade Sumé Semente S3 (SS3) e São João Semente (SSJ3) Figura 21, a temperatura foi escolhida de acordo com áreas e massas das amostras obtidas na temperatura de 320°C, ou seja, etapa essa que apresentou os maiores picos.

Os pirogramas das duas amostras a 320°C mostraram perfis cromatográficos totalmente diferentes entre todas as sementes, no qual os fragmentos variaram em tempo de retenção e percentagem de área de pico. Ainda assim, foi evidenciado um número menor de fragmentos identificados, com apenas o fragmento 81 presente em algumas sementes.

5.8 Produção vegetal

5.8.1 Emergência

Após o estudo físicoquímicos das aroeiras deu-se início a produção vegetal de aroeiras cultivadas com intuito de conhecer se os constituintes majoritários se repetem em plantas cultivadas. Durante o período de floração/frutificação foram coletadas as sementes de seis espécimes. A partir da reprodução, por emergência de sementes, pequenas mudas foram obtidas e mantidas nos baldes até o período de coleta. As matrizes apresentaram (Sm1 81%, Sm2 83%, Sm3 89%, SJ1, 75%, SJ2 76% e SJ3 82% da emergência).

Figura 22 – Imagens dos baldes e das mudas de *M. urundeuva* cultivadas em ambiente com tela de proteção de 50% da iluminação



Entre os diferentes estágios do ciclo de vida dos vegetais superiores, a emergência das sementes é um dos pontos mais críticos para o sucesso das plantas (METIVIER, 1986). A fase de germinação tem início com a embebição da água e com a ativação do metabolismo do tecido embrionário e está completa quando a nutrição não mais depende dos materiais de reserva e ao mesmo tempo realiza autotrofia (VIRGENS, 2009).

Parâmetros morfológicos, tais como: altura da parte aérea e o diâmetro do colo são mais utilizados na determinação do padrão de qualidade das mudas (BINOTTO, 2007).

5.8.2 Altura

Recentemente algumas pesquisas têm sido realizadas com intuito de mostrar que os critérios que adotam essas características são importantes para o sucesso do desempenho das mudas após o plantio em campo (FONSECA, 2000). No presente modelo de produção de *M. urundeuva*, a altura destacou-se nas amostras SJm2 e SJm3, aos quais as mudas apresentaram, aos 30 dias, médias SJm2 5.20 e SJm3 5.24 cm respectivamente (Tabela 14). Aos 60 dias as mesmas matrizes apresentaram melhor desempenho SJm2 14.7 e SJm3 14.2 cm. Com 90 dias as melhores médias de desenvolvimento ficou entre as amostras Sm1, Sm3 e SJm2. Para o final do monitoramento aos 120 dias as amostras Sm1 e SJm2 representaram médias de altura 58.6 e 65.7cm respectivamente. Deste modo, percebe-se que *M. urundeuva* apresenta padrões diferentes de emergência e crescimento.

As alterações nos resultados estão relacionados a redução dos indivíduos que emergiram, mas por alguma deficiência da semente, ou ataque externo, não resistiram.

Segundo Queiroz (2014) ressalta que mudas com maiores alturas podem apresentar desequilíbrio entre as partes radicial e aérea, assim se faz necessário a avaliação de outros parâmetros como critérios para avaliações do padrão de qualidade. Carneiro (1995) cita que, para evitar o risco de selecionar mudas mais altas, porém fracas, é necessário avaliar a altura da parte aérea combinada com o diâmetro do coleto. Mudas vigorosas precisam alcançar um padrão para que possam sobressair às condições adversas de manejo em viveiro e do local de plantio definitivo (MARCOS FILHO, 1999).

Tabela 14 – Dados médios dos parâmetros de acompanhamento mensais de desenvolvimento de *M. urundeuva*

<i>M.</i>	30 dias		60 dias		90 dias		120 dias	
	Altura	Caule	Altura	Caule	Altura	Caule	Altura	Caule
<i>urundeuva</i>								
Sm1	4.06	0.71	10.7	1.68	29.8	3.58	58.6	5.99
Sm2	4.51	0.78	12.5	1.86	26.0	3.17	52.1	5.89
Sm3	4.26	0.86	12.0	1.82	29.6	3.41	54.4	5.70
SJm1	3.97	0.70	9.86	1.49	21.6	2.93	45.8	5.10
SJm2	5.20	0.81	14.7	1.81	32.5	3.49	65.7	6.08
SJm3	5.24	0.80	13.2	1.86	25.5	3.21	55.5	5.43

5.8.3 Diâmetro do coleto

O diâmetro do colo é utilizado para avaliar a capacidade de sobrevivência de mudas no campo (DANIEL et al., 1997). No presente trabalho, os resultados mostraram o aumento dos níveis do diâmetro do colo das mudas de *M. urundeuva* ao longo dos 120 dias de experimento (Tabela 14). Todas as amostras apresentaram valores próximos de diâmetro diante das avaliações mensais, sendo que isso provavelmente ocorreu pelo uso do mesmo substrato e disponibilidade de nutrientes para todas as matrizes. Com o crescimento e demanda por nutrientes, pode-se atribuir a esse fato a causa da alta mortalidade apresentada pelas mudas até o 4º mês após o plantio, constatando-se a drástica redução da mortalidade.

5.8.4 Mortalidade

Dessa forma, apesar de as mudas terem apresentado um percentual de sobrevivência, a mortalidade de ambas as matrizes ocorreu em proporções aproximadas, apresentando semelhanças entre valores percentuais para sementes coletadas em Sumé (Sm1 = 66%, Sm2 = 49% e Sm3 = 48%) para as sementes colhidas de São João do Cariri (SJm1 = 63%, SJm2 = 38% e SJm3 = 52%). A tendência a estabilizar-se não se repete, contudo, para a mortalidade, independentemente do tamanho das mudas, ocorreu, inclusive, ao longo dos 120 dias com as maiores acréscimos de mortalidade ocorrendo nos dois primeiros meses.

Tais fatores, associados a eventuais problemas de qualidade das mudas, podem ter sido os responsáveis pela mortalidade (MARAN et., 2015). Conforme Barbosa et al. 2016, avaliando crescimento, sobrevivência e qualidade do fuste de *M. urundeuva* apresentou qualidade de fuste insatisfatória. Além de um manejo mais criterioso, recomendam-se trabalhos com diferentes arranjos espaciais e plantios mistos com locais que possibilitem um sombreamento durante o crescimento inicial da aroeira. A mortalidade de plantas, em cada local de experimentação, pode ser atribuída a várias causas, tais como: exposição ao frio ou seca, danos causados pelo vento, por pragas e doenças ou por competição (CANUTO, 2009).

Outro fator esta ligado ao potencial genético de forma direta ou indiretamente à capacidade de determinadas espécies formar ou não raízes adventícias (ASSIS E TEIXEIRA,1998).

Diante dos resultados encontrados, levando em consideração o fato das matrizes coletadas em Sumé ter apresentado melhor emergência de suas plântulas, as sementes de São João do Cariri tiveram melhor média de desenvolvimento aos 120 dias.

As sementes das matrizes S1, S2 e S3 apresentaram nas análises térmicas convencionais e nas termogravimétricas semelhanças em seus resultados. As sementes coletadas no município de Sumé obtiveram uma maior perda de água que possa ser explicado pelo grau de maturidade de cada no momento da coleta.

Em todas as amostras identificou-se a presença de seis eventos de degradação de massas nas análises termogravimétricas e a identificação de dois picos exotérmicos na análise térmica diferencial. Sendo observado também que as sementes S3 tiveram maiores valores de energia cinética e entalpia. Atrelando ao fato que a S3 obteve resultados satisfatórios nos percentuais de resíduos de cinzas, pode-se inferir que se tem uma maior reserva de composição orgânica e de sais e minerais de sementes, podendo assim vir a justificar a melhor emergência da espécie. Entretanto houve um índice de mortalidade maior que possa está relacionada às características fisiológicas da semente implicando em seu vigor que possam afetar seu desenvolvimento e sua resistência as condições e adversidades ambientais.

Visualizando de forma geral na Tabela 15, as sementes apresentam semelhanças entre regiões e entre si. Porém as sementes S3 e Sm3 apresentaram maiores valores de teor de água (8.839), Energia de ativação (94.34) e Entalpia (1° Evento 0.60 Kj/g e 1° Evento 2.22 Kj/g.). A energia de ativação foi mais baixa, consequentemente tornando uma reação química mais rápida para essas sementes, o que influenciou no processo de emergência e assim obtendo os melhores resultados de emergência para sementes coletadas em Sumé.

Valore de Energia de ativação maior foi identificado nas sementes SJ3, com tudo, o índice de emergência foi menor.

Um estudo mais aguçado da presença do componente químico das sementes nos faria entender essa relação que comprovem ou a semelhança das mesmas ou a diferença química existentes entre elas possa influenciar na emergência.

Tabela 15 – Síntese dos dados obtidos no estudo de *M. urundeuva*

Peso médio		Análise térmica Convencional		Análise térmica			Produção vegetal	
Matrizes	100 sementes	Umidade (%)	Cinzas (%)	Cinética Ea (kJ.mol ⁻¹)	DTA - Entalpia		Emergência %	Altura Final 120 dias (cm)
		(Semente madura)	(Semente madura)		1° Evento	2° Evento		
M1	0.01363	S3 - 8.839*	S3 - 0.134*	S3 - 94.34	S3 - 0.60Kj/g*	S3 - 2.22Kj/g*	Sm1 - 81% Sm2 - 83% Sm3 - 89%*	Sm1 - 58.6* Sm2 - 52.1 Sm3 - 52.1
M2	0.01520							
M3	0.01457							
M4	0.01351							
M5	0.01454							
M6	0.01521	SJ3 - 3.436	SJ3 - 0.131	SJ3 - 96.75*	SJ3 - 0,46Kj/g	SJ3 - 1.67Kj/g	Sjm1 - 75% Sjm2 - 76% Sjm3 - 82%*	Sjm1 - 45.8 Sjm2 - 65.7* Sjm3 - 55.5
M7	0.01306							
M8	0.01582*							
M9	0.01327							
M10	0.01416							

*Melhor resultado

6. CONCLUSÃO

Avaliando-se a as sementes frente a caracterização termogravimétrica, foi possível evidenciar seis eventos de decomposição de massa no decorrer do tempo frente às temperaturas de 30 ° C a 500 ° C. Constatou-se que a partir da temperatura de 180°C a 340°C, iniciou-se o processo de maior degradação do material de forma mais evidente.

Identificaram-se através dos gráficos de DTA que a amostra da droga vegetal apresentou dois picos o que sugere que estes eventos estejam relacionados com as maiores perdas de massas identificadas na análise TG, que possam esta relacionada com a liberação de substâncias voláteis.

Os dados de cromatografia, em relação às áreas de pico dos compostos analisados, evidenciaram diferenças quantitativas na composição química dos frutos *de M. urundeuva*, nos diferentes estágios de maturação fisiológica.

A caracterização físico-química da droga vegetal foi especificada de acordo com a fenofases das sementes, mostrando-se como uma ferramenta útil na caracterização dos parâmetros térmicos e na avaliação da qualidade para o desenvolvimento de metodologia e padronização dessa droga vegetal devido falta de metodologia oficial que comprove a qualidade destes produtos.

Com relação a produção vegetal e com o manejo adequado para seu desenvolvimento, é possível produzir mudas de qualidade, porem é necessário estudar os componentes químicos dos brotos que venha comprovar que as substâncias iniciam sua produção no inicio do seu ciclo de vida.

7. REFERÊNCIAS

- AB' SÁBER, A. **Os Domínios de Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, ano 2003. 173 p.
- AESA. **Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br>. Acesso em 01 de Dezembro de 2018.
- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 188p.
- ALVES, J. J. A.; SILVA, M. C.; SILVA, V. S.; CARVALHO, V. C. Indicadores climáticos das áreas de desertificação nos Cariris velhos da Paraíba. **Revista Geonorte**, v.1, n.5, p.585 – 597, 2012.
- AMARAL, E. A.; SILVA, R. M. G. Avaliação da toxicidade aguda de angico (*Anadenanthera falcata*), pau-santo (*Kilmeyera coreacea*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) e cipó-de-são-jão (*Pyrostegia venusta*), por meio do bioensaio com *artemia salina*. **Perquirẽre- Revista Eletrônica da Pesquisa**. v.5, n.5, p.1-16, ano 2008.
- ANDRADE, M. W.; LUZ, J. M. Q.; LACERDA, A. S.; MELO, P. R. A. Micropropagação da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.1, p.174-180, ano 2000.
- ARAÚJO, A. A. S.; MERCURI, L. P.; SEIXAS, S. R. S.; STORPIRTIS, S.; MATOS, J. R. Determinação dos teores de umidade e cinzas de amostras comerciais de guaraná utilizando métodos convencionais e análise térmica. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. vol. 42, n. 2, abr./jun., 2006.
- ARAGÃO C. F. S.; SOUSA, F. S.; BARROS, A. CS.; VERAS, J.W.E.; BARBOSA FILHO, J.M.; MACEDO, R. O. Aplicação da termogravimetria (TG) no controle de qualidade da milona (*Cissampelos sympodialis* Eichl.) Menispermaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 12, supl, p.60-61, ano, 2002.
- ARAÚJO, E. R.; ANDRADE, L. A.; RÊGO, E. R.; GONÇALVES, E. P.; ARAÚJO, E. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de aroeira produzidas no estado da Paraíba. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 34, n. 1, p. 9-20, ano 2013.
- ARAÚJO, F. M. P.; SILVA, R. P. F.; CASTOR, V. L. Previsibilidade de chuvas no agreste paraibano: levantamento etnobotânico sobre as plantas que prenunciam chuva. **I Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro**. Campina Grande, ano 2014.
- ASSIS, T.F.; TEIXEIRA, S.L. Enraizamento de plantas lenhosas. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. (Eds.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: Embrapa-SPI / Embrapa-CNPQ, 1998. v.1, p.261-96.
- BANDEIRA, M. M.; MATOS, F. J. A.; BRAZ-FILHO, R. New Chalconoid dimers from *Myracrodruon urundeuva*. **Natural Product Letters**. v. 4. p. 113-120. ano 1993.

BARBOSA, L. M.; SHIRASUNA, R. T.; LIMA, F. C.; ORTIZ, P. R. T. Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo. Em **Anais do VI Simpósio de Restauração Ecológica**. São Paulo – SP, ano 2015.

BARBOSA, L. P.; SANTOS, L. O.; CARVALHO, A. B. M.; CONCEIÇÃO, J. L.; NETO, F. V. C. Crescimento, sobrevivência e qualidade do fuste de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All em sistema de ILPF. X Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. Saf: Aprendizados, desafios e perspectivas. Campus UFMT – Cuiabá – Mato-Grosso. Ano 2016.

BAZZO, G. C.; SILVA, M. A. S. Estudo termoanalítico de comprimidos revestidos contendo captopril através de termogravimetria (TG) e calorimetria exploratória diferencial (DSC). **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 41, n. 3, 2005.

BINOTTO, A. F. **Relações entre variáveis de crescimento e o índice de qualidade de Dickson em mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid e *Pinus elliottii* var. *elliottii* – Engelm.** 56 f. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil. Ano 2007.

BIRADAR, S. P. et al. Stability Indicating HPLC Method Development : Review. **Asian Journal of Medicinal and Analytical Chemistry**, v. 01, n. 01, p. 21–26, 2014.

BRANDÃO, D. O.; GUIMARÃES, G. P. ; SANTOS, R. L.; JÚNIOR, F. J. L. R.; SILVA, K. M. A.; SOUZA, F. S.; MACÊDO, R. O. Model Analytical Development for Physical, Chemical, and Biological Characterization of *Momordica charantia* Vegetable Drug. **Journal of Analytical Methods in Chemistry**, v. 2016, p. 1-16, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análises de sementes**. Brasília: SNDA/ DNDV/CLAV, 2009, 362p.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução- RDC, nº 10, de 16 de março de 2010**. Dispõe sobre a notificação de drogas vegetais junto a ANVISA.

CANUTO, D. S. O. **Diversidade genética em populações de *Myracrodruon urundeuva* (F.F. & M.F. Allemão) utilizando caracteres quantitativos**. 112 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, Ilha Solteira, ano 2009.

CARDOSO, G. L.; LOMÔNACO, C. Variações fenotípicas e potencial plástico de *Eugenia calycina* Cambess. (Myrtaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 131-140, mar. 2003.

CARLINI, E. A.; DUARTE-ALMEIDA, J. M.; RODRIGUES, E.; TABACH, R. Antiulcer effect of the pepper trees *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-da-praia) and *Myracrodruon urundeuva* Allemão, Anacardiaceae (aroeira-do-sertão). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 2, p.140–146, ano. 2010.

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

CARVALHO, M. S.; OLIVEIRA, D. A. Estudo da atividade citotóxica de *Myracrodruon urundeuva* FR. Allemão. **Revista Eletrônica de Biologica**. v. 5, n. 3, p. 1-7, ano 2012.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 1039p.

CECÍLIO, A. B.; OLIVEIRA, P. C.; CALDAS, S.; CAMPANA, P. R. V.; FRANCISCO, F. L.; DUARTE, M. G. R.; MENDONÇA, L. A.; ALMEIDA, V. L. Antiviral activity of *Myracrodruon urundeuva* against rotavirus. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 26, p. 197–202, ano 2016.

CHAGAS, M. B. **Prospecção Química e Microbiológica do óleo essencial de espécimens de *M. urundeuva* (aroeira-do-sertão) quimiotipos δ -3-careno e β -ocimeno**. 61 F. Monografia (Graduação). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. ano 2015.

CHAVES, T. P. **Variação sazonal na produção de metabólitos secundários e na atividade antimicrobiana de espécies vegetais do semiárido brasileiro**. 76 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, ano 2012.

CORREIA, L. P. **Obtenção e padronização química e biológica de pós de plantas medicinais de diferentes tamanhos de partículas**. 115f. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Pernambuco. Ciências Farmaceuticas, ano 2011.

CORREIA, L. P.; SANTANA, C. P.; MEDEIROS, A. C. D.; MACEDO, R. O. Caracterização da droga vegetal *Sideroxy lonobtusifolium* utilizando diferentes técnicas termoanalíticas. **IX Congresso Brasileiro de Análise Térmica e Calorimetria** 09 a 12 de novembro de 2014 – Serra Negra – SP – Brasil.

COSTA, C. O. S. **Avaliação da atividade antioxidante e antimicrobiana de extratos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Schinus terebinthifolius* Raddi**. 64 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Bahia, Instituto de Ciências da Saúde, ano 2011.

COSTA, O. B.; MENEZZI, C. H. S.; RESCK, I. S. Rendimento do óleo essencial de duas espécies do cerrado: *Myracrodruon urundeuva* (Allemão) e *Blepharocalyx salicifolius* (Kunt) o. berg em diferentes horários de coleta. In: **V Congresso Forestal Latinoamericano**, 2011, Lima. El futuro del mundo depende de los bosques. Lima: UNALM, 2011. v. 1. p. 1-8.

COSTA, R. S.; NEGRÃO, C. A. B.; CAMELO, S, R. P.; RIBEIRO-COSTA, R.M.; BARBOSA, W. L. R.; COSTA, C. E. F.; SILVA JÚNIOR, J. O. C. Investigation of thermal behavior of *Heliotropium indicum* L. lyophilized extract by TG and DSC. **Journal Thermal Analysis and Calorimetric**, v.111, p.1959–1964, 2013.

CROZIER, A.; JAGANATH, I. B. CLIFFORD, M. N. Phenols, Polyphenols and Tannins: An Overview. In: CROZIER, A.; JAGANATH, I. B.; ASHIHARA, H. **Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet**. Oxford: BlackwellPublishing, p. 1, ano 2006.

DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T. ALOVIS, A. A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A. M.; PINHEIRO, E. R. P.; SOUZA, E. F. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium* Willd. **Revista Árvore**, Viçosa v. 21, p. 163-168, 1997.

DIAS, A. L. G.; VIEIRA, L. M.; SILVA, A. R.; CASTRO, C. F. S. Avaliação da atividade alelopática e ensaio toxicológico de extratos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão – Anacardiaceae. **Anais...** V Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Rio Verde. ISSN 2179-0574. Rio Verde, ano 2011.

FIGUEIRÔA, J. M.; CARVALHO, P. E. R.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, n.3, p.573-580. 2004.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. e *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento.** 113 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

FRANÇA, E. L. T.; QUEIROZ, T. M.; ARAÚJO, A. R. S.; MACÊDO, A. A. M. Atividade antioxidante pelo método DPPH de extrato vegetal da casca da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). **Anais...** Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. Tocantis, ano 2012.

FREITAS, M. L. M.; AUKAR, A. P. A.; SOBBEN, A. M.; MORAES, M. L. T.; LEMOS, E. G. M. Variação genética em progênies de *Myracrodruon urundeuva* F. F. & M. F. Allemão em três sistemas de cultivo. **Revista Árvore, Viçosa-MG**, v.30, n.3, p.319-329, ano 2006.

GALVÃO, A. C. F. (org.) In: Relatório Final: **Grupo de trabalho interministerial para redelimitação do semi-árido nordestino e do polígono das secas.** Brasília: Ministério da Integração Nacional. 2005.

GIRÃO, K. T. **Biometria de sementes, morfologia de plântulas e crescimento inicial de mudas de quimiotipos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão.** 77 f. Dissertação (Mestrado). Departamento de fitotecnia, Programa de Pós-graduação em agronomia. Universidade Federal do Ceará, 2013.

GIULIETTI, A. M.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M.T.; LINS, L.V. (Orgs.). **Diagnóstico da Vegetação Nativa do Bioma Caatinga.** Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. p. 48-90, ano 2004.

GOMES, A. C. **Estudo da Estrutura e Dinâmica do Componente arbóreo-arbustivo em Área Ciliar de Caatinga: Subsídios para a Recuperação de Áreas Degradadas e Suporte para a Implantação de Sistemas Agroflorestais no Semiárido Paraibano.** 57 f. Monografia (Graduação) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido. Sumé, ano 2013. (Monografia não publicada).

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Ano 2010. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 11/07/2017.

INSA. Instituto Nacional do Semiárido. **População do Semiárido 2014**. Disponível em: <http://www.insa.gov.br/noticias/populacao-do-semiarido-brasileiro-ultrapassa-235-milhoes-de-habitantes-2/#.VdOEN7JViko>. acesso em: 27 de setembro de 2016.

IPEK, E.; ZEYTIÑOGLU, H.; OKAY, S.; TUYLU, B. A.; KURKCUOGLU, M.; HUSNU CAN BASER, K. Genotoxicity and antigenotoxicity of Origanum oil and carvacrol evaluated by Ames Salmonella/microsomal test. **Food Chemistry**, v. 93, p. 551–556, ano 2005.

JUNIOR, S. V. Análise Química instrumental. Aplicando técnicas analíticas instrumentais em controle de qualidade e em química ambiental – **Metodologia e Instrumentação**. Dez/Jan, 2010.

JUIZ, P. J. L.; ALVES, R. J. C.; BARROS, T. F. Uso de produtos naturais como coadjuvante no tratamento da doença periodontal. **Revista Brasileira de Farmacologia**. v. 20, n. 1, p 134-139, ano 2009.

KAGEYMA, P. Y.; CUNHA, G. C.; BARRETO, K. D.; GANDARA, F. B.; CAMARGO, F. R. A.; SEBBENN, A. M. Diversidade e autocorrelação genética espacial de *Ocotea odorifera* (Lauraceae). **Scientia Forestalis**, n.64, p. 108-119, ano 2003.

LACERDA, A. V. **Caracterização Florística, Fitosociológica e Análise da Relação entre a Distribuição das Espécies e a Distância da Margem de Riachos Intermitentes na Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá, Semi-Árido Paraibano, Brasil**. 2007, 120 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2007.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2004. 531p.

LEITE, L. F. C.; GALVÃO, S. R. S.; NETO, M. R. H.; ARAÚJO, F. S.; IWATA, B. F. Atributos químicos e estoques de carbono em Latossolo sob plantio direto no cerrado do Piauí. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 12, p. 1273–1280, 2010.

LIMA, A. L. A. **Padrões fenológicos de espécies lenhosas e cactáceas em uma área do semi-árido do Nordeste do Brasil**. 84 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-graduação em Botânica. Universidade Federal de Pernambuco. Ano 2007.

LIMA, J. P. P. **Estudo da variabilidade estrutural de *Croton blanchetianus* Baill. em uma área de Caatinga no Semiárido Paraibano, Brasil**. 46 f. Monografia (Graduação). Universidade Federal de Campina Grande – Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Sumé – PB, ano 2015. (Monografia não publicada).

LOPES, J. C.; SOARES, A. S. Estudo da maturação de sementes de carvalho vermelho (*Miconia cinnamomifolia* (Dc) Naud). **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 623-628, jul./ago., 2006.

LUCENA, R. F. P.; FARIAS, D. C.; CARVALHO, T. K. N.; LUCENA, C. M.; NETO, C. F. A. V.; ALBUQUERQUE, U. P. Uso e conhecimento da aroeira (*Myracrodruon urundeuva*)

por comunidades tradicionais no Semiárido brasileiro. **Sitientibus série Ciências Biológicas**, v. 11, n. 2, p. 255–264, ano 2011.

MACÊDO, R. O. **Controle de qualidade de formas farmacêuticas sólidas através de dados termogravimétricos**. Tese do concurso para professor titular, apresentado ao DCF/CCS/UFPB, novembro 1996.

MACÊDO, R. O.; NASCIMENTO, T.G.; VERAS, J.W.E.; Compatibility and stability studies of propranolol hydrochloride binary mixtures and tablets for tg and dsc-photovisual. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetric**. v. 67, n. 01, p. 483-489, 2002.

MACHADO, A. C. **Caracterização do extrato de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) e seu efeito sobre viabilidade de fibroblastos gengivais humanos**. 100f. Tese (Doutorado). Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo. Ano 2013.

MACHADO, I. C. S.; BARROS, L. M.; SAMPAIO, E. V. S. B. Phenology of caatinga at Serra Talhada-PE, northeastern Brasil. **Biotrópica**, v. 29, n.1, p. 57-68, ano 1997.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 1a ed., São Paulo: D&Z, 2004. 413p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3, p.1-24.

MARAN, J. C.; ROSOT, M. A. D.; ROSOT, N. C.; RADOMSKI, M. I.; CARDOSO, D. J.; LACERDA, A. E. B.; KELLERMANN, B. Análise de sobrevivência em plantios de enriquecimento com *Araucaria angustifolia* usando mudas de grande e pequeno porte. In: **anais...** Congresso Florestal Paranaense, Curitiba - PR. Novas tecnologias florestais. Ano 2015.

MEDEIROS, E. R. **Caracterização dos processos degradacionais no Município de São João do Cariri, PB. 42 f. (Monografia)**. Curso de Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, ano 2006.

MELOTTO, A.; NICODEMO, M. L.; BOCCHESI, R. A.; LAURA, V. A. L.; G. NETO, M. M.; SCHLEDER, D. D.; POTT, A.; SILVA, V. P. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, v.33, n.3, p.425-432, 2009.

METIVIER, J. R. Citocininas e giberelinas. In: FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. 2ed. São Paulo: EDUSP, 1986. v.2, 392 p.

MILANI, J. E. F. **Comportamento fenológico de espécies arbóreas em um fragmento de floresta ombrófila mista aluvial, Araucária, PR**. 100 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Ano 2013.

MMA (Ministério do Meio Ambiente) 2008. **Instrução Normativa Nº 06, de 23 de Setembro de 2008**. Ministério de Meio Ambiente. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/recursosflorestais/documentos/lista-oficial-de-especies-brasileirasameacadas-de-extincao/>; acesso em 27 set. de 2016.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Síntese das discussões e recomendações do componente da biodiversidade da Caatinga**. Conferência internacional: Clima, sustentabilidade e desenvolvimento em regiões semiáridas ICID +18 – Fortaleza – CE. 2011.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; LINS-NETO, E. M. F.; ARAÚJO, E. L.; AMORIM, E. L. C. Use patterns and knowledge of medicinal species among two rural communities in Brazil's semi-arid northeastern region. **Journal of Ethnopharmacology**, v.105, p.173–186, ano 2006.

MORAES, M. A.; FILHO, W. V. V.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, A. M.; MANOEL, R. O.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Produtividade, estabilidade e adaptabilidade em progênies de *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão – Anacardiaceae. **Scientia Foriatis**, Piracicaba, v. 40, n. 93, p. 069-076, 2012.

MORAIS, L. G. B. L.; MELO, J. A. B.; ANDRADE, L. G. Atividades socioeconômicas no espaço rural de São João do Cariri-PB: uma discussão acerca dos impactos ambientais. In: VII Encontro da Rede de Estudos Rurais, 2016, NATAL. **Anais do VII Encontro da Rede de Estudos Rurais**, 2016.

MOREIRA, E.R.F. (org.). **Mesorregiões e Microrregiões da Paraíba**: delimitação e caracterização. João Pessoa: GAPLAN, 1988.

MUNHOZ, K. A. S. **Estudo da cinética de degradação da cor, ácido ascórbico e consistência ao longo da cadeia de processamento industrial de polpa concentrada de tomate**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Ano 2016.

NUNES, Y. R. F.; FAGUNDES, M.; ALMEIDA, H. S.; VELOSO, M. D. M. Aspectos ecológicos da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão - Anacardeceae): fenologia e emergência de sementes. **Revista Arvore**, v.32, n. 23, p. 243, 2008.

OLIVEIRA, J. S.; NUNES, H. B.; NETO, J. P. S.; REIS, T. C. Desenvolvimento inicial da aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) com uso de substratos agroindustriais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.12, n.2, ano 2012.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO. A. L. P.; PINTO, K. L. S. Efeito de temperaturas e substratos na emergência de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.3, p.359-367, ano 2006.

PARAÍBA. Secretária de Educação/Universidade Federal da Paraíba. **Atlas Geográfico do Estado da Paraíba**. João Pessoa: GRAFSET, 1985. 100 p.

PEREIRA. A. C. **Estudo da cinética de cura e das propriedades térmicas da resina benzoxazina e dos seus compósitos nanoestruturados**. 2011. 127f. Dissertação (Mestrado

em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

PEREIRA, M. S. Manual Técnico “Conhecendo e produzindo sementes e mudas da Caatinga”. **Associação Caatinga**. Fortaleza, 60 p, ano 2011.

PEREIRA, P. S.; BARROS, L. M.; BRITO, A. B.; DUARTE, A. E.; MAIA, A. J. Uso da *Myracrodruon urundeuva* Allemão (aroeira do sertão) pelos agricultores no tratamento de doenças. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v.19, n.1, p.51-60, 2014.

PEREIRA, R. M. A.; ARAÚJO FILHO, J.A.; LIMA, R. V.; PAULO, F. D. G.; LIMA, A. O. N.; ARAÚJO, Z. B. 1989. Estudo fenológico de algumas espécies lenhosas e herbáceas da caatinga. **Ciência Agrônômica**, v. 20, n.1/2, p.11-20, 1989.

PERES, L. E. P. **Metabolismo secundário**, Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, 2004. p. 01-26.

PINTO, W. S.; DANTAS, A. C. V. L.; FONSECA, A. A. O.; LEDO, C. A. S.; JESUS, S. C.; CALAFANGE, P. L. P.; ANDRADE, E. M. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 1059-1066, 2003.

PRADO, D. E. **As Caatingas da América do Sul**. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds). Ecologia e conservação da Caatinga. Ed. Universitária da UFPE, Recife – PE, p. 03-74, ano 2003.

QUEIROZ, C. R. A. A.; MORAIS, S. A. L., NASCIMENTO, E. A. Caracterização dos taninos da aroeira – preta *Muracrodruon urundeuva*. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v.26, n. 4, p. 485-492, 2002.

QUEIROZ, I. R. **Produção de mudas de barbatimão** [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] **em substrato contendo lodo de esgoto**. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, área de concentração em Produção Vegetal) Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

REBOUÇAS, A. C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos avançados**, v.11, n. 29, p.127-154. 1997.

RIBEIRO, E. F. B. Contribuição ao estudo da flora Amapaense: avaliação fitoquímica do extrato metanólico das sementes de *Vatairea guianensis* Aublet. 97 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde. Universidade Federal do Amapá. Ano 2012.

RODANTE, F.; VECCHIO, S.; CATALANI, G.; TOMASSETTI, M. Compatibility between active components of a commercial drug. **Farmaco**, v.57, p.833-43, 2002.

ROQUE, A. A.; ROCHA, R. M.; LOIOLA, M. I. B. Uso e diversidade de plantas medicinais da Caatinga na comunidade rural de Laginhas, município de Caicó, Rio Grande do Norte (nordeste do Brasil). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.12, n.1, p.31-42, 2010.

RUFINO, J. S.; RIBEIRO, D. S.; CHINELATE, G. C. B. Avaliação de vida de prateleira de bebida láctea fermentada. **Revista Brasileira de agrotecnologia**. Brasil. v.5, n.1, ano 2015.

SÁ, I. B.; CUNHA, T. J. F.; TEIXEIRA, C. H. A.; ANGELOTTI, F.; DRUMOND, A. M. **Desertificação no Semiárido brasileiro**. 2º Conferência Internacional: Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas. 16 – 20 de Agosto de 2010, Fortaleza – Ceará.

SÁ, R. A. **Constituintes químicos da madeira-de-lei *Myracrodruon urundeuva* com propriedades antioxidantes e ação contra fungos, bactérias e insetos**. 171 F. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco. CCEN. Química fundamental. Ano 2008.

SANTA'ANA, R. O. **“Abordagens terapêuticas na mucosite oral experimental induzida por 5-fluorouracil: papel dos extratos de *Aloe barbadensis* (babosa)” E *Myracrodruon urundeuva* (aroeira-do-sertão)**. 113 f. Dissertação (Mestrado). Departamento de Fisiologia e Farmacologia. Faculdade de Medicina. Universidade Federal do Ceará. Ano 2006.

SANTOS, C. A. G.; PAIVA, F. M. L.; SILVA, R. M. “Modelagem hidrossedimentológica e efeito de escala: O caso da bacia experimental de São João do Cariri”, 2006, Petrolina-PE. **Anais... VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, Porto Alegre: ABRH, p. 6-8, 2006.

SANTOS, F. S.; PAULA, R. C. SABONARO, D. Z.; VALADARES, J. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chryso-tricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, v.37, n.82, p.163-173. 2009.

SANTOS, J. Y. G.; SANTOS, C. A. G.; SILVA, R. M.; SILVA, V. C. L.; SILVA, L. P.; ARRUDAS, P. M. Análise das perdas de água e solo no semiárido paraibano utilizando simulador de chuva. **Anais... XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, v.19, p. 1 16, 2011.

SEBRAE. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas da Paraíba. **Programa de Emprego e Renda**: Sumé. João Pessoa, 1996. 53 p.

SENA, C. M. Sementes Florestais: Colheita, Beneficiamento e Armazenamento - Claudius Monte de Sena, Maria Auxiliadora Gariglio. ___ Natal : MMA. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Departamento de Florestas**. Programa Nacional de Florestas. Unidade de Apoio do PNF no Nordeste, 2008. 28p.

SILVA, J. L. **Crescimento de mudas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Aroeira) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (Angico-vermelho) submetidas a fertilização fosfatada e inoculação com fungo micorrízico arbuscular**. 75 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência Florestal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciência Florestal, Recife, ano 2013.

SILVA, L. L. H. **Avaliação das características dendrométricas, físicas, químicas e energéticas da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) e da leucena (*Leucaena***

leucocephala (Lam.) R. de Wit). 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural. Patos, ano 2014.

SILVA, L. M.; RODRIGUES, T. J. D.; AGUIAR, I. B. efeito da luz e da temperatura na emergência de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n. 6, p. 691-697, ano 2002.

SILVA, N. M.; ANDRADE, A. J. P.; SOUZA, C. R. O sertanejo e as experiências de inverno no Seridó Potiguar. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 27, p. 87-107, jan./jun. 2013. Editora UFPR.

SILVA, M. D. **Estudo Farmacobotânico de três espécies de Caatinga em Pernambuco**. 74 f. Dissertação de Mestrado em Botânica, Programa de Pós- graduação em Botânica (PPGB) Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

SILVA-LUZ, C. L.; PIRANI, J. R. Anacardiaceae In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: Acesso em: 28 set. 2016.

SILVA, R. M. A. **Entre o combate à seca e a convivência com o semiárido**: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. Fortaleza, 2006. 276p.

SILVA, E. C.; PAOLA, M. V. R. V.; MATOS, J. R. Análise térmica aplicada à cosmetologia. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, n. 3, jul/set., 2007.

SOUSA; L. G.; BRANDÃO, D. O.; PEZZINI, F. F.; ESPIRITO, SILVA, J. O. Fenologia da aroeira - do - sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) (Anacardiaceae) em diferentes estágios sucessionais de uma floresta estacional decidual do norte de Minas Gerais. **Anais...** IX Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço – MG, ano 2009.

SOUZA, L. A. **Sementes e Plântulas: Emergência, estrutura e adaptação**. Ponta Grossa: TODAPALAVRA. 279 p. 2009.

SOUZA, R. K. D. **Etnofarmacologia de plantas medicinais do carrasco no Nordeste do Brasil**. 84f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Bioprospecção Molecular. Universidade Regional do Cariri – URCA. Crato, ano 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Secondary Metabolites and Plant Defense. In: **Plant Physiology**. Sinauer Associates, v. 3. p. 283-286. Ano 2003.

TOLKE, E. E. A. D.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M.; MACHADO, S. R. Ontogenia da semente de *Tapirira guianensis* (ANACARDIACEAE). **64º Congresso Nacional de Botânica**. Belo Horizonte, 10-15 de Novembro de 2013.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. **Ecorregiões propostas para o bioma caatinga**. Recife: Associação Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil, 2002. 76 p.

VIEIRA, L. M.; DIAS, A. L. B.; CASTRO, C. F. S. Avaliação da Atividade Alelopática e Ensaio Toxicológico de Extratos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão – Anacardiaceae. **Anais** do IX Seminário de Iniciação Científica, VI Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação e Semana Nacional de Ciência e Tecnologia. Universidade Estadual de Goiás. Outubro 2011.

VILLELA, T.; ANDRADE, B. S. B.; MELLO, U.; NORD, N.; SILVA, F. A. C.; REIS, S. L. A. **Simpósio** sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal. Os Desafios do Novo Milênio, 27 a 30 de Novembro de 2000 - Corumbá-MS.

VIRGENS, I. O. **Avaliação fisiológica e bioquímica da emergência de sementes de *Myracrodruon Urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae) sob diferentes condições abióticas.** 129 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, 2009.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. Óleo essencial de eucalipto. **Documentos Florestais**, n.17, p.1-26. ano 2003.

ÂPENDICES

Apêndice 1 - Substâncias identificadas obtidas a diferentes temperaturas (sementes de *M. urundeuva*), coletadas em Sumé-PB

Apêndice 2 - Substâncias identificadas obtidas a diferentes temperaturas (sementes de *M. urundeuva*), coletadas em São João do Cariri-PB

Apêndice 3 - Substâncias identificadas obtidas a uma temperatura de 320 ° C (sementes de *M. urundeuva*) analisadas por unidade coletadas em Sumé-PB e São João do Cairi-PB

Apêndice 4 - Dados biométricos de 100 sementes de *M. urundeuva* em estágio inicial

Apêndice 5 - Dados biométricos de 100 sementes de *M. urundeuva* em estágio intermediário

Apêndice 6 - Dados biométricos de sementes de *M. urundeuva* em estágio maduro

Apêndice 7 - Resultados do peso das sementes de *M. urundeuva* (Peso mínimo e máximo, Média, Desvio padrão e Coeficiente de variação)

Apêndice 8 - Parâmetros de altura e diâmetro do caule das plântulas de *M. urundeuva* avaliados aos 30, 60, 90 e 120 dias após a emergência (São João do Cariri-PB)

Apêndice 1 - Substâncias identificadas obtidas a diferentes temperaturas (sementes de *M. urundeuva*), coletadas em Sumé-PB

Temperatura 250°C								
Tempo de Retenção (min)	SJ1 Área de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção	SJ2 Área de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção (min)	SJ3 Área de Pico	Massa Molecular
18.9	14656560	276	19.9	51635582	276	19.1	28753034	276
21.3	11805874	305	21.4	51200681	300	21.7	93083888	300
22.5	2341690	332	22.4	50013798	330	23.3	28733204	328
25.2	1488932	281	23.1	4653295	342	23.8	103172195	231
Temperatura 320°C								
Tempo de Retenção (min)	SJ1 Área de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção	SJ2 Área de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção (min)	SJ3 Área de Pico	Massa Molecular
19	29162302	276	19.2	16884964	276	19.2	53274996	276
21.4	48589689	305	21.3	28250466	305	21.8	42719413	305
22.4	33617406	330	22.5	54533176	330	22.8	83732153	332
23.1	3579483	342	-	-	-	23	19902989	342
Temperatura 420°C								
Tempo de Retenção (min)	SJ1 Área de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção	SJ2 Área de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção (min)	SJ3 Área de Pico	Massa Molecular
18.9	24266077	276	18.3	4155514	280	19.1	29903272	276
21	41016123	302	19	3167000	276	21.1	326175161	302
22	30160668	330	21.7	42000460	305	22.8	119804425	333
-	-	-	22.5	27735873	330	23.3	20548873	217

Apêndice 2 - Substâncias identificadas obtidas a diferentes temperaturas (sementes de *M. urundeuva*), coletadas em São João do Cariri-PB

Temperatura 250°C								
	SJ1		SJ2			SJ3		
Tempo de Retenção (min)	Area de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção	Area de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção (min)	Area de Pico	Massa Molecular
19.1	26573412	276	19.3	31843443	276	19.3	86229874	276
21	26353212	304	21.6	23026374	302	21.2	28134218	302
22.6	37716011	330	22.6	25073788	330	22.5	49263245	330
-	-	-	-	-	-	23.3	37521824	368
Temperature 320°C								
	SJ1		SJ2			SJ3		
Tempo de Retenção (min)	Area de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção	Area de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção (min)	Area de Pico	Massa Molecular
19.1	15132576	276	19.2	32411163	276	19.3	72457511	276
21	173484840	304	21.1	31096097	302	21.3	28285159	302
22.6	47348134	330	22.7	65996735	330	22.8	103060211	332
-	-	-	23.3	11506079	368	23.4	15036190	203
Temperature 420°C								
	SJ1		SJ2			SJ3		
Tempo de Retenção (min)	Area de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção	Area de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção (min)	Area de Pico	Massa Molecular
19.1	20683602	276	19.3	46593342	276	16.6	10990376	256
21	76122639	304	21	112853555	304	19.5	27645603	276
22.5	38331765	330	22	109624488	332	21.9	39429447	302
-	-	-	-	-	-	22.1	32126794	330

Apêndice 3 - Substâncias identificadas obtidas a uma temperatura de 320 ° C (sementes de *M. urundeuva*) analisadas por unidade coletadas em Sumé-PB e São João do Cairi-PB

SS1			SS2			SS3			SS4			SS5		
Tempo de Retenção (min)	Área de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção	Área de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção (min)	Área de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção (min)	Área de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção (min)	Área de Pico	Massa Molecular
19.1	36239474	276	18.3	7800136	280	19.1	47349805	276	19.1	24890280	276	19.1	34569469	276
21.4	1222387455	304	19.1	34143339	276	21.5	47252371	300	20.8	55396088	305	21.2	69009426	302
22.6	78710978	333	21.4	26078232	305	22.5	36600507	332	22.4	22938720	330	22.5	21148180	330
23.1	9060336	203	22.5	33724662	330	23.1	3410304	207	23	2865378	207	23	6156254	161
SSJ1			SSJ2			SSJ3			SSJ4			SSJ5		
Tempo de Retenção (min)	Área de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção	Área de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção (min)	Área de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção (min)	Área de Pico	Massa Molecular	Tempo de Retenção (min)	Área de Pico	Massa Molecular
19	14899222	276	19	25195969	276	19	15370912	276	19.1	31574947	276	19.1	33197920	276
21.7	292936	305	20.8	60602175	305	21.1	27299955	304	21.3	15097546	305	21.4	29982150	305
22.3	11356066	330	22.3	33131946	330	22.9	24043098	330	22.5	40137986	330	22.6	76212947	330
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.4	8070258	203

Apêndice 4 - Dados biométricos de 100 sementes de *Myracrodruon urundeuva* em estágio inicial

Nº	Comprimento	Largura	Espessura	Nº	Comprimento	Largura	Espessura	Nº	Comprimento	Largura	Espessura	Nº	Comprimento	Largura	Espessura
1	4.1	4.00	4.00	26	4.0	4.00	4.00	51	4.4	4.00	4.00	76	3.7	3.20	3.00
2	4.0	4.00	4.00	27	4.5	4.10	4.00	52	4.4	4.00	4.00	77	4.5	4.20	4.00
3	4.0	4.00	4.00	28	4.4	4.20	4.00	53	4.4	3.50	3.50	78	4.0	4.00	4.00
4	4.0	4.00	4.00	29	4.4	4.00	3.80	54	4.4	4.00	4.00	79	4.2	4.00	3.60
5	3.8	3.50	3.50	30	4.4	4.00	4.00	55	4.4	4.00	4.00	80	4.0	4.00	4.00
6	4.0	4.00	4.00	31	4.5	4.00	3.80	56	4.5	4.50	4.50	81	4.3	4.20	4.00
7	4.0	4.20	4.00	32	4.2	4.00	4.00	57	4.5	4.00	4.00	82	4.0	4.00	4.00
8	4.0	3.50	3.90	33	4.0	3.30	3.90	58	4.5	4.50	4.50	83	4.1	4.40	4.00
9	4.4	4.00	3.80	34	3.5	3.80	3.50	59	4.0	4.00	4.00	84	3.5	3.70	3.50
10	3.3	3.00	3.00	35	4.4	4.00	4.00	60	4.2	4.00	4.00	85	4.0	4.00	4.00
11	4.4	3.50	3.00	36	4.0	4.00	4.00	61	4.5	3.50	3.50	86	4.2	4.00	4.00
12	4.4	4.00	4.00	37	4.0	3.50	3.50	62	3.5	3.50	3.50	87	4.0	4.00	4.00
13	4.4	3.50	3.00	38	4.0	4.00	4.00	63	3.8	3.80	3.50	88	4.0	4.00	4.00
14	4.4	3.90	4.00	39	4.2	4.20	4.00	64	4.5	4.00	4.20	89	4.1	4.00	3.70
15	4.4	3.50	3.50	40	4.0	4.00	4.00	65	4.4	4.00	4.00	90	4.4	4.00	4.00
16	4.4	3.50	4.00	41	4.0	4.00	4.00	66	4.4	4.00	4.00	91	4.4	4.00	4.00
17	4.4	3.80	3.80	42	4.0	4.00	4.00	67	4.0	4.00	4.00	92	4.4	4.00	4.00
18	4.4	3.50	3.30	43	4.0	4.00	4.00	68	4.0	4.00	4.00	93	3.5	3.50	3.50
19	3.5	3.50	3.80	44	4.0	4.00	4.00	69	4.2	4.20	4.00	94	4.4	4.00	3.80
20	4.0	3.50	3.10	45	3.5	3.50	3.50	70	4.2	4.00	4.00	95	4.4	4.00	3.50
21	4.0	4.20	4.00	46	4.4	3.80	3.50	71	4.5	4.20	4.20	96	4.4	4.20	4.00
22	4.0	4.00	4.00	47	4.4	3.80	3.80	72	4.0	4.00	4.00	97	4.4	4.00	4.00
23	4.0	3.50	3.50	48	4.4	4.00	4.00	73	4.2	4.20	4.00	98	4.4	4.00	3.80
24	3.5	3.50	3.50	49	4.4	4.00	4.00	74	3.8	3.70	3.50	99	3.5	3.20	3.00
25	4.0	4.00	4.00	50	4.4	3.80	3.80	75	4.4	4.00	4.00	100	4.0	4.00	4.00

Apêndice 5 - Dados biométricos de 100 sementes de *M. urundeuva* em estágio intermediário

Nº	Comprimento	Largura	Espessura	Nº	Comprimento	Largura	Espessura	Nº	Comprimento	Largura	Espessura	Nº	Comprimento	Largura	Espessura
1	4.20	4.00	3.90	26	4.50	3.00	3.00	51	4.50	4.00	4.00	76	4.00	4.00	3.70
2	4.00	4.00	3.80	27	3.00	3.00	3.00	52	4.50	4.00	4.00	77	4.00	4.00	3.60
3	4.00	3.90	3.90	28	4.20	3.00	3.00	53	4.00	4.00	3.70	78	4.00	4.10	3.90
4	3.50	3.40	3.40	29	3.00	3.00	3.00	54	4.00	4.00	3.80	79	4.40	4.20	3.90
5	4.00	4.00	4.00	30	4.00	4.00	4.00	55	4.00	4.00	4.00	80	3.90	3.90	3.00
6	4.00	4.00	3.80	31	4.00	4.00	4.00	56	4.00	4.00	4.00	81	3.50	3.50	3.50
7	3.30	3.90	3.30	32	3.00	3.00	3.00	57	4.00	4.00	4.00	82	4.00	4.00	3.50
8	4.00	3.80	3.80	33	3.20	3.20	3.20	58	3.50	3.50	3.50	83	4.00	4.00	4.00
9	4.20	4.20	4.00	34	4.00	4.00	4.00	59	4.50	4.00	4.00	84	4.00	4.00	4.00
10	4.00	4.00	4.00	35	3.50	4.00	4.00	60	4.20	4.20	4.10	85	4.30	4.00	4.00
11	4.00	4.00	4.00	36	3.50	3.50	3.50	61	3.50	3.50	3.50	86	4.00	4.00	3.90
12	4.30	4.00	3.90	37	4.00	4.00	4.00	62	4.50	4.50	3.90	87	3.50	3.50	3.40
13	4.00	4.00	4.00	38	3.20	3.20	3.20	63	3.00	3.00	3.00	88	4.50	4.00	4.00
14	4.00	4.00	4.00	39	3.20	3.20	3.20	64	3.50	3.50	3.50	89	4.00	4.00	3.50
15	3.20	3.20	3.20	40	3.20	3.20	3.20	65	4.00	4.00	3.50	90	4.00	4.00	3.50
16	3.20	3.50	3.20	41	4.10	4.10	4.10	66	3.50	3.50	3.50	91	4.50	4.00	3.80
17	3.50	3.50	3.20	42	3.50	3.50	3.50	67	3.90	3.90	3.60	92	4.00	3.80	3.60
18	4.00	4.00	4.00	43	3.50	3.30	3.30	68	3.90	3.50	3.50	93	4.00	4.00	4.00
19	3.50	4.00	3.50	44	3.30	3.00	3.00	69	3.90	3.50	3.50	94	4.00	4.00	4.00
20	3.50	4.00	3.50	45	3.30	3.30	3.30	70	3.80	3.80	3.80	95	4.00	4.00	3.80
21	3.50	3.50	3.50	46	4.00	4.00	3.80	71	3.50	3.50	3.50	96	3.90	3.00	3.40
22	3.00	3.00	3.00	47	3.80	3.00	3.00	72	4.00	4.00	3.90	97	4.00	4.40	4.00
23	4.00	4.00	4.00	48	4.00	4.00	4.00	73	4.00	4.00	3.90	98	4.00	4.00	3.50
24	4.40	3.00	3.00	49	4.00	4.00	4.00	74	4.20	4.20	3.50	99	4.30	4.30	3.50
25	4.00	4.00	4.00	50	4.50	4.50	4.50	75	4.00	4.00	3.50	100	4.00	4.00	3.00

Apêndice 6 - Dados biométricos de sementes de *M. urundeuva* em estágio maduro

N°	Comprimento	Largura	Espessura	N°	Comprimento	Largura	Espessura	N°	Comprimento	Largura	Espessura	N°	Comprimento	Largura	Espessura
1	3.00	3.00	2.50	26	4.00	4.00	3.00	51	3.00	3.50	3.00	76	3.00	2.50	2.50
2	4.00	3.00	2.50	27	4.00	3.00	3.00	52	3.50	3.50	3.00	77	3.20	3.30	2.00
3	4.00	3.50	2.50	28	3.50	3.00	3.00	53	3.00	3.00	2.50	78	3.00	3.00	3.00
4	4.00	3.00	2.50	29	4.00	3.00	3.00	54	3.50	3.50	3.00	79	3.00	2.50	2.50
5	3.00	3.00	2.50	30	3.00	3.00	2.50	55	3.80	3.50	3.00	80	3.50	2.50	2.50
6	3.00	3.00	2.50	31	3.00	4.00	3.00	56	3.00	3.00	3.00	81	3.00	3.00	2.50
7	3.00	3.00	2.50	32	4.00	4.00	3.00	57	3.20	3.20	3.00	82	3.00	3.00	2.50
8	3.00	4.00	3.00	33	3.00	3.00	3.00	58	3.20	3.20	3.00	83	3.50	3.50	3.00
9	3.50	3.00	2.00	34	3.00	3.00	3.00	59	3.50	3.50	3.00	84	3.00	3.00	2.50
10	3.00	3.00	2.50	35	3.00	3.00	3.00	60	3.50	3.50	3.00	85	3.00	3.00	2.00
11	3.00	2.50	2.50	36	4.00	4.00	3.00	61	4.00	3.50	3.00	86	3.50	3.20	3.00
12	3.00	3.00	3.00	37	4.00	3.00	3.00	62	4.00	4.00	3.00	87	3.50	3.00	2.50
13	3.00	3.00	3.00	38	4.00	4.00	3.00	63	3.50	3.50	3.00	88	3.00	3.00	3.00
14	4.00	3.00	3.00	39	3.00	3.00	2.00	64	3.00	3.00	2.50	89	3.00	3.00	2.50
15	3.50	3.50	2.50	40	3.00	3.00	2.00	65	3.50	3.00	2.50	90	3.20	3.20	2.50
16	3.00	3.00	3.00	41	3.00	3.00	3.00	66	3.50	3.00	2.50	91	3.00	3.20	2.80
17	3.00	3.50	3.00	42	3.00	3.00	3.00	67	3.00	3.00	3.00	92	3.00	3.00	2.50
18	3.00	3.00	2.50	43	3.00	3.00	2.50	68	4.00	4.00	3.00	93	3.00	3.00	2.50
19	4.00	4.00	3.00	44	4.00	3.50	3.00	69	3.00	3.00	3.00	94	3.00	3.00	2.00
20	3.00	3.50	2.50	45	3.00	3.00	2.50	70	3.20	3.00	3.00	95	3.00	3.00	2.50
21	3.00	3.00	3.00	46	3.50	3.00	3.00	71	3.20	3.20	3.00	96	3.00	3.00	2.00
22	3.50	3.00	2.50	47	3.00	3.00	3.00	72	3.50	3.50	3.00	97	3.50	3.00	3.00
23	3.00	3.00	3.00	48	3.00	3.00	2.50	73	3.00	3.00	3.00	98	3.00	3.00	3.00
24	3.00	4.00	3.00	49	3.50	3.50	3.00	74	3.10	3.00	2.00	99	3.00	3.00	2.50
25	3.00	3.00	3.00	50	3.00	3.00	2.50	75	3.00	3.20	2.00	100	3.00	3.10	2.50

Apêndice 6 - Resultados do peso das sementes de *M. uruneduva* (Peso mínimo e máximo, Média, Desvio padrão e Coeficiente de variação)

Matrizes	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Tamanho	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Peso mínimo	0.0096	0.0114	0.0078	0.01	0.0072	0.0108	0.0097	0.0108	0.007	0.0101
Peso máximo	0.0181	0.0188	0.143	0.0183	0.0194	0.0185	0.0161	0.0208	0.028	0.0191
Média	0.01363	0.0152	0.01457	0.01351	0.01454	0.01521	0.01306	0.01582	0.01327	0.01416
Desvio Padrão	0.00176	0.00154	0.01305	0.00146	0.00201	0.00164	0.00124	0.00197	0.00226	0.00172
Coeficiente de variação	0.129	0.10134	0.896	0.10836	0.13837	0.10788	0.0947	0.12438	0.17029	0.12133

Apêndice 7 - Parâmetros de altura e diâmetro do caule das plântulas de *M. urundeuva* avaliados aos 30, 60, 90 e 120 dias após a emergência (Sumé-PB)

		30 DIAS		60 DIAS		90 DIAS		120	
		Altura	Caule	Altura	Caule	Altura	Caule	Altura	Caule
Matriz S1	Máximo	8	1.14	18.2	2.74	49	6.17	85	8.18
	Mínimo	1	0.15	3	0.58	14.6	1.6	24	2.96
	Média	4.06	0.71	10.7	1.68	29.88	3.58	58.68	5.99
	Mediana	4.2	0.73	9.6	1.74	29.4	3.58	59	6
	Desvio P.	1.19	0.19	3.97	0.55	9.72	1.07	15.66	1.38
		30 DIAS		60 DIAS		90 DIAS		120	
		Altura	Caule	Altura	Caule	Altura	Caule	Altura	Caule
Matriz S2	Máximo	8.5	1.17	30	3.54	54.5	5.87	99.5	11.0
	Mínimo	0.8	0.41	5	0.79	8.6	1.41	12.5	2.70
	Média	4.51	0.78	12.58	1.86	26.0	3.17	52.11	5.89
	Mediana	4.1	0.79	11.05	1.68	23.4	3.06	53	5.92
	Desvio P.	1.76	0.16	6.39	0.61	13.40	1.20	20.33	1.89
		30 DIAS		60 DIAS		90 DIAS		120	
		Altura	Caule	Altura	Caule	Altura	Caule	Altura	Caule
Matriz S3	Máximo	7.8	1.48	27.5	3.21	58	5.79	90	8.8
	Mínimo	0.8	0.06	3.5	0.84	5.7	1.29	6.88	2.75
	Media	4.26	0.86	12.0	1.82	29.60	3.41	54.49	5.70
	Mediana	4.0	0.72	11.5	1.89	28.35	3.82	55.95	5.92
	Desvio P.	1.78	0.23	5.88	0.6	13.82	1.21	21.91	1.66

Apêndice 8 - Parâmetros de altura e diâmetro do caule das plântulas de *M. urundeuva* avaliados aos 30, 60, 90 e 120 dias após a emergência (São João do Cariri-PB)

		30 DIAS		60 DIAS		90 DIAS		120	
		Altura	Caule	Altura	Caule	Altura	Caule	Altura	Caule
Matriz SJ1	Máximo	7.80	1.48	27.5	3.21	58	5.79	90	8.8
	Mínimo	0.80	0.06	3.50	0.84	5.7	1.29	6.88	2.75
	Média	3.97	0.70	9.86	1.49	21.60	2.93	45.83	5.10
	Mediana	40	0.72	11.5	1.89	28.35	3.82	55.95	5.92
	Desvio P.	1.78	0.23	5.88	0.6	13.82	1.21	21.91	1.66
		30 DIAS		60 DIAS		90 DIAS		120	
		Altura	Caule	Altura	Caule	Altura	Caule	Altura	Caule
Matriz SJ2	Máximo	9.10	1.47	28.5	3.50	61.10	6.16	101	10.41
	Mínimo	1.08	0.42	3.60	0.62	12.20	1.7	30.5	2.21
	Média	5.20	0.81	14.7	1.81	32.57	3.49	65.72	6.08
	Mediana	4.95	0.78	14.0	1.92	32.85	3.455	67.1	6.35
	Desvio P.	1.55	0.20	6.52	0.65	13.25	1.29	17.66	1.94
		30 DIAS		60 DIAS		90 DIAS		120	
		Altura	Caule	Altura	Caule	Altura	Caule	Altura	Caule
Matriz SJ3	Máximo	9.20	1.28	28.00	2.87	46.90	5.6	84	8.08
	Mínimo	1.80	0.43	4.20	0.78	7.40	1.46	8.5	1.41
	Media	5.24	0.80	13.20	1.86	25.51	3.21	55.58	5.43
	Mediana	5.35	0.80	12.5	1.96	26.70	3.06	59.45	5.54
	Desvio P.	1.79	0.20	5.52	0.54	9.41	0.99	18.52	1.68