INSTITUTO TECNOLÓGICO VALE

VALE

Mestrado Profissional

Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais

DEBORAH LUCIANY PIRES COSTA

VIABILIDADE DE SEMENTES DE ESPÉCIES DE INTERESSE PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS MINERADAS EM CARAJÁS-PA.

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais do Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável (ITV DS).

Orientador (a): Antonio Eduardo Furtini Neto, Dr.

Belém – PA

2017

DEBORAH LUCIANY PIRES COSTA

VIABILIDADE DE SEMENTES DE ESPÉCIES DE INTERESSE PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS MINERADAS, CARAJÁS-PA

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável do Programa de Mestrado Profissional em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais do Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável (ITV).

Data da aprovação: 17/ 02/ 2017.

Banca examinadora:

_____

Antonio Eduardo Furtini Neto, Dr.
Orientador - Instituto Tecnológico Vale (ITV)

_____

Silvio Ramos
Membro interno - Instituto Tecnológico Vale (ITV)

_____

Vinicius Ide Franzini
Membro externo – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C837v

Costa, Deborah Luciany Pires

Viabilidade de sementes de espécies de interesse para recuperação de áreas mineradas, Carajás-Pa / Deborah Luciany Pires Costa-- Belém-PA, 2017.

57 f.: il.

Dissertação (mestrado) -- Instituto Tecnológico Vale, 2017.
Orientador(a): Antonio Eduardo Furtini Neto

1. Recuperação de áreas degradadas. 2. Propagação seminal. 3. Quebra de dormência. Título.

CDD 23. ed. 631.45

DEDICATÓRIA

Dedico a todos os meus mestres, amigos e familiares, em especial à meu amigo e irmão, Eron Pires Costa, que quando em vida sempre me incentivou a evoluir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pelo dom da vida;

Aos meus familiares pelo apoio, educação, amor e carinho;

Ao Instituto Tecnológico Vale pela oportunidade em realizar o Mestrado Profissional;

Ao meu orientador Antonio Eduardo Furtini Neto pela dedicação com a qual me orientou;

Ao pesquisador Silvio Ramos pelo auxílio e orientação;

Ao Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal de Lavras pelo suporte na análise de sementes;

Ao grupo de pesquisa em Recuperação Ambiental do ITV DS pelo apoio durante o mestrado;

À Eronita Pires pelo amor e fundamentação de valores;

À Lara Costa pela amizade, amor, carinho, apoio e compreensão;

À Eronildes Pires, Jean Almeida e Helena Almeida pelo amor, amizade e incentivo;

Aos meus irmãos Kely Pires, Vânia Pires, Keila Pires e Edson Pires pelo amor e dedicação;

Aos meus amados sobrinhos Elen Montelo, Heitor Costa, Júlia Montelo e Iara Guimarães pela alegria, doçura e amor;

Aos amigos de longa data Aline Santos, Diego Domingues, Luciana Barreto, Marina Costa, Milena Machado, Magno Montelo, Rayanne Melo e Tarsila Rocha pelo incentivo, amor e carinho em momentos de dificuldade;

Aos engenheiros agrônomos Amanda Takaki, Ana Cláudia Barros, Juliana Rodrigues, Leandro Carvalho e Watilla Covre pelo companheirismo, amizade e lealdade;

À turma de Mestrado Profissional 2015 do ITV pelo prazer da convivência;

Aos amigos adquiridos durante o curso de Mestrado Beatriz Avernaz, Bruna Bandeira, Elaine Negrão, José Junior, Rafaella Menezes e Sidclay Furtado pelo companheirismo, compressão e amizade;

Aos amigos e colegas do grupo de espiritualidade, pelo incentivo a paciência e resiliência em momentos de dificuldades;

E a todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

“Se não houver frutos, valeu a beleza das flores; se não houver flores, valeu a sombra das folhas; se não houver folhas, valeu a intenção da semente”

(Henfil)

RESUMO

O conhecimento sobre a propagação sexuada de espécies vegetais de ocorrência na Floresta Nacional de Carajás é indispensável para definições de estratégias na recuperação de áreas degradas em função da atividade mineral executada pela empresa Vale S.A na região. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade de sementes de espécies de interesse para recuperação de áreas degradas em Carajás, Pará. Para tanto foram analisadas os lotes de 15 espécies de ocorrência em Carajás, que foram: *Apeiba tibourbou; Bauhinia; forficata; Bauhinia longipedicellata; Bauhinia pulchella; Casearia decandra; Dioclea virgata; Lepidaploa arenaria; Lepidaploa muricata; Mimosa acutistipula; Mimosa camporum; Mimosa pudica; Parkia platycephala; Solanum crinitum; Stryphnodendron pulcherrimum* e *Vernonia ferruginea*. Foi utilizado os métodos do RAS (MAPA, 2009), em que foi avaliado a pureza, biometria, imageamento por raio-X, germinação inicial, superação de dormência (ácido sulfúrico, água quente e desponte de tegumento), temperatura de germinação, teste de tetrazólio e classificação quanto a umidade ao armazenamento (ortodoxas e recalcitrantes). Os resultados mostraram que as espécies *Casearia decandra, Lepidaploa arenaria, Lepidaploa muricata e Vernonia ferruginea* apresentaram baixos níveis de qualidade física. Todas as sementes apresentaram dormência, em que os tratamentos de melhor êxito e respectivo valor de germinação alcançado foram: *P. platycephala*, desponte (98%); *D. virgata*, desponte (94%); *M. pudica,* ácido 10 min (91%); *B. forficata*, desponte (88%); *S. pulcherrimum*, desponte (82%); *M. camporum*, ácido 10 min (81%); *B. pulchella*, ácido 5 min (75%); *M. acutistipula*, água a 80°C (74%) e *B. longipedicellata*, desponte (72%). As espécies *A. tibourbou* e *S. crinitum* não apresentaram resultados satisfatórias nos tratamentos de quebra de dormência. A temperatura de germinação para todas as espécies variaram entre 20 e 30°C. Quanto ao valor cultural (VC), as espécies que se destacaram foram *P. platycephala* e *D. virgata* como os maiores valores, atingidos nos tratamentos com água a 100°C e desponte do tegumento. A viabilidade por meio do teste de tetrazólio foram em todas as espécies avaliadas superiores a 50 %, com destaque as espécies *M. pudica* (91% de emissão de plântulas normais), *M. acutistipula* (86% de emissão de plântulas normais) e *M. camporum* (84% de emissão de plântulas normais). Todas as espécies foram classificadas como sementes ortodoxas.

Palavras-chave: Recuperação de áreas degradadas. Propagação seminal. Quebra de dormência.

ABSTRACT

The knowledge about the sexual propagation of species of occurrence in the Carajás National Forest is indispensable for definitions of strategies in the recovery of degraded areas as a function of the mineral activity carried out by the company Vale S.A in the region. Thus, the objective of this work was to analyze the viability of seeds of species of interest for the recovery of degraded areas in Carajás, Pará. For this, the lots of 15 species of occurrence in Carajás were analyzed, which were: *Apeiba tibourbou; Bauhinia; forficata; Bauhinia longipedicellata; Bauhinia pulchella; Casearia decandra; Dioclea virgata; Lepidaploa arenaria; Lepidaploa muricata; Mimosa acutistipula; Mimosa camporum; Mimosa pudica; Parkia platycephala; Solanum crinitum; Stryphnodendron pulcherrimum* e *Vernonia ferruginea.* Methodology was based on the RAS (MAPA, 2009), in which the purity, biometry, X-ray imaging, initial germination, dormancy exceedance (sulfuric acid use, hot water and tegument rise), germination temperature, tetrazolium test and moisture storage classification were evaluated. Orthodox and recalcitrant). The species *Casearia decandra, Lepidaploa arenaria, Lepidaploa muricata* and *Vernonia ferruginea* showed low levels of physical quality. All seeds presented dormancy, in which the treatments with the best success and respective germination value were: *P. platycephala*, cut integument (98%); *D. virgata*, cut integument (94%); *M. pudica*, 10 min acid (91%); *B. forficata*, cut integument (88%); *S. pulcherrimum*, cut integument (82%); *M. camporum*, 10 min acid (81%); *B. pulchella*, 5 min acid (75%); *M. acutistipula*, water at 80 ° C (74%) and *B. longipedicellata*, cut integument (72%). The species *A. tibourbo*u and *S. crinitum* did not present satisfactory results in treatments of dormancy. The germination temperature for all species varied between 20 and 30 ° C. The germination temperature for all species varied between 20 and 30 ° C. Regarding the cultural value (VC), the species that stood out were *P. platycephala* and *D. virgata* as the highest values, reached in treatments with water at 100 ° C and to rise of the integument. The viability by tetrazolium test was higher than 50% in all species evaluated, with emphasis on *M. pudica* (91% of normal seedlings), *M. acutistipula* (86% of normal seedlings) and *M. Camporum* (84% of normal seedling emission). All species were classified as orthodox seeds.

Keywords: Recovery of degraded areas. Seminal propagation. Dormancy overcoming

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da Serra de Carajás. 27

Figura 2. Percentual de pureza das amostras de quinze espécies vegetais. Valores médios de 2 amostragens. 31

Figura 3. Imagens individuais de sementes de doze espécies vegetais. 32

Figura 4. Imagens das estruturas de dispersão das espécies L. arenaria, L. muricata, V. ferruginea. 33

Figura 5. Imagens de sementes de Apeiba tibourbou, Casearia decandra e Dioclea virgata obtidas por meio de raios-X. SP = semente perfeita; SEMF = semente com embrião mal formado; SSE = semente sem embrião; ES = estrutura podendo conter uma ou duas sementes; EV = estrutura vazia. 34

Figura 6. Imagens de sementes de Bauhinia longipedicellata e Bauhinia pulchella obtidas por meio de raios-X. SP = semente perfeita; SSP = semente com sinais de predação; SEMF = semente com embrião mal formado. * = sinais de predação que não comprometem a viabilidade.....35

Figura 7. Imagens de estruturas de dispersão das espécies Lepidaploa arenaria, Lepidaploa muricata e Vernonia ferruginea obtidas por meio de raios-X. EP = estrutura de dispersão perfeita; ESMF = estrutura de dispersão com semente mal formada; EV = estrutura de dispersão vazia. 35

Figura 8. Imagens de sementes de Mimosa acutistipula, Mimosa camporum e Mimosa pudica obtidas por meio de raios-X. SP = semente perfeita; SSP = semente com sinais de predação; SEPD = semente com embrião pouco denso; SEMF = semente com embrião mal formado. 36

Figura 9. Imagens de sementes de Parkia platycephala, Solanum crinitum e Stryphnodendron pulcherrimum obtidas por meio de raios-X. SP = semente perfeita; SEMF = semente com embrião mal formado; SSE = semente sem embrião; SEPD = semente com embrião pouco denso; SSP = semente com sinais de predação; * = sinais de predação que não comprometem a viabilidade.....37

Figura 10. Germinação Inicial de doze espécies. Percentual de sementes germinadas, duras e mortas. Os valores apresentados são médias de 4 repetições de 25 sementes por tratamento.....38

Figura 11. Germinação das espécies L. arenaria, L. muricata e V. ferruginea. Os valores apresentados são médias de 4 repetições de 25 sementes por tratamento. 39

Figura 12. Superação de dormência de onze espécies (11 lotes). Resultados obtidos de 4 repetições de 25 sementes por tratamento, duração do teste: 30 dias. 40

Figura 13. Valor Cultural (VC) do lote de nove espécies de ocorrência na Floresta de Carajás. 44

Figura 14. Percentual de Plântulas Normais de dez espécies submetidas a diferentes temperaturas no processo germinativo. 46

Figura 15. Resultados do teste de tetrazólio em sementes de nove espécies vegetais. Foram utilizadas 4 repetições de 25 sementes. 48

Figura 16. Imagens de sementes de nove espécies após o teste de tetrazólio. Parte superior da imagem: sementes viáveis. Parte inferior da imagem: sementes inviáveis 49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista de quinze espécies analisadas, com respectivo nome popular, família e hábito. 28

Tabela 2. Tratamentos de superação de dormência aplicados as espécies.....29

Tabela 3. Biometria de sementes de quinze espécies vegetais: comprimento (mm), largura (mm), espessura (mm), diâmetro (mm), massa de 1.000 sementes e número de sementes em 1kg. 31

Tabela 4. Informações de umidade inicial e umidade final (pós armazenamento) de dez espécies. 50

Lista de Siglas

ITV - Instituto Tecnológico Vale

DS – Desenvolvimento Sustentável

RAS - Regras para Análise de Sementes

RAD – Recuperação de áreas degradadas

TCT - 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio

VC – Valor Cultural

UR - Umidade Relativa

°C – graus Celsius

% - percentual

g – grama

kg – quilograma

mm - milímetro

min – minutos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 13
1.1 Objetivos 14
1.2 Problema e Hipótese 14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 15
2.1 Recuperação de áreas degradadas em áreas mineradas 15
2.2 Semente 15
2.2.1 Germinação das sementes 16
2.2.2 Avaliação da Qualidade Fisiológica das Sementes 19
2.3 Espécies Estudadas 21
2.3.1 Apeiba tibourbou 21
2.3.2 Bauhinia forficata 21
2.3.3 Bauhinia longipedicellata 21
2.3.4 Bauhinia pulchella 22
2.3.5 Casearia decandra 22
2.3.6 Dioclea virgata 22
2.3.7 Lepidaploa arenaria 23
2.3.8 Lepidaploa muricata 23
2.3.9 Mimosa acutistipula var. ferrea 23
2.3.10 Mimosa camporum 24
2.3.11 Mimosa pudica 24
2.3.12 Parkia platycephala 25
2.3.13 Solanum crinitum 25
2.3.14 Stryphnodendron pulcherrimum 26
2.3.15 Vernonia ferrugínea 26
3. MATERIAL E MÉTODOS 26
3.1 Características da Área de Estudo 26
3.2 Análises 28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 30
4.1 Qualidade Física das Sementes 30
4.1.1 Pureza 30
4.1.2 Biometria 31
4.1.3 Raio-X 34
4.2 Germinação 37
4.2.1 Germinação Inicial 37
4.2.2 Superação de Dormência 39
4.2.3 Valor cultural 43
4.2.4 Germinação em diferentes temperaturas 45
4.3 Qualidade fisiológica das sementes 47
4.2.5 Viabilidade 47
4.2.6 Classificação fisiológica quanto ao armazenamento 49
4.5 Considerações Finais 50
5. CONCLUSÃO 52
REFERÊNCIAS 52

1. INTRODUÇÃO

As técnicas aplicadas na recuperação de áreas degradadas variam em função das atividades desempenhadas pela ação do homem em determinada área, como agricultura, pecuária, mineração e indústria, entre outras (SOUZA *et al.,* 2016). Entre essas atividades, a mineração tem grande destaque, pois é uma atividade indispensável a vida dos seres humanos, uma vez que é responsável por ter como produto o minério, presente em muitos materiais do nosso cotidiano (SALOMÃO, 2012).

Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor de ferro, conforme a U.S Geological Survey (2015), atrás apenas da Austrália. No contexto nacional este é extraído, na sua maioria, nos Estados de Minas Gerais e Pará. A extração no Pará ocorre no sul do estado, na Serra de Carajás.

Apesar dos benefícios, a atividade de mineração promove a degradação ambiental, caracterizada por ser localizada nas áreas de exploração mineral. Nesse sentido, a recuperação de áreas degradadas é um dos principais meios de compensação utilizados na exploração de minério.

Em um planejamento de recuperação de áreas degradadas o ideal é que a recomposição florística de áreas seja efetuada com espécies nativas, sendo que as espécies endêmicas são de grande relevância nesse processo, uma vez que são peças fundamentais no ecossistema de determinados locais. A informação primordial para o planejamento, é conhecer sobre a propagação dessas espécies, por exemplo, se suas sementes são viáveis e se há alguma resistência de germinação, como dormência, e, qual é a técnica de superação mais viável (SALOMÃO, 2012).

Nos últimos anos, tem havido interesse dos pesquisadores na propagação de espécies nativas, em razão principalmente de exigências legais. Entretanto, com relação ao manejo e análise das sementes da maioria das espécies nativas, ainda existe pouco conhecimento relacionado às condições apropriadas para obtenção da máxima germinação (ALVES *et al*., 2013).

O conhecimento das condições apropriadas para germinação de sementes de uma determinada espécie é de grande importância, uma vez que as respostas são diferenciadas e dependem de diversos fatores, como aqueles relativos aos mecanismos de dormência das sementes e às condições ambientais, como água, luz, oxigênio e temperatura (FIGUEIREDO *et al*., 2011).

Nesse sentindo, considerando que a exploração de minério de ferro é uma atividade em operação na área da Floresta de Carajás, e sabendo que é necessário o planejamento de recuperação de áreas degradadas com a utilização de espécies nativas, um estudo sobre a viabilidade de sementes de espécies da Floresta de Carajás utilizadas na revegetação deste ambiente é indispensável para o sucesso da recuperação ambiental.

1.1 Objetivos

Analisar a viabilidade de lotes de quinze espécies de sementes de interesse para recuperação de áreas degradadas pela mineração em Carajás, Pará.

Os objetivos específicos são:

a) Analisar a qualidade física dos lotes de sementes de quinze espécies de ocorrência na Floresta de Carajás;
b) Analisar a germinação dos lotes de quinze espécies de ocorrência na Floresta de Carajás;
c) Realizar teste de quebra de dormência dos lotes de sementes das espécies que apresentaram resistência na germinação;
d) Quantificar o valor cultural dos lotes de sementes de espécies que ocorrem em Carajás;
e) Avaliar a qualidade fisiológica dessas sementes amostradas.

1.2 Problema e Hipótese

A mineração é uma atividade impactante ao meio ambiente, e a recuperação de áreas degradadas com utilização de espécies nativas é mandatório. Existem diversas espécies de variados hábitos e com potencial de serem utilizadas na recomposição florística das áreas degradadas; entretanto, há poucas informações sobre a propagação seminal destas espécies para sua eficiente propagação. Dessa forma, a hipótese do presente trabalho é que as espécies vegetais que ocorrem em Carajás apresentam potencial ao uso em RAD, e que as mesmas apresentam dormência e possuem germinação diferente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Recuperação de áreas degradadas em áreas mineradas

Segundo o que define a lei 9.985 de 18/07/2000, recuperação é a "reconstituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original", e, assim, a recuperação pode ser entendida como um conjunto de ações necessárias para a que a área volte a estar apta para algum uso produtivo em condições de equilíbrio ambiental (ROMEIRO *et al*., 2014).

Muitos trabalhos científicos apontam como preocupantes os impactos negativos da atividade mineral (CALIXTO JUNIOR *et al*., 2003; LELLES *et al*., 2005). Assim, para garantir o meio ambiente ecologicamente equilibrado, estabelecido pelo Artigo 225 da Constituição Federal de 1988, justificam-se as leis que visam a avaliação dos impactos ambientais, suas obrigações e recomendações para a recuperação ambiental de áreas degradadas.

A revegetação tem sido apontada como uma das principais soluções para a recuperação das áreas degradadas (MORAES *et al*., 2013; STANTURF *et al.,* 2014). Para Salomão (2012) a única maneira de mitigar a maior parte dos impactos negativos é através do restabelecimento de uma cobertura vegetal perene sobre o local modificado.

Na atividade de mineração, que extrai minérios do subsolo, torna-se necessária a supressão da vegetação, o que causa alterações em várias propriedades do solo. Com o término das atividades, geralmente o solo fica revolvido e compactado, aumentando o risco de subsidência e reduzindo a sua capacidade de suporte para o desenvolvimento de propágulos (BARROS *et al.,* 2012).

Um dos aspectos fundamentais na recuperação de áreas degradadas pela mineração é o conhecimento do solo ou substrato onde essa recuperação será conduzida. Os procedimentos específicos dependem essencialmente das propriedades físicas, químicas, biológicas e mineralógicas do solo ou substrato, que deverá apresentar condições adequadas para o desenvolvimento das plantas (PATRÍCIO, 2009).

2.2 Semente

A semente, palavra do latim seminilla, diminutivo de semen, esperma, é o órgão responsável pela dispersão e perpetuação das espermatófitas, plantas que as produzem. O termo semente é utilizado para designar um óvulo maduro e já

fecundado das gimnospermas ou angiospermas, possuindo um eixo embrionário em algum estágio de desenvolvimento, material de reserva alimentar e um envoltório protetor, o tegumento (MORAES, 2007).

As funções das sementes relacionam-se com a dispersão e a sobrevivência de plantas sob condições favoráveis ou desfavoráveis, como extremos de temperatura (até certos limites) e de seca (DAMIÃO FILHO; MÔRO, 2001).

A semente das angiospermas é composta por três partes principais: o endosperma, o embrião (a fonte de nutrientes armazenados) e um revestimento de proteção de sementes. O embrião e endosperma são produtos distintos da dupla fecundação, enquanto o tegumento tem uma origem (ovular) materna. O endosperma pode ser transitório e como tal, pode se degenerar completamente antes que a semente se torne inativa. Nesse caso, apenas o embrião contém reservas de alimentos, como por exemplo proteínas, amido e óleos. Na maioria das plantas com flores, o endosperma tende a permanecer (POPINIGIS, 1985).

A proporção do volume ocupado pelo embrião e endosperma na semente madura, varia entre as diferentes plantas. Na maioria das monocotiledôneas o endosperma é preservado em sementes dormentes, e se torna a fonte de nutrientes para o embrião na semente germinar. O tegumento em sementes maduras é seco, e geralmente consiste de células mortas. O desaparecimento de diferentes camadas do tegumento ocorre de forma assíncrona em uma semente em desenvolvimento (POPINIGIS, 1985).

Em frutos simples sem sementes, onde o embrião é protegido pelo pericarpo, o tegumento é muitas vezes obliterado ou aparece como uma fina membrana, desestruturado entre o embrião e o pericarpo. Durante a dessecação de sementes na fase final de sua maturação, o relevo da superfície da semente, ou micromorfologia, adquire um padrão característico que é estável e específico (POPINIGIS, 1985).

2.2.1 Germinação das sementes

A germinação é um fenômeno biológico que pode ser considerado botanicamente como a retomada do crescimento do eixo embrionário, com o consequente rompimento do tegumento pela radícula. Para os especialistas de sementes, a germinação é reconhecida como tal, desde que as plântulas apresentem tamanho suficiente para que se possa avaliar a normalidade de suas partes e a sua possibilidade de sobrevivência (LABOURIAU, 1983).

Uma vez dispersa da planta mãe, a semente representa um organismo autônomo, sendo que a continuidade do desenvolvimento do embrião dependerá de uma série de fatores, seja da própria semente, seja do ambiente. Para que o crescimento do embrião possa ser retomado, isto é, para que ocorra a germinação, primeiramente é preciso que as condições dos ambientes químico e físico sejam favoráveis a esse processo. Assim, por exemplo, é necessário que a disponibilidade de água, a temperatura e a concentração de oxigênio no meio não limitem o metabolismo germinativo (MORAES, 2007).

Uma semente quiescente é aquela que inicia e completa o processo germinativo quando não existe insuficiência de fatores do ambiente e não há a presença de elementos tóxicos (como indicadores químicos capazes de impedir a germinação. Em suma, desde que não haja restrição do meio, uma semente quiescente germinará em um período relativamente curto, produzindo uma plântula. Constatou-se que algumas sementes não germinam mesmo quando colocadas em condições ambientais aparentemente favoráveis, tais semente denominadas dormentes, apresentam alguma restrição interna ou sistêmica à germinação, restrição esta que deve ser superada a fim de que o processo germinativo ocorra. Assim, a dormência em sementes é causada por um bloqueio situado na própria semente ou na unidade de dispersão, ao contrário da quiescência, que é provocada pela ausência ou insuficiência de um ou mais fatores externos necessários à germinação (FRANZIN *et al*., 2004).

Em suma, tendo-se uma semente viável em repouso, por quiescência ou dormência, quando são satisfeitas todas as condições externas (do ambiente) e internas (intrínseca do órgão), ocorrerá o crescimento do eixo embrionário, o qual conduzirá à germinação. Por isso, do ponto de vista fisiológico, germinar é simplesmente sair do repouso e intensificar a atividade metabólica (FRANZIN *et al*., 2004).

Existem dois tipos de dormência de sementes, quem são dormência imposta pela casca ou outros tecidos que circundam o embrião e a dormência inerente ao embrião (fisiológica). A primeira é imposta sobre o embrião pelo tegumento da semente ou por outros tecidos que o circunda, tais como endosperma, pericarpo ou órgãos extraflorais. Essa dormência é também referida como dormência física ou tegumentar. O embrião de tais sementes germina prontamente na presença de água e oxigênio, desde que o tegumento ou outros tecidos que o circundam sejam

removidos ou, de alguma forma, danificados (escarificação química com ácidos ou física com lixas) (BEWLEY, 1994).

A segunda, que é dormência do embrião (dormência fisiológica ou endógena), é inerente ao embrião e não é devida a alguma influência do tegumento ou de outro tecido da semente. Este tipo de dormência é devido, provavelmente, à presença de inibidores, especialmente o ABA, bem como da ausência de promotores, tal como as giberelinas. A perda da dormência é frequentemente associada a uma nítida queda na relação ABA/GAs. O ABA parece inibir a síntese de enzimas hidrolíticas dependentes de GAs, como por exemplo, a enzima α-amilase (BEWLEY, 1994).

A dormência pode ser classificada, também, como primária e secundária. As sementes que são liberadas da planta no estado dormente exibem dormência primária. Em contraste, outras sementes são não dormentes quando inicialmente dispersas da planta mãe, mas elas podem ser induzidas à dormência se as condições para a germinação forem desfavoráveis. Tais sementes exibem a dormência induzida ou secundária (BEWLEY, 1994).

Sob o ponto de vista morfológico, distinguem-se dois tipos de germinação: epígea (epi - acima de; geo - terra) e a germinação hipógea (hypo - abaixo de). No caso da germinação hipógea, há maior desenvolvimento do epicótilo, de forma que os cotilédones permanecem abaixo do nível do solo. Na germinação epígea, ao contrário da hipógea, há maior desenvolvimento do hipocótilo, de forma que os cotilédones do embrião são elevados acima da superfície do solo. Neste tipo de germinação, frequentemente há formação de uma alça na extremidade do hipocótilo, próximo ao nó cotiledonar, de maneira a facilitar o levantamento dos cotilédones acima do nível do solo, permitindo a saída da parte aérea, sem injúria (DAMIÃO FILHO; MÔRO, 2001).

As sementes são classificadas em dois grupos distintos com relação ao comportamento no armazenamento. No primeiro estão as ortodoxas, que se mantém viáveis após dessecação até um grau de umidade em torno de 5% e podem ser armazenadas sob baixas temperaturas por um longo período. No segundo grupo têm-se as recalcitrantes, ou sementes sensíveis à dessecação, que não sobrevivem com baixos níveis de umidade, o que impede o seu armazenamento por longo prazo (SILVA *et al.*, 2010).

2.2.2 Avaliação da Qualidade Fisiológica das Sementes

Para a semente ser considerada de alta qualidade, deve ter características fisiológicas e sanitárias, tais como altas taxas de vigor, de germinação e de sanidade, bem como garantia de purezas física, e não conter sementes de ervas daninhas (FRANZIN *et al*., 2004).

Os fatores que influenciam a qualidade da semente, pode ocorrer durante a fase de produção no campo, na operação de colheita, na secagem, no beneficiamento, no armazenamento, no transporte e na semeadura, por isso deve estabelecer um controle de qualidade, que engloba a análise e certificação da semente visando garantir a pureza genética dos cultivares assegurando assim ao agricultor um lote puro e com alto vigor, podendo estabelecer um estande uniforme no campo (FRANZIN *et al*., 2004).

Os testes de germinação realizados em laboratórios de análise de sementes, seguem instruções detalhadas apresentadas nas Regras para Análise de Sementes, editadas em diversos países, dentre os quais no Brasil, e por organizações internacionais, como a International Seed Testing Association (ISTA) e a Association of Official Seed Analysts (AOSA) (SILVA *et al.*, 2010).

O teste de vigor de uso mais comum em espécies florestais é o índice de velocidade de germinação (IVG). Este teste baseia-se no princípio de que os lotes que apresentam maior velocidade de germinação das sementes são os mais vigorosos, ou seja, há uma relação direta entre a velocidade de germinação e o vigor das sementes. Este teste pode ser estabelecido conjuntamente com o teste de germinação, obedecendo as prescrições e as recomendações contidas nas regras para análise de sementes (BRASIL, 2009).

Outro teste que também é utilizado na avaliação da qualidade fisiológica das sementes é o teste da massa seca e/ou fresca das plântulas, sendo que as amostras que apresentam maiores valores de matéria seca e fresca de plântulas são consideradas mais vigorosas. Com o mesmo conceito de avaliação de vigor, outro teste utilizado é o da determinação do comprimento médio de plântulas normais, tendo em vista também que amostras que apresentam os maiores valores médios são também as mais vigorosas (MORAES, 2007).

Outro indicador de qualidade de sementes que é comumente utilizado é p o valor cultural, em que serve como indicativo de qualidade. Após tantos anos do estabelecimento do índice de Valor Cultural (VC) com base para a comercialização de

sementes de forrageiras, ainda existem inúmeros pecuaristas que não o utilizam adequadamente como critério para a aquisição de sementes (BRASIL, 2012).

O VC considera duas das principais características de qualidade das sementes: a porcentagem da pureza física do lote (P) e a germinação (G), e determina a quantidade de sementes recomendada por área para a semeadura. Quanto maior o VC, melhor a qualidade das sementes e consequentemente, menor será a quantidade necessária no plantio (BRASIL, 2012).

O teste de tetrazólio, desenvolvido por Lakon em 1939 e posteriormente aperfeiçoado e divulgado por Moore em 1972, baseia-se na atividade das desidrogenases nos tecidos vivos. Estas enzimas catalisam reações respiratórias nas mitocôndrias durante a glicólise e o ciclo de Krebs. Estas enzimas, particularmente a desidrogenase do ácido málico, reduzem o sal de tetrazólio (2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio ou TCT) nos tecidos vivos (FRANÇA NETO *et al.* 1998).

Quando a semente é imersa na solução incolor de TCT, esta é difundida através dos tecidos, ocorrendo nas células vivas a reação de redução que resulta na formação de um composto vermelho, estável e não-difusível, conhecido por trifenilformazan.

Quando o TCT é reduzido, formando o trifenilformazan, isto indica que há atividade respiratória nas mitocôndrias, significando que há viabilidade celular e do tecido. Portanto, a coloração resultante da reação é uma indicação positiva da viabilidade através da detecção da respiração a nível celular. Tecidos não viáveis não reagem e consequentemente não são coloridos (FRANÇA NETO *et al.* 1998).

Sendo o tecido vigoroso, haverá a formação de um vermelho carmim claro; se o tecido está em deterioração, um vermelho mais intenso será formado, em virtude da maior intensidade de difusão da solução de TCT pelas membranas celulares comprometidas de tais tecidos; se o mesmo é não viável, a redução do sal não ocorrerá, e o tecido morto contrastará como branco (não colorido) com o tecido colorido viável. A observação das diferenças de cor, juntamente com o conhecimento de diversas características das sementes permitem a determinação da presença, da localização e da natureza dos distúrbios que podem ocorrer nos tecidos embrionários (FRANÇA NETO *et al.* 1998).

2.3 Espécies Estudadas

2.3.1 Apeiba tibourbou

Apeiba tibourbou é uma espécie arbórea pertencente à família Tiliaceae, que ocorre desde o Norte do Brasil até Minas Gerais e São Paulo, amplamente distribuída pelos biomas da Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica. Popularmente é conhecida como pau-de-jangada, pente-de-macaco, embira-branca ou jangadeira (GUEDES *et al*, 2011). É perenifólia, de porte médio conhecida como indicadora de estágios médio e avançado de regeneração da vegetação de transição entre restinga e outros tipos vegetacionais.

É uma espécie pioneira utilizada em recuperação de áreas degradadas, e geralmente é encontrada em matas secundárias e de galeria. É vastamente utilizada no mercado de paisagismo e madeira, em que as folhas e frutos decorativos potencializam o uso dessa árvore no mercado ornamental (GUEDES *et al*, 2011)

2.3.2 Bauhinia forficata

A *Bauhinia forficata*, popularmente conhecida por pata-de-vaca, mororó ou unha-de-vaca, é uma árvore medicinal pertencente à família *Leguminosae*, subfamília *Caesalpinioideae*. Essa espécie ocorre no bioma Caatinga e é classificada como pioneira e de rápido crescimento (SILVA *et al*., 2012). É uma arvoreta caducifólia, com 4 a 10 m de altura e com 10 a 20 cm de DAP, podendo atingir até 20 m de altura e 30 cm de DAP, na idade adulta. Apresenta tronco tortuoso, curto e delgado, tem ramificação cimosa, copa arredondada ou estendida e aberta. As cascas têm espessura de até 7 mm, sua cor externa é cinza-escura, lisa ou finamente fissurada, e a casca interna é branca e fibrosa.

No aspecto paisagístico, as flores apresentam beleza, podendo ser empregada como espécie ornamental, nos parques e jardins. É utilizada no reflorestamento para recuperação ambiental, para recuperação de ecossistemas degradados, revegetação de terrenos erodidos e recuperação de mata ciliar em locais com inundações periódicas de rápida duração ou período de encharcamento leve (MARQUES *et al.,* 2013).

2.3.3 Bauhinia longipedicellata

A *Bauhinia longipedicellata* é uma espécie da família das leguminosas (subfamília *Caesalpinioideae*), com mais de 300 espécies, sendo que no Brasil encontram-se cerca de 200 espécies. Pertence a esse gênero a unha-de-vaca ou

casco-de-vaca *(Bauhinia forficata*), árvore ornamental muito utilizada no paisagismo e na arborização urbana (COELHO; MIRANDA; MITJA, 2013), ou seja, é utilizada em recuperação de áreas degradadas urbanas.

2.3.4 Bauhinia pulchella

A *Bauhinia pulchella* pertence à família *Leguminosae* (subfamília *Caesalpiniaceae*), é conhecida popularmente como pata-de-bode e catingueira. Sua importância para a biodiversidade do Brasil é considerável, tendo em vista ser encontrada apenas no país, sendo encontrada nos estados do Ceará, Maranhão, Rio Grande do Norte, Bahia e Piauí da região Nordeste. Na região Centro-Oeste pode ser encontrada nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, chegando até o estado de Rondônia na região Norte (CARVALHO, 2014).

É uma arvoreta ou arbusto, com folhas bilobadas, estipulas rudimentares, inflorescência até 15 cm comprimento (CARVALHO, 2014). Não há registro sobre uso desta na recuperação de áreas degradadas.

2.3.5 Casearia decandra

A *Casearia decandra* pertence à família *Salicaceae*, conhecida popularmente como guaçatunga, cabroé, cambroé, pau-delagarto, cafezeiro-do-mato ou cafezeiro. É nativa do Brasil e ocorre nos ambientes da Amazônia, Cerrado, Floresta das Araucárias, Mata atlântica e Pantanal. Ocorre também em toda a América central e do Sul desde Honduras, descendo pelo canal do Panamá até a Bolívia e Argentina. Os seus frutos são comestíveis e muito procurados pelas aves, que são responsáveis pela dispersão das sementes (THADEO *et al*., 2009).

Casearia decandra Jacq. é uma espécie pioneira de ampla ocorrência em todo Brasil, com potencial de uso para recuperação ambiental devido ao seu rápido crescimento e por ser atrativa à fauna (abelhas e aves) (THADEO *et al*., 2009).

2.3.6 Dioclea virgata

A *Dioclea virgat*a (Rich.), pertencente à família *Leguminosae*, subfamília das *Papilionoideae*, conhecida vulgarmente como cipó-pixuma ou feijão-de-boi. Sua ocorrência já foi confirmada na Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (MOTA *et al.,* 2011).

Essa planta é facilmente reconhecida pela flor com as alas elípticas, e a quilha fortemente fimbriada no ápice, os frutos plano e as sementes marmoradas são completamente distintas das demais espécies. Quantos as características a *Dioclea*

Virgata, possui ramos lignosos, cilíndricos, folhas compostas e trifolioladas (MOTA *et al.,* 2011).

2.3.7 Lepidaploa arenaria

A *Lepidaploa arenaria* pertence à família *Asteraceae*, é um arbusto, nativa do Brasil, não endêmica. A ocorrência dessa espécie já foi confirmada no Norte (Amazonas, Pará, Rondônia, Tocantins), Nordeste (Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Sergipe), Centro-oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso), Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) e Sul (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina) (QUEIROZ *et al*., 2012).

Em termos de uso econômico, não há informações específicas desta espécie, mas sim sobre o gênero *Lepidaploa sp, que é* utilizado na semeadura direta de áreas de recuperação de serrados.

2.3.8 Lepidaploa muricata

A *Lepidaploa muricata*, semelhante a espécie anterior, pertence à família botânica *Asteraceae*, é um arbusto, que ocorre do norte ao sul do Brasil, é nativa e não endêmica, estando presente nos biomas Amazônia, Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica (QUEIROZ; CARDOSO FERREIRA, 2012).

Em termos de importância, é usada na recuperação de áreas degradadas. E assim como a espécie do tópico anterior, o conhecimento é geral sobre *Lepidaploa sp, que é também* utilizada na semeadura direta de áreas de recuperação de serrados.

2.3.9 Mimosa acutistipula var*. ferrea*

A *Mimosa acutistipula* é arbusto que pertence à família das *Leguminosae* (subfamília *Mimosodeae*), havendo poucas informações sobre essa espécie. A espécie utilizada no presente trabalho é a *Mimosa acutistipula* var. *ferrea* Barneby, que segundo Silva *et al* (1996) tem característica próximo da *M. acutistipula var. nigra, que ocorre nas* Caatingas do Piauí, popularmente conhecida como "jureminha (CNCFLORA, 2012).

A espécie é endêmica do Brasil, ocorrendo nos Estados do Pará, Maranhão e Mato Grosso. É considera endêmica da região da Serra dos Carajás e uma das mais importantes no estrato arbóreo-arbustivo e também no estrato inferior (CNCFLORA, 2012).

Na época do período chuvoso, é comum indivíduos de *Mimosa acutistipula* var. *ferrea* revelarem uma acentuada tendência a ocupar espaços nos Campos Rupestres,

podendo distribuir-se de maneira espaçada ou em grupos, formando touceiras, "linhas contínuas" ou vigorosas subpopulações (SILVA *et al*., 1996).

A espécie é grande acumuladora de nitrogênio, que pode ter contribuído ou tenha disso o principal fator na diferenciação genética que resultou no aparecimento desta variedade (SILVA, 1992). É considerada "Vulnerável" pela Lista de Espécies Ameaçadas do Pará (COEMA-PA, 2010).

Dessa forma, qualquer característica no sentido de reter água dentro do corpo da planta é muito vantajosa, configurando-se em carácter adaptativo às pressões seletivas ambientais. Além do nitrogênio, a espécie apresenta tolerância também ao ferro, níquel e cromo (SILVA, 1992).

2.3.10 Mimosa camporum

A *Mimosa camporum* tem porte de arbusto e pertence à família das *Leguminosae* (subfamília *Mimosodeae*), sendo que no Brasil ocorrem 358 espécies, das quais 265 são endêmicas. É uma planta subarbustiva, ereta, caule lignoso, folhas são bipinadas, tem flor séssil, monoica e pequena, em que o fruto é craspédio, séssil, plano, oblongon e híspido (DUTRA; MORIM 2015).

2.3.11 Mimosa pudica

É um pequeno arbusto perene da América tropical, pertencente à família *Leguminosae*, que cresce facilmente em qualquer tipo de solo. A *Mimosa pudica* é conhecida popularmente como dormideira, malícia, sensitiva ou dorme-dorme, sendo que estes nomes se devem ao fato de que suas folhas quando tocadas se fecham imediatamente. As folhas se fecham também quando há muito sol, quando anoitece e quando há muito vento (PAULA, 2013).

No Brasil, ocorrem diversas espécies de plantas parecidas, muitas também com as características de folhas sensitivas. Apresenta folhas geralmente com pares de pinas, com 12 pares de folíolos cada pina. Nos ramos geralmente tem um par de acúleos (PAULA, 2013).

Muitas das características que fazem com que esta espécie seja considerada invasora de culturas agrícolas também a torna ideal para estágios iniciais de recuperação ambiental. Entre elas estão sua resistência, rusticidade e adaptação à grande variedade de solos. Além disso, é fixadora de nitrogênio, apresenta enraizamento de suas partes aéreas que tocam o solo, e seu crescimento não impede o estabelecimento de outras espécies (PAULA, 2013).

2.3.12 Parkia platycephala

Parkia platycephala é conhecida popularmente como faveira-de-bolota ou visgueiro, pertencente à família *Leguminosae* (subfamília *Mimosoidea*e). Distribui-se geograficamente na região nordeste em áreas de transição para caatinga, em regiões elevadas (900 m), principalmente nos Estados do Pará, Maranhão, Piauí, Ceará e norte da Bahia (SILVA *et al*., 2017).

A *Parkia platycephala* é uma planta de porte arbóreo podendo atingir até 18m de altura. Apresenta copa com ramificações longas podendo atingir o solo devido a presença de tronco curto. A inflorescência apresenta-se em forma globosa de coloração avermelhada suspensa em longos pedúnculos. Os frutos são vagens que quando maduras podem ser empregadas na alimentação de ovinos e bovinos (NASCIMENTO *et al.,* 2009).

Pode ser utilizada na recuperação de áreas de degradadas, explorando a característica da conformação da copa, que permite o desenvolvimento de espécies secundárias tardias até atingir a comunidade clímax. A árvore, devido à sua exuberância, é utilizada na arborização paisagística, sendo recomendado o seu plantio em parques e praças (NASCIMENTO *et al*., 2009).

2.3.13 Solanum crinitum

Solanum crinitum é conhecida popularmente como joá-bravo, ocorre como arbusto a arvoreta e tem distribuição na América do Sul, desde o sul do Brasil até a Colômbia (CORNELIUS *et al.,* 2004). Espécies de Solanum de forma geral são geralmente vistosas, revelando maior capacidade de desenvolvimento que as demais espécies do meio.

No Brasil, é encontrada nas Regiões Norte, Nordeste e Sudeste, em áreas de semi-árido, cerrado, restingas e campos rupestres (AGRA, 2007). Na Paraíba, é uma espécie rara e ameaçada de extinção por causa da expansão imobiliária. Normalmente, é pioneira na invasão de clareiras em floresta, pastos e áreas agrícolas abandonadas na Amazônia Brasileira, sendo a fácil aclimatação uma das características da espécie (AGRA *et al*. 2009).

Solanum crinitum produz frutos com potencial alelopático associado à presença dos alcalóides glicosilados espirosolanos, como a solamargina e a solasonina, que suprimem o crescimento de sementes de outras espécies (CORNELIUS *et al.,* 2004). Em função dessa característica, a maioria dos estudos mais recentes com a espécie se concentra na área de alelopatia.

2.3.14 Stryphnodendron pulcherrimum

A *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr. é conhecida popularmente como muanza, barbatimão, caubi, faveira-camunze, favinha ou paricazinho. Pertence À família das Leguminosae, é uma árvore de dossel ou sub-bosque, perenifólia, de porte médio e característica de florestas de terra seca da Amazônia e Mata Atlântica (PEREIRA *et al.,* 2016).

É uma espécie pioneira utilizada na recuperação de áreas degradadas, como árvore de rápido crescimento para sombreamento e com capacidade de fixar nitrogênio. Geralmente encontrada em terrenos altos, bem drenados e de fertilidade média, é valorizada como ornamental, fonte de madeira e de lenha (PEREIRA *et al.,* 2016).

2.3.15 Vernonia ferrugínea

A *Vernonia ferruginea* Less pertence à família Asteraceae, é conhecida popularmente como assa-peixe, assa-peixedo-pará e assa-peixe-de-santana. Esta planta é nativa do Brasil, ocorrendo na maior parte do território, exceto na região Sul, porém muito comum nos estados de Mato Grosso e Pará (YAMASHITA; ALBERGUINI, 2011).

É uma espécie perene, floresce nos meses de agosto a outubro e frutifica de novembro a março. Reproduz-se por sementes, que se dispersam por aquênios. É pouco exigente em relação ao solo, sendo muito competitiva em áreas de cerrado (YAMASHITA; ALBERGUINI, 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Características da Área de Estudo

As sementes, divididas em lotes, foram coletadas na Serra de Carajás, sudeste da Amazônia (6°25’0” S – 6°20’0” S e 50°25’0” W - 50°17’30” W) (Figura 1), e também adquiridas pelo Instituto Tecnológico Vale, através da Cooperativa dos extrativistas da Flona de Carajás (COEX).

A região é caracterizada pelo amplo predomínio de rochas atribuídas ao Grupo Grão Pará, constituído por sequências vulcano-edimentares, que abrangem os numerosos depósitos de minério de ferro da Serra dos Carajás (VASQUEZ; ROSA-COSTA, 2008).

Esta região está situada em um corredor seco que atravessa a Amazônia (NW-SE), onde a precipitação anual varia entre 1.350 a 1.900 mm/ano, é inferior às áreas adjacentes (1.900-2.400 mm/ano) (MORAES *et al*., 2005). O clima, segundo a classificação climática de Köppen, é tropical úmido do tipo Awi, com temperaturas entre 25 e 26°C (ALVARES *et al*., 2013). A evaporação acumulada anual situa-se entre 800 e 1200 mm. O período de maior evaporação está compreendido entre os meses de junho e outubro e entre dezembro e março tem-se as menores taxas de evaporação (FISCH *et al*., 1998).

A cobertura vegetal da região é representada pela floresta ombrófila densa e aberta, com ocorrência de floresta decidual. As áreas de florestas são interrompidas por vegetação de canga ou campos rupestres, que se desenvolve sobre formações ferríferas e resulta da combinação do controle edáfico devido à fina camada de solo e altitude. Esta vegetação é um tipo de savana, dividida por Porto e Silva (1989) em campos naturais, vegetação xerofítica e capões de floresta.

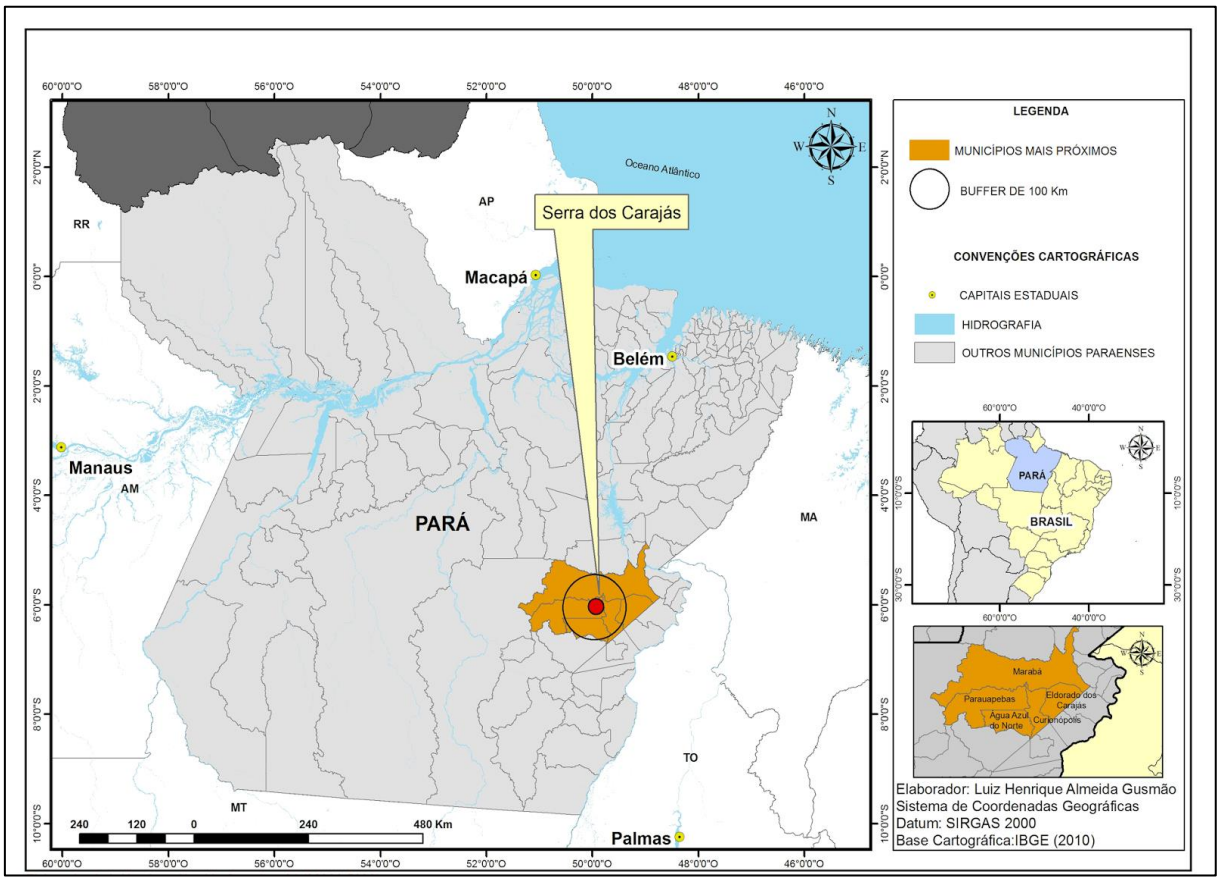


Figura 1. Localização da Serra de Carajás.
Org.: Gusmão, L. H.A. (2015).

3.2 Análises

As análises de viabilidade dos lotes das sementes coletadas foram realizadas segundo a metodologia estabelecida no manual de Regras de Análises de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), e foram realizadas no Laboratório de Sementes Florestais da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. Foram analisados lotes de quinze espécies de cinco famílias com hábitos diferenciados (Tabela 1).

Tabela 1. Lista de quinze espécies analisadas, com respectivo nome popular, família e hábito.

Nome científico	Nomes populares	Família	Hábito
Apeiba tibourbou	Pau-de-jangada, cortiça, embira-branca, jangadeira ou pente-de-macaco	*Malvaceae*	Árvore
Bauhinia forficata	Pata-de-vaca, casco-de-vaca ou bauínia	*Leguminosae (Fabaceae)*	Árvore
Bauhinia longipedicellata	Bauínia, pata-de-vaca ou unha-de-boi	*Leguminosae (Fabaceae)*	Árvore
Bauhinia pulchella	Mororó, pata-de-vaca ou unha-de-boi	*Leguminosae (Fabaceae)*	Arbusto
Casearia decandra	Pau-de-lagarto ou cafezeiro-do-mato	*Salicaceae*	Árvore
Dioclea virgata	Cipó-pixuma ou feijão-bravo	*Leguminosae (Fabaceae)*	Trepadeira lenhosa
Lepidaploa arenaria	Lepidaploa	*Asteraceae*	Arbusto
Lepidaploa muricata	Lepidaploa	*Asteraceae*	Arbusto
Mimosa acutistipula	Jurema-vermelha	*Leguminosae (Fabaceae)*	Arbusto
Mimosa camporum	Mimosa	*Leguminosae (Fabaceae)*	Subarbusto
Mimosa pudica	Dormideira, não-me-toque, sensitiva, dorme-dorme	*Leguminosae (Fabaceae)*	Subarbusto
Parkia platycephala	Faveira ou fava-de-boi	*Leguminosae (Fabaceae)*	Árvore
Solanum crinitum	Jurubeba	*Solanaceae*	Trepadeira lenhosa
Stryphnodendron pulcherrimum	Barbatimão, falso-barbatimão, favinha	*Leguminosae (Fabaceae)*	Árvore
Vernonia ferruginea	Assa-peixe	*Asteraceae*	Arbusto

Org.: A autora.

As análises realizadas foram: pureza, biometria, imageamento por raio-x, teste de germinação, teste de superação de dormência, testes de germinação em mesa termogradiente, teste de tetrazólio e análise de tolerância à dessecação e ao armazenamento.

Para os lotes das espécies *Lepidaploa arenaria, Lepidaploa muricata e Vernonia ferrugínea,* foi necessário realizar o procedimento de depuração, segundo a metodologia determinada pelo RAS (BRASIL, 2009), pois, os lotes possuíam estruturas de dispersão (frutos do tipo aquênio contendo as sementes em seu interior) e uma grande proporção de material inerte (fragmentos vegetais). Para calcular o

percentual final da pureza do lote de sementes, multiplicou-se o percentual encontrado na depuração do lote pelo percentual de pureza encontrado na análise de pureza.

Após o teste de germinação inicial, algumas espécies apresentaram dormência em suas sementes e, assim foram submetidas a métodos para sua superação. As metodologias foram ajustadas a cada espécie, e, de forma geral, utilizou-se três principais técnicas: contato com ácido sulfúrico, água quente e corte do tegumento - desponte (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos de superação de dormência aplicados as espécies.

Espécies	**Tratamento Com Temperatura**	**Tratamento Com Ácido Sulfúrico**	**Desponte**
Apeiba tibourbou	Imersão em água a 80°C e permanência até a água atingir a temperatura ambiente.	Imersão em ácido sulfúrico concentrado por 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos, seguida de lavagem em água corrente.	
Bauhinia forficata	Imersão em água fervente (100°C) e permanência até a água atingir a temperatura ambiente.	Imersão das sementes em ácido sulfúrico concentrado por 5 minutos.	Desponte das sementes com cortador de unha (sementes cortadas uma a uma).
Bauhinia longipedicellata; Dioclea virgata; Parkia platycephala	Imersão em água fervente (100°C) e permanência até a água atingir a temperatura ambiente.	Imersão em ácido sulfúrico concentrado por 10 minutos, seguida de lavagem em água corrente.	Desponte das sementes com cortador de unha (sementes cortadas uma a uma).
Bauhinia pulchella	Imersão em água fervente (100°C) e permanência até a água atingir a temperatura ambiente.	Imersão em ácido sulfúrico concentrado por 5 minutos.	
Mimosa acutistipula; Solanum crinitum	Imersão em água a 80°C e permanência até a água atingir a temperatura ambiente.	Imersão em ácido sulfúrico concentrado por 7 minutos.	
Mimosa camporum	Imersão em água a 80°C e permanência até a água atingir a temperatura ambiente.	Imersão em ácido sulfúrico concentrado por 5 e 10 minutos.	
Mimosa pudica	Imersão em água a 80°C e 100 °C em permanência até a água atingir a temperatura ambiente.	Imersão em ácido sulfúrico concentrado por 10 minutos, seguida de lavagem em água corrente.	
Stryphnodendron pulcherrimum	Imersão em água fervente (100°C) e permanência até a água atingir a temperatura ambiente.	Imersão em ácido sulfúrico concentrado por 25 minutos, seguida de lavagem em água corrente.	Desponte das sementes com cortador de unha (sementes cortadas uma a uma).

Org.: A autora.

O método para determinação do VC foi utilizado segundo boletim técnico de produção de sementes forrageiras BRASIL (2012). Em que se utilizou a seguinte equação:

$$VC = \frac{P * G}{100}$$

Em que, P representa pureza do lote de semente (%) e G representa a taxa de germinação (%).

Para a classificação fisiológica quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento, foi aplicado o protocolo de Hong e Ellis (1996). As sementes foram caracterizadas quanto à umidade e germinação iniciais. Em seguida foram submetidas à secagem em telas de nylon perfuradas no interior de higrostato, com sílica gel no fundo (UR = 13-15%), a 20°C por 8 dias.

Utilizou-se o critério em que sementes ortodoxas são aquelas que podem ser secas a baixos graus de umidade (até 5%).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo foram organizados em três tópicos: qualidade física, germinação e qualidade fisiológica das sementes. Em termos físicos, foram avaliadas a pureza das amostras, biometria e estrutura física por meio de imageamento com raio-X. Na germinação foram incluídas a germinação inicial, superação de dormência e a temperatura germinativa. Na qualidade fisiológica foram avaliadas as análises de tetrazólio e a classificação ao armazenamento em função da umidade das sementes.

4.1 Qualidade Física das Sementes

4.1.1 Pureza

Dos lotes de espécies analisadas, destacam-se *Lepidaploa arenaria, Lepidaploa muricata e Vernonia ferrugínea* com percentual de pureza extremamente baixo, com valores 7,07%, 9,09% e 5,77%, respectivamente (Figura 2). Estas espécies, no processo de aplicação da metodologia de pureza tiveram que passar por depuração. Em contrapartida, as demais espécies apresentaram pureza acima de 50%, e variaram de 58,77% a 100%, com destaque para a *Bauhinia longipedicellata, Dioclea virgata e Parkia platycephala,* que apresentaram 100% de pureza nas

amostras, ou seja, não houve presença de material inerte ou sementes de outras espécies (Figura 2).

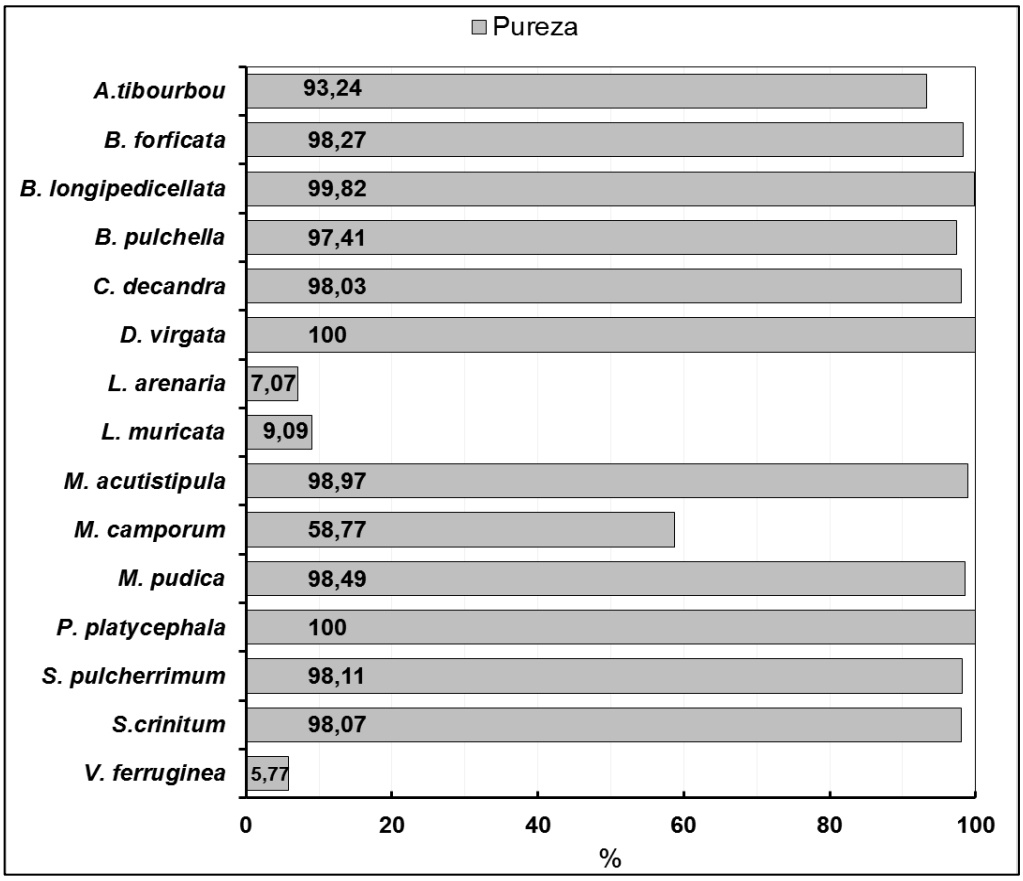


Figura 2. Percentual de pureza das amostras de quinze espécies vegetais. Valores médios de 2 amostragens.

4.1.2 Biometria

Quanto a biometria das sementes estudadas (Tabela 3 e Figura 3), considerando o comprimento das sementes, a maior espécie foi *B. longipedicellata,* e a menor a *V. ferruginea*. Quanto a largura, a maior foi *B. forficata* e a menor foi a *M. pudica.* Em termos de espessura, a maior foi a C. decandra e a menor foi a *M. acutistipula*.

Tabela 3. Biometria de sementes de quinze espécies vegetais: comprimento (mm), largura (mm), espessura (mm), diâmetro (mm), massa de 1.000 sementes e número de sementes em 1kg.

Espécies	**Comprimento* (mm)**	**Largura* (mm)**	**Espessura* (mm)**	**Massa (g) de 1.000 sementes****	**Sementes/kg**
A.tibourbou	4,04	3,35	1,21	3,8	264.813
B. forficata	9,17	7,19	2,45	117,5	8.508
B. longipedicellata	10,16	6,98	2,29	121,5	8.234
B. pulchella	5,46	4,36	2,94	48,8	20.486
C. decandra	9,49	6,32	5,72	118,0	8.472
D. virgata	9,63	5,99	3,84	165,5	6.042
M. acutistipula	4,45	3,72	0,82	10,1	99.428
M. camporum-sementes	3,29	2,44	1,21	4,5	220.933

M. camporum-Estruturas	3,58	3,82	1,26	5,1	194.524
M. pudica	2,83	2,30	1,38	5,1	196.406
P. platycephala	7,65	5,23	3,70	92,8	10.781
S.crinitum	4,04	3,35	1,21	9,7	103.520
S. pulcherrimum	7,55	5,25	3,45	79,3	12.609
Estruturas de dispersão					
Espécies	**Comprimento* (mm)**	**Diâmetro* (mm)**	**Massa (g) de 1.000 sementes****	**Estruturas de dispersão /kg**	
L. arenaria	2,70	0,94	0,8	1.311.475	
L. muricata	2,54	0,91	0,1	7.611.798	
V. ferruginea	1,84	0,48	0,1	7.611.798	

*Valores médios de 100 repetições; **Valores médios de 8 repetições.

Org.: A autora.

Figura 3. Imagens individuais de sementes de doze espécies vegetais.

D. virgata foi a espécie que apresentou maior valor de massa de 1.000 sementes e, consequentemente apresentou menor valor em número de sementes por kg. O menor valor de massa foi observado nas espécies *L. muricata e V. ferrugínea*, com valores de 0,13 g em 1.000 estruturas de dispersão, o que repercutiu no alto valor em 1kg, atingindo 7.611.798 sementes, e consequentemente no número de sementes (Tabela 3). Essas espécies foram medidas dessa forma porque é extremamente dificultoso separar as sementes das estruturas de dispersão.

As espécies *L. arenaria, L. muricata e V. ferrugínea* tem como característica comum frutos do tipo aquênio, contendo as sementes em seu interior, e também são pequenas e leves. Essas características foram determinantes no resultado de pureza, uma vez que que é difícil realizar coleta sem as estruturas dispersantes destas espécies (Figura 4).

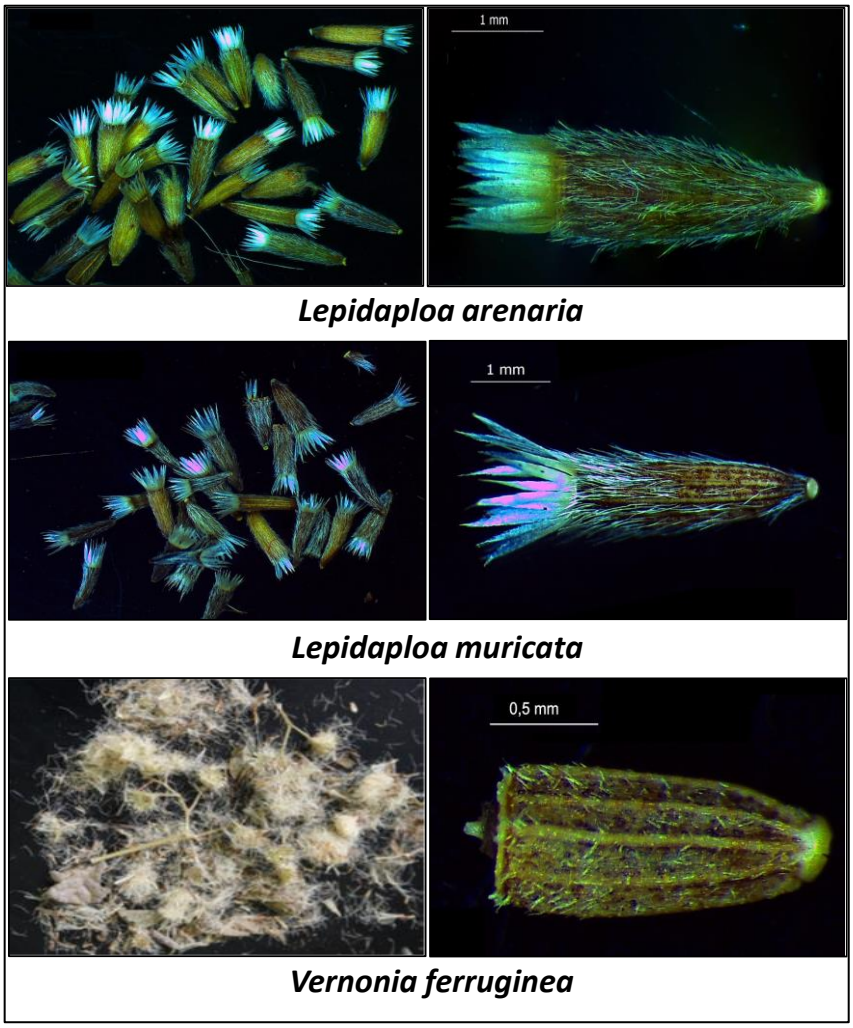


Figura 4. Imagens das estruturas de dispersão das espécies *L. arenaria*, *L. muricata*, *V. ferruginea.*

4.1.3 Raio-X

O lote da *A. tibourbou* apresentou 81% de sementes perfeitas fisicamente, ou seja, 81% das sementes do lote avaliado não possuem trincas, rachaduras e possuem embrião perfeitamente formado. Para essa essa espécie, 6% de sementes tiverem embrião mal formado e 13% das sementes estavam sem embrião (Figura 5).

Por outro lado, *C. decandra* foi analisada e identificou-se que 89% das estruturas dispersantes estavam vazias, e apenas 11% apresentaram algum tipo de formação em um dos lóculos, podendo ou não representar uma semente fertilizada (Figura 5). *D. virgata* apresentou 100%de sementes perfeitas fisicamente com o embrião ocupando todo o espaço interno (Figura 5).

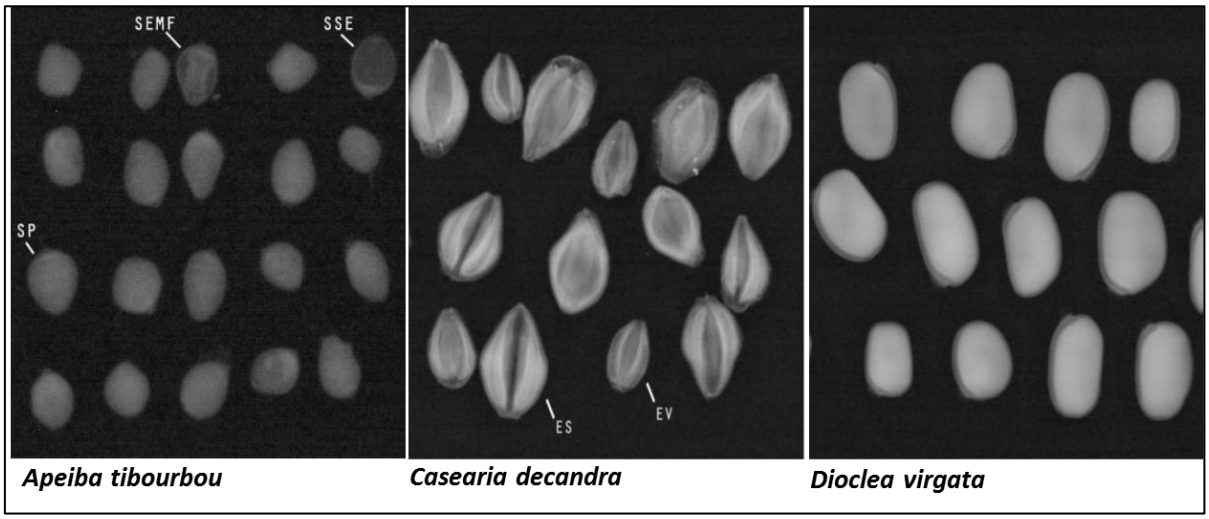


Figura 5. Imagens de sementes de *Apeiba tibourbou, Casearia decandra* e *Dioclea virgata* obtidas por meio de raios-X. SP = semente perfeita; SEMF = semente com embrião mal formado; SSE = semente sem embrião; ES = estrutura podendo conter uma ou duas sementes; EV = estrutura vazia. Resultados obtidos de 4 repetições (25 sementes em cada repetição).

As sementes de *B. forficata* estavam 82% pefeitas, 7% com o embrião pouco denso em relação ao considerado como padrão para a espécie, 7% com sinais de predação em regiões que comprometem a viabilidade e 4% de sementes sem embrião, contendo apenas envoltórios (Figura 6).

Das sementes de *B. longipedicellata*, 89% apresentaram-se perfeitas fisicamente, com o embrião ocupando todo o espaço interno, 9% apresentaram sinais de predação em regiões que comprometem a viabilidade e 2% com predações que não comprometem a viabilidade (Figura 6).

As sementes de *B. pulchella* apresentaram pela análise de raio-X, 86% de sementes fisicamente perfeitas, com o embrião ocupando todo o espaço interno, 1%

de sementes com embrião mal formado, deformado ou pequeno em relação a semente, e 13% de sementes com predações em regiões que comprometem a viabilidade (Figura 6).

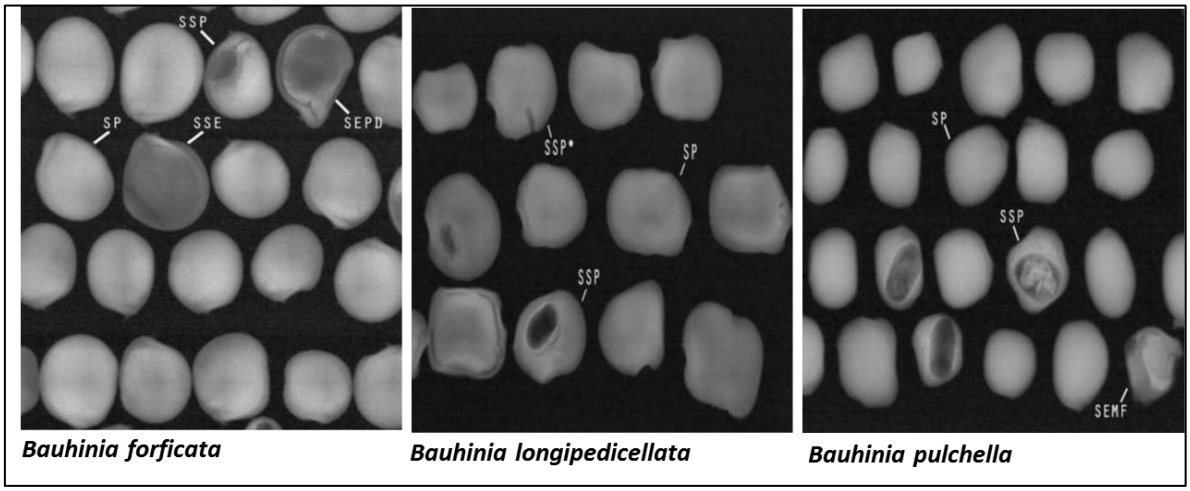


Figura 6. Imagens de sementes de Bauhinia longipedicellata e Bauhinia pulchella obtidas por meio de raios-X. SP = semente perfeita; SSP = semente com sinais de predação; SEMF = semente com embrião mal formado. * = sinais de predação que não comprometem a viabilidade.
Resultados obtidos de 4 repetições (25 sementes em cada repetição).

Para as espécies *L. arenaria*, *L. muricata e V. ferruginea*, foram feitas imagens das estruturas dispersantes, e se verificou que o percentual de estruturas dispersantes com sementes fisicamente perfeitas, respectivamente, foram de 23%, 16% e 7% (Figura 7).

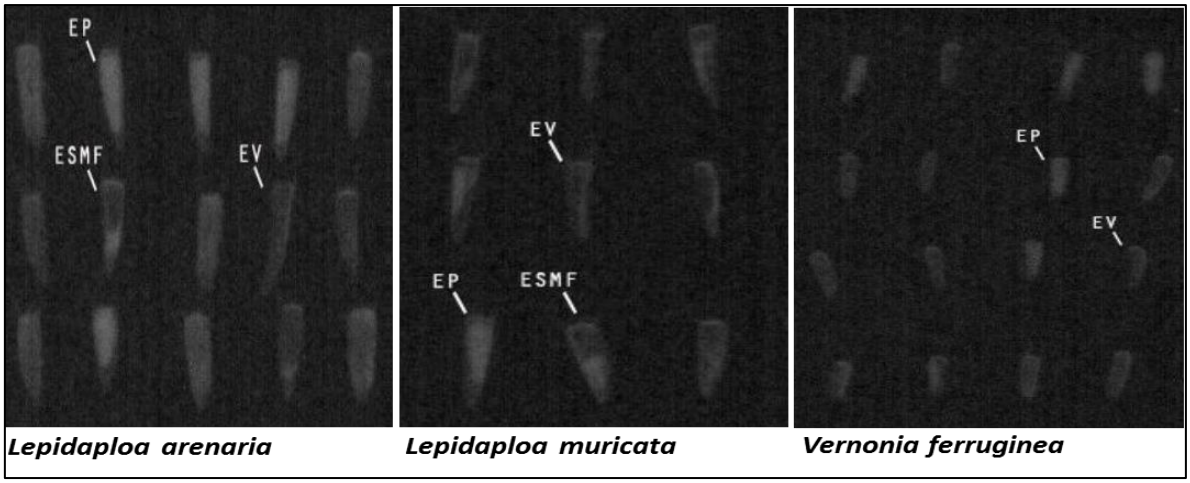


Figura 7. Imagens de estruturas de dispersão das espécies *Lepidaploa arenaria, Lepidaploa muricata* e *Vernonia ferruginea* obtidas por meio de raios-X. EP = estrutura de dispersão perfeita; ESMF = estrutura de dispersão com semente mal formada; EV = estrutura de dispersão vazia.
Resultados obtidos de 4 repetições (25 sementes em cada repetição).

A *L. arenaria* apresentou 4% estruturas de dispersão contendo uma semente mal formada, ou seja, ocupando parcialmente o espaço interno, e 80% de estruturas

de dispersão vazias. Para a *L. muricata,* os resultados foram de 12% com estruturas de dispersão contendo uma semente mal formada, ocupando parcialmente o espaço interno e 81% com estruturas de dispersão vazias. *V. ferruginea* apresentou 77% de estruturas de dispersão vazias (Figura 7).

Para as espécies do gênero Mimosa, todas apresentaram sementes perfeitas acima de 85%. A espécie *M. acutistipula* apresentou 89% de sementes perfeitas, 5% das sementes com sinais de predação em regiões que comprometem a viabilidade e 5% de sementes com embrião pouco denso em relação ao considerado como padrão para a espécie (Figura 8).

M. camporum apresentou 94% de sementes perfeitas, 1% de sementes com o embrião mal formado, ou seja, deformado ou pequeno em relação à semente, 1% de sementes com embrião pouco denso em relação ao considerado como padrão para a espécie, e 4% de sementes sem embrião contendo apenas envoltórios (Figura 8).

A *M. pudica* também apresentou 94% de sementes perfeitas, 1% de sementes com sinais de predação em regiões que comprometem a viabilidade e 5% de sementes com embrião pouco denso em relação ao considerado como padrão para a espécie (Figura 8).

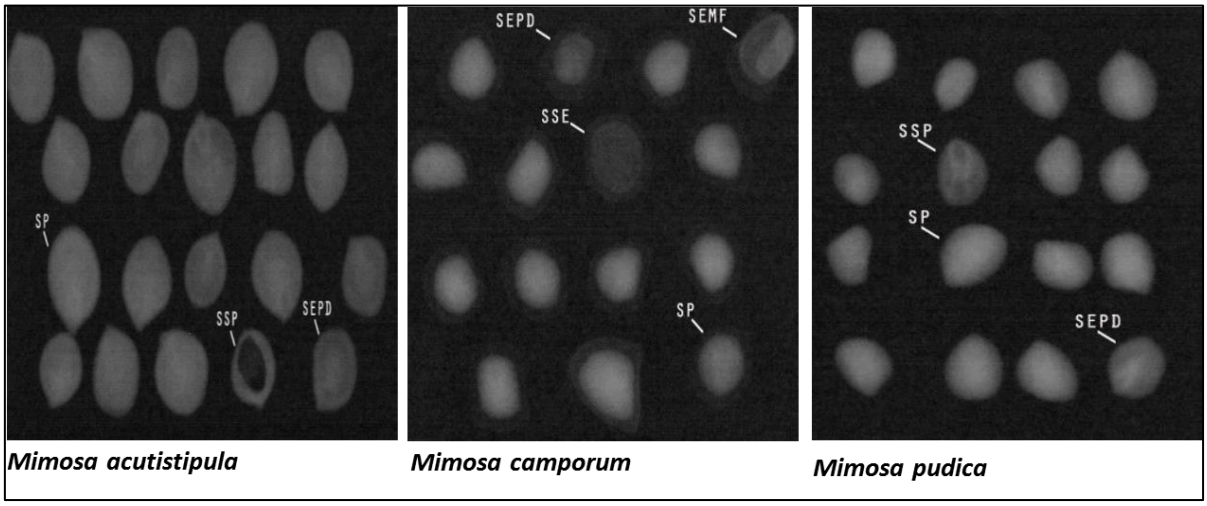


Figura 8. Imagens de sementes de *Mimosa acutistipula, Mimosa camporum* e *Mimosa pudica* obtidas por meio de raios-X. SP = semente perfeita; SSP = semente com sinais de predação; SEPD = semente com embrião pouco denso; SEMF = semente com embrião mal formado.
Resultados obtidos de 4 repetições (25 sementes em cada repetição).

A *P. platycephala* mostrou 100% de sementes fisicamente perfeitas, com o embrião ocupando todo o espaço interno, enquanto *S. crinitum* teve 77% das sementes fisicamente perfeitas, 8% de sementes com o embrião mal formado e 15% de sementes sem embrião, ou seja, inviáveis.

As sementes de *S. pulcherrimum* se mostraram 84% fisicamente perfeitas, consequentemente, viáveis fisicamente, 8% de com sinais de predação em regiões que comprometem a viabilidade, 6% com sinais de predação em regiões que não comprometem a viabilidade, e 2% de sementes com embrião pouco denso em relação ao considerado como padrão para a espécie.

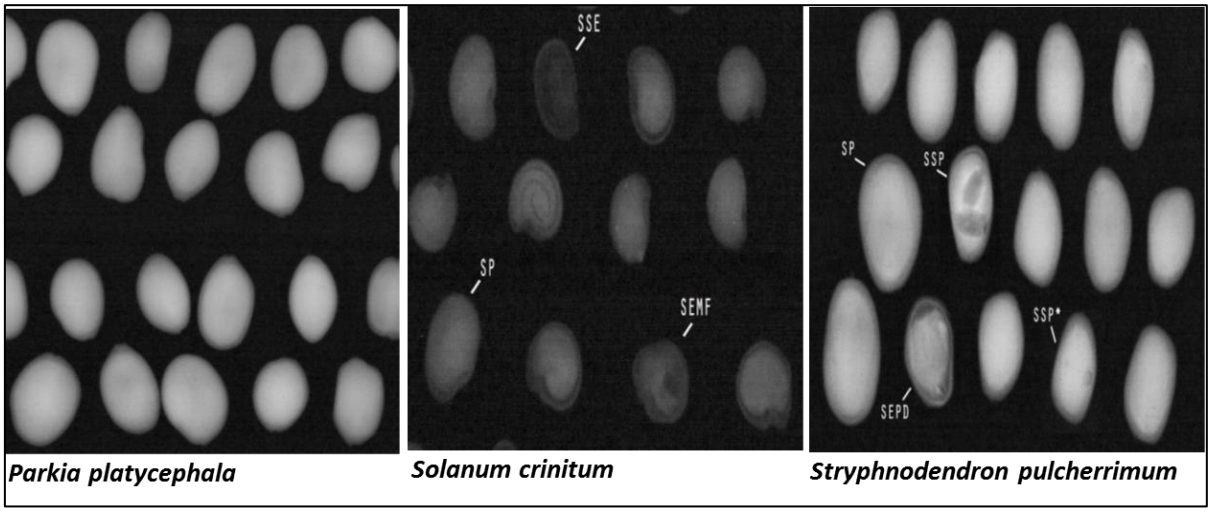


Figura 9. Imagens de sementes de *Parkia platycephala, Solanum crinitum* e *Stryphnodendron pulcherrimum* obtidas por meio de raios-X. SP = semente perfeita; SEMF = semente com embrião mal formado; SSE = semente sem embrião; SEPD = semente com embrião pouco denso; SSP = semente com sinais de predação; * = sinais de predação que não comprometem a viabilidade.
Resultados obtidos de 4 repetições (25 sementes em cada repetição).

Portanto, em termos de sementes fisicamente perfeitas pelo imageamento por raio-X e, consequentemente lotes viáveis a testes de germinação, temos a seguinte classificação em ordem decrescente: *D. virgata* e *P. platycephala* (100%) > *M. camporum* e *M. pudica* (94%) > *M. acutistipula* e *B. longipedicellata* (89%) > *B. pulchella* (86%) > *S. pulcherrimum* (84%) > *B. forficata* (82%) > *A. tibourbou* (81%) > *S. crinitum* (77%) > *V. ferruginea* (23%) > *L. arenaria* (16%) > *C. decandra* (11%) > *L. muricata* (7%).

4.2 Germinação

4.2.1 Germinação Inicial

Na germinação inicial, dos lotes das quinze espécies estudadas, nenhum apresentou germinação total nessa etapa, sendo que os melhores resultados na germinação foram das espécies *B. longipedicellata* (72%), *P. platycephala* (61%) e *B. pulchella* (60%). Já as espécies *A. tibourbou, B. forficata, D. virgata, M. acutistipula, M. camporum, M. pudica, S. crinitum* e *S. pulcherrium* apresentaram germinação

abaixo de 45%, apresentando a maior parte das sementes testadas como duras, ou seja, possuem dormência (Figura 10).

A espécie *C. decandra* não apresentou germinação (Figura 10), uma vez que no lote avaliado os frutos não apresentavam bom estado para a retirada das sementes. Mesmo submetendo os frutos/unidades de dispersão à germinação, não foi possível definir se a espécie possui ou não dormência.

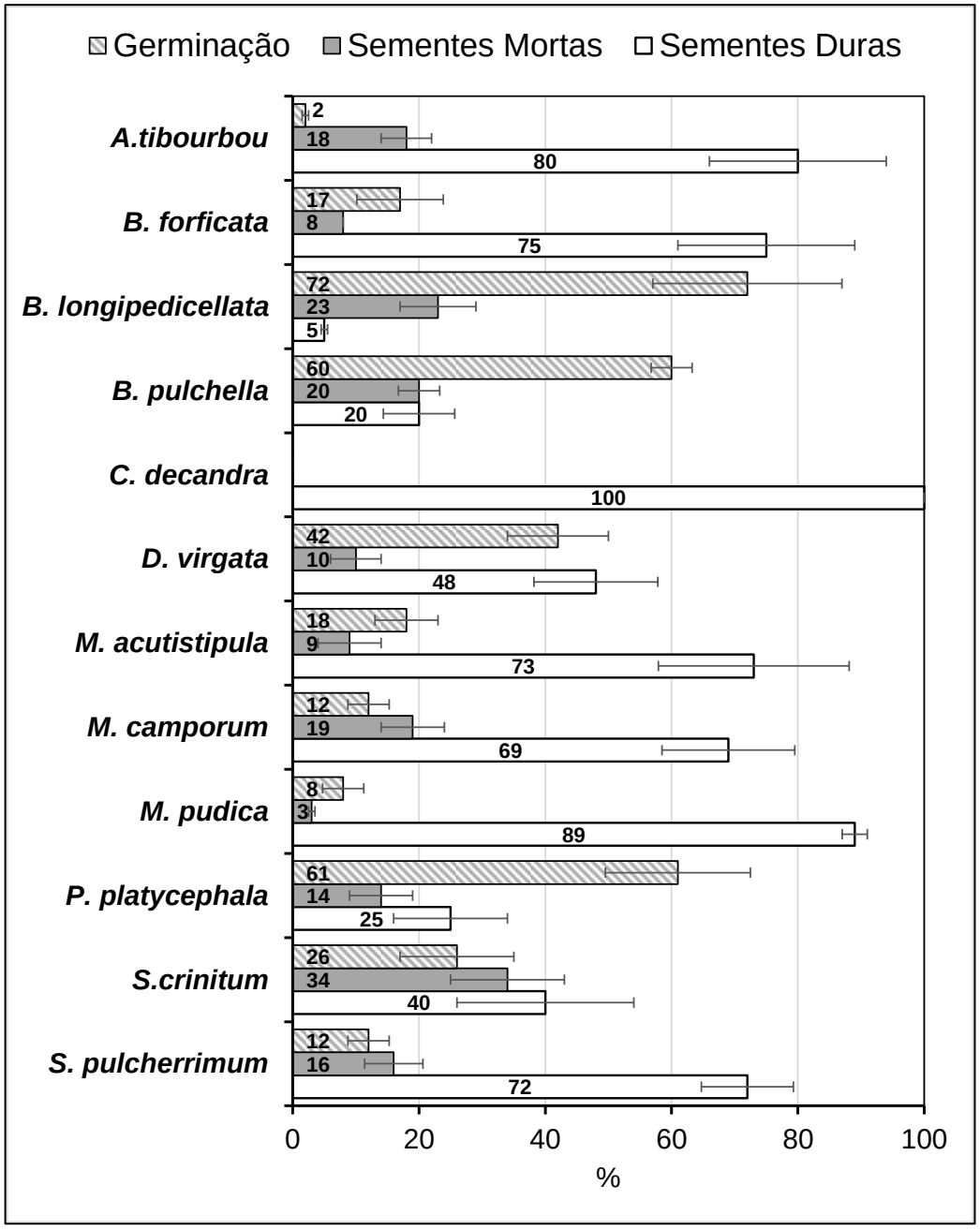


Figura 10. Germinação Inicial de doze espécies. Percentual de sementes germinadas, duras e mortas. Os valores apresentados são médias de 4 repetições de 25 sementes por tratamento.

As sementes de *L. arenaria, V. ferruginea* apresentaram, respectivamente, 3% e 15% de germinação, sendo o restante, estruturas de germinação mortas/vazias. No caso de *L. muricata*, 100% das sementes testadas foram enquadradas como estruturas de dispersão morta/vazia (Figura 11).

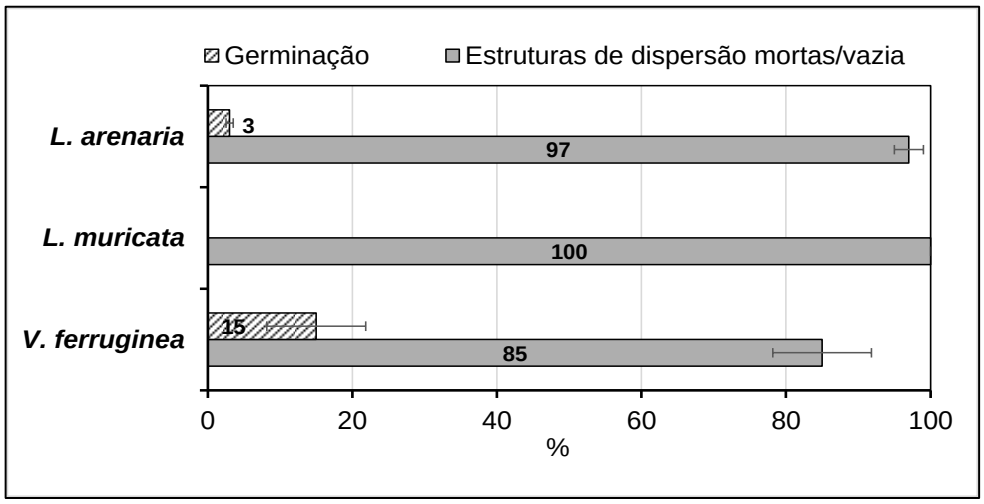


Figura 11. Germinação das espécies *L. arenaria, L. muricata e V. ferruginea.* Os valores apresentados são médias de 4 repetições de 25 sementes por tratamento.

Este resultado inviabilizou as espécies *C. decandra, L. arenaria, L. muricata e V. ferruginea* às análises complementares do presente estudo.

4.2.2 Superação de Dormência

Todos os lotes de espécies necessitaram passar por testes de superação de dormência, pois apresentaram parcela significativa de sementes duras. Uma vez que as espécies do presente estudo não possuem protocolo de análise, as metodologias para superação de dormências comumente usadas em espécies comerciais e florestais tiveram que ser testadas e calibradas no presente trabalho, como descrito na metodologia (Tabela 1).

Os testes realizados para *A. tibourbou, que* apresentou 80% de sementes duras no teste de germinação inicial (Figura 12), mostraram que o maior percentual de germinação foi obtido no tratamento com ácido sulfúrico por 60 min, atingido 29% de germinação, seguido pelo tratamento com ácido 50 min (22%) e tratamento com água a 80°C (19%).

Silva e Viana (2015) realizaram um estudo com sementes de *A. tibourbou*, em que também não alcançaram bons resultados com o uso de água em temperatura ambiente por 12 horas e submersão em água a temperatura de 80 º C por cinco minutos.

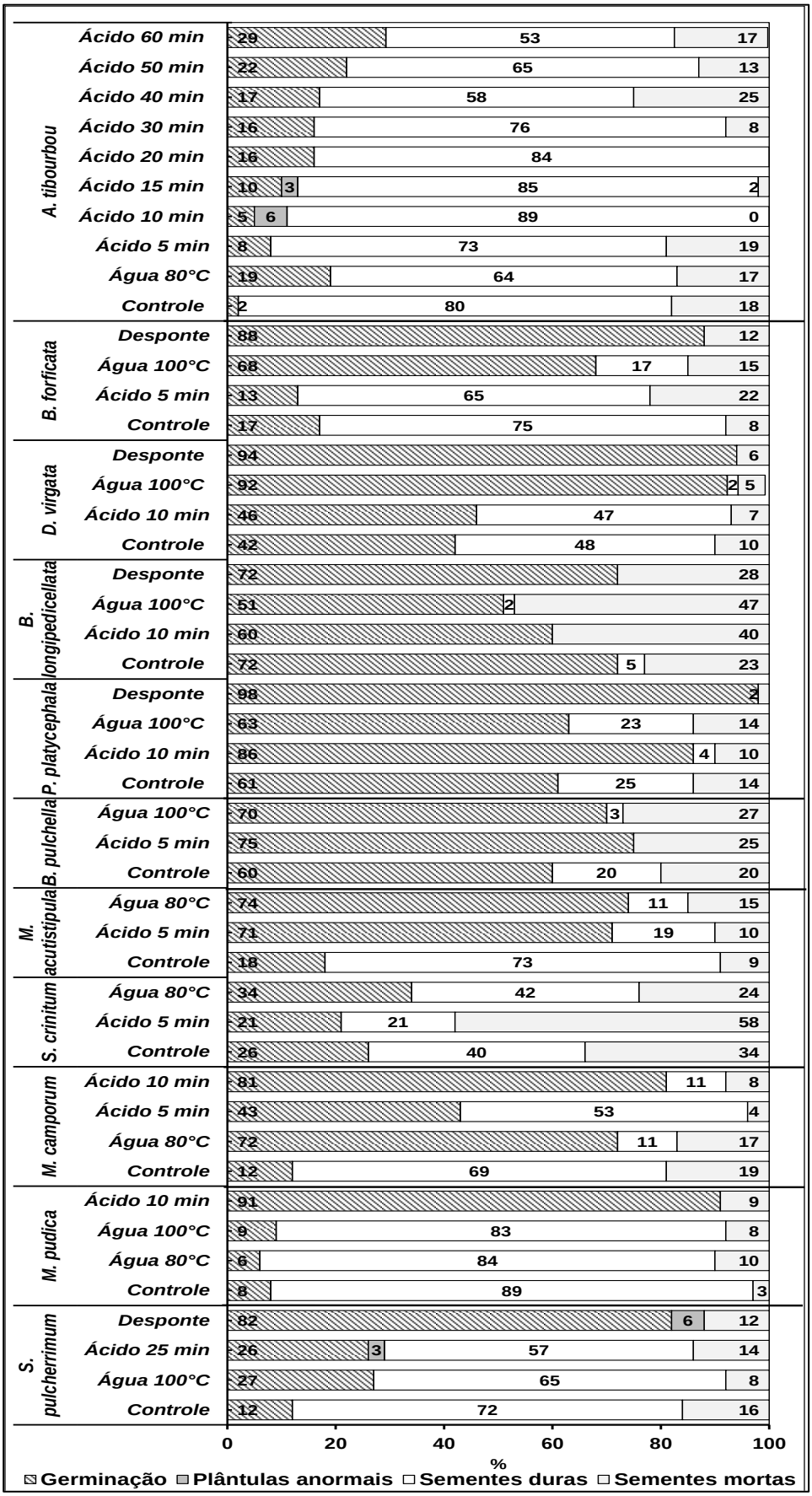


Figura 12. Superação de dormência de onze espécies (11 lotes). Resultados obtidos de 4 repetições de 25 sementes por tratamento, duração do teste: 30 dias.

Apesar de baixos, os resultados encontrados, para todos os tratamentos, foram maiores que os de Pacheco e Matos (2009*)*, quando utilizaram água a 80º C para superação de dormência de sementes de pau-de-jangada. Esses autores encontraram apenas 6% de germinação para as sementes que não receberam nenhum tratamento. A ineficiência dos tratamentos nesse estudo para *A. tibourbou*, pode ser explicado pela pouca hidratação observada, que atingiu apenas o tegumento e não foi capaz de atingir o embrião das sementes, resultando na não ativação processo de germinativo.

Para *B. Forficata,* que no teste inicial de germinação apresentou somente 17% de germinação, foram aplicados tratamentos com ácidos em 5 minutos de contato, água a 100°C e desponte (corte do tegumento) (Figura 12).

O uso do ácido em 5 minutos foi o que apresentou maior percentual de germinação, com valor de 88%, seguido pelo tratamento com água a 100°C (68%). Segundo Brancalion *et al.,* (2011), as sementes dessa espécie têm problemas de germinação por conta de dormência, corroborando os resultados do presente estudo.

Apesar de poucos relatos na literatura, alguns estudos já testaram protocolos para quebra da dormência de algumas sementes das espécies estudadas, como o de Costa *et al*. (2013), em que testou-se a eficiência de tratamentos pré-germinativos das sementes de *Bauhinia forficata* com imersão em água a 80 °C por 2 e 5 min, escarificação química com ácido sulfúrico por 5, 10 e 15 min e escarificação mecânica por meio de lixa. No trabalho destes autores, o melhor resultado foi obtido com o tratamento em ácido sulfúrico por 10 min (90% de germinação), seguido por ácido a 5 min (85% de germinação), diferindo dos resultados do presente estudo, em que o desponte foi mais eficiente para superação de dormência das sementes da espécie.

Bauhinia longipedicellata, Dioclea virgata e *Parkia platycephala* foram submetidas aos tratamentos com ácido sulfúrico a 10 minutos, água quente à temperatura de 100°C e desponte. De maneira geral, nas três espécies o corte do tegumento (desponte) foi o tratamento mais eficiente, com destaque para as sementes de *P. platycephala e Dioclea virgata*, que apresentaram germinação acima de 90% (Figura 14). As sementes de *B. Longipedicellata* tiveram pior resultado no tratamento com água a 100°C, com germinação 51% e alto índice de sementes mortas, não diferindo também do tratamento controle 72% (Figura 12). Para esta espécie não foram encontrados relatos na literatura sobre a superação da dormência de suas

sementes, sendo encontrado estudo com espécies do mesmo gênero como o de Lopes *et al*. (2005), que recomenda o uso de escarificação com lixa.

Nas sementes da *Dioclea virgata,* além do tratamento de desponte de tegumento, também obteve-se êxito no tratamento com água a 100°C, apresentando valor de 92% de germinação, enquanto que o tratamento com ácido a 10 minutos apresentou germinação de 46%, sendo que este último não diferiu do controle

As sementes de *Parkia platycephala,* além do desponte, responderam bem ao tratamento com ácido sulfúrico, com germinação de 86%. O tratamento com água quente proporcionou germinação de 63%, não se diferenciando do controle (61%). Nascimento *et al*. (2009) testaram a superação de dormência dessa espécie, e identificaram que as sementes submetidas à ácido sulfúrico a 15 e 45 minutos alcançam germinação de 98%, mas não testaram a técnica de desponte, que no presente trabalho assemelha-se em germinação ao uso de ácido.

A germinação das sementes de *B. pulchella* foi maior no tratamento com ácido sulfúrico por 5 minutos, atingindo 75% de germinação, acima do tratamento controle, que chegou a 60% de germinação. O tratamento com água a 100° C apresentou 70% de germinação (Figura 12). Esta espécie precisa ser melhor estudada, considerando sua importância econômica, seu potencial uso em revegetação, sendo uma espécie nativa do Brasil, e ter também uso terapêutico (CARVALHO, 2014).

Para as sementes de *M. acutistipula* e *S. crinitum* o melhor tratamento para germinação foi obtido com água a 80°C, com índice de 74% e 35%, respectivamente (Figura 12).

S. crinitum apresentou germinação de 21% no tratamento com ácido a 5 minutos, inferior ao tratamento controle e apresentando maior quantidade de sementes mortas com aplicação de ácido (Figura 12).

Souza Filho *et al.* (2001), testaram técnicas de superação de dormência da espécie, incluindo escarificação, água quente e ácido, e não houve sucesso no aumento da apresentou germinação em nenhum dos tratamentos, indicando que provavelmente a dormência das sementes dessa invasora esteja associada a outros fatores e não à impermeabilidade do tegumento.

A melhor porcentagem de germinação para *M. camporum* foi atingida no tratamento com ácido sulfúrico a 10 minutos (81% de germinação) seguido pelo tratamento com água a 80°C, que atingiu 72% de germinação. O uso de ácido sulfúrico

por 5 minutos, apesar de ser superior ao controle (12%), promoveu apenas 43% de germinação (Figura12).

Dos tratamentos de quebra de dormência aplicados nas sementes de *M. pudica*, o ácido sulfúrico em contato com as sementes por 10 min foi que promoveu 91% de germinação. Os tratamentos com água a 80 e 100°C não foram eficientes na quebra da dormência, apresentando apenas valores de 9% e 6%, respectivamente (Figura 12). Segundo Sousa Filho *et al.* (2001), em estudo com diferentes métodos pré-germinativos para a espécie, foi observado que os melhores resultados foram obtidos com uso de água a 80°C por 12 min.

Sementes de *S. pulcherrimum* apresentaram melhor germinação com o corte do tegumento - o desponte, atingindo 82% de sementes germinadas, bem superior os demais (Figura 19). Pereira *et al.* (2016) realizaram testes de superação de dormência em sementes desta espécie e alcançaram esse mesmo percentual (82%) aplicando o tratamento com ácido sulfúrico a 10 min. Enquanto que no trabalho realizado por Martins *et al.* (2008), a melhor técnica foi a escarificação com lixa, seguido pelo tratamento com ácido sulfúrico.

4.2.3 Valor cultural

O valor cultural (VC) é um fator bastante utilizado em sementes comerciais, principalmente em espécies forrageiras, a importância do VC é que ele permite quantificar o valor de sementes a ser utilizado em campo. O VC leva em consideração o percentual da pureza dos lotes e a taxa de germinação. A legislação atual de sementes estabelece o padrão mínimo para comercialização de todas as espécies, em termos de pureza (%P) e germinação (%G), mas não estabelece o padrão para VC.

Levando em consideração que para a maioria das espécies comerciais a pureza mínima é de 60% e que para bom desempenho da germinação a legislação, apesar de indicar 60% para o cálculo do VC, no presente estudo o VC mínimo utilizado foi de 48% (60x80/100).

Considerando este parâmetro e os tratamentos aplicados para cada espécie em função de suas dormências, o lote da espécie *M. camporum* não apresentou desempenho em nenhum dos tratamentos superiores ao VC mínimo (Figura 13). Assim, esse resultado indica que o lote de sementes analisado dessa espécie não é viável para a utilização em RAD.

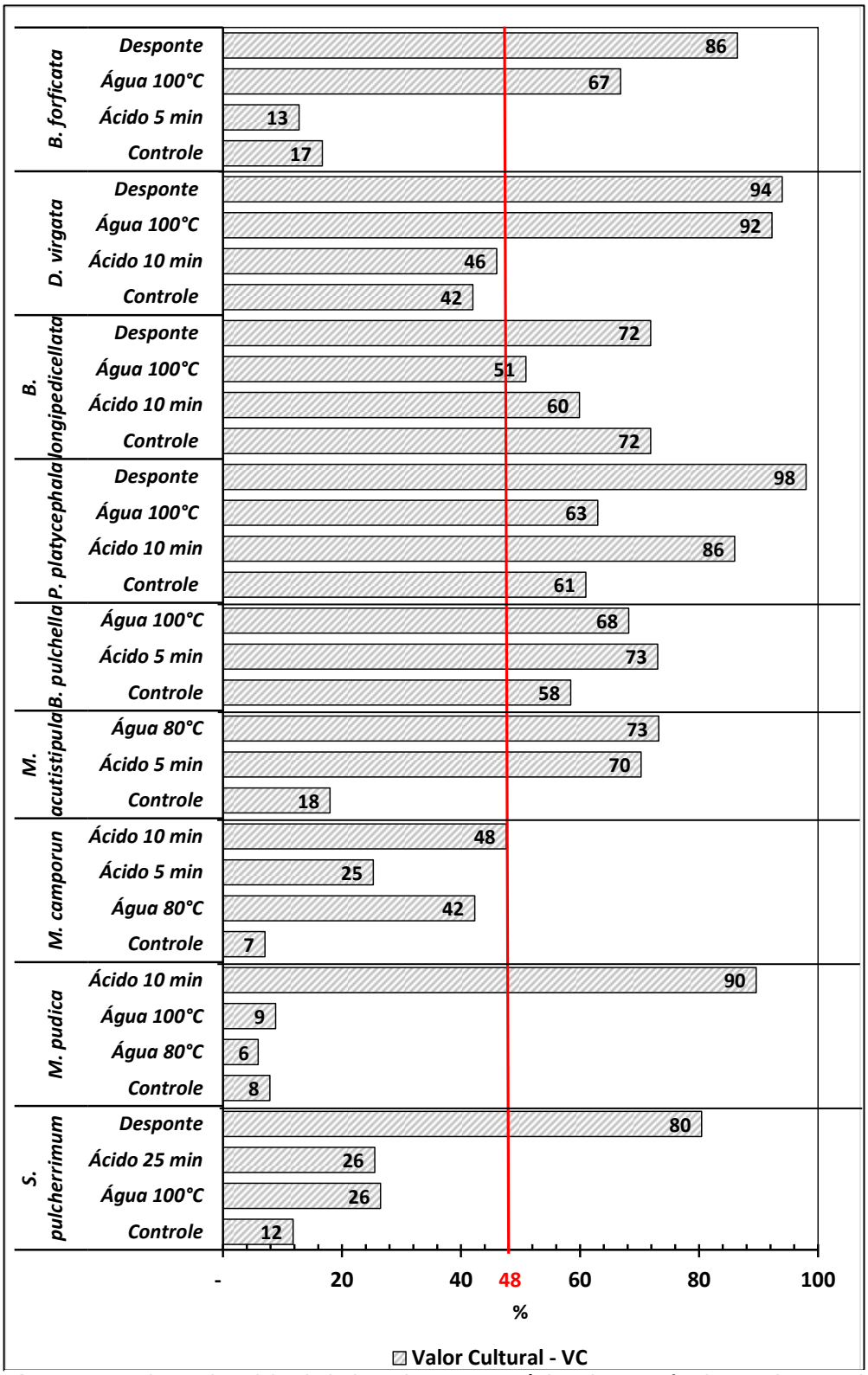


Figura 13. Valor Cultural (VC) do lote de nove espécies de ocorrência na Floresta de Carajás.

Em contrapartida, os lotes das espécies *B. longipedicellata, P. platycephala e B. pulchella* apresentaram desempenho superior ao VC mínimo (48%) em todos os

tratamentos, incluindo o controle. Ressaltando que para os lotes dessas espécies indica-se a utilização das sementes sem tratamento pré-germinativo.

Para o lote da espécie de *B. forficata*, os tratamentos controle e ácido sulfúrico apresentaram valores inferiores ao VC mínimo, que foram 17% e 13%, respectivamente. O maior percentual atingido de VC foi no tratamento com desponte (86%), no entanto, o tratamento com água a 100°C (67%) também foi bastante elevado considerando o VC mínimo. Dessa forma, considerando a aplicabilidade dos dois métodos em campo, o tratamento com água é mais recomendado. O mesmo foi identificado para o lote da espécie *D. virgata*, em que o tratamento foi de 94% e de água a 100°C foi de 92% (Figura 13).

Para a espécie *M. acutistipula,* o melhor VC alcançado foi no tratamento com água a 80°C (73%), o tratamento com ácido também foi relevante, atingindo taxa de 70%. Para este lote, o tratamento controle apresentou VC inferior ao mínimo, que foi de 18% (Figura 13).

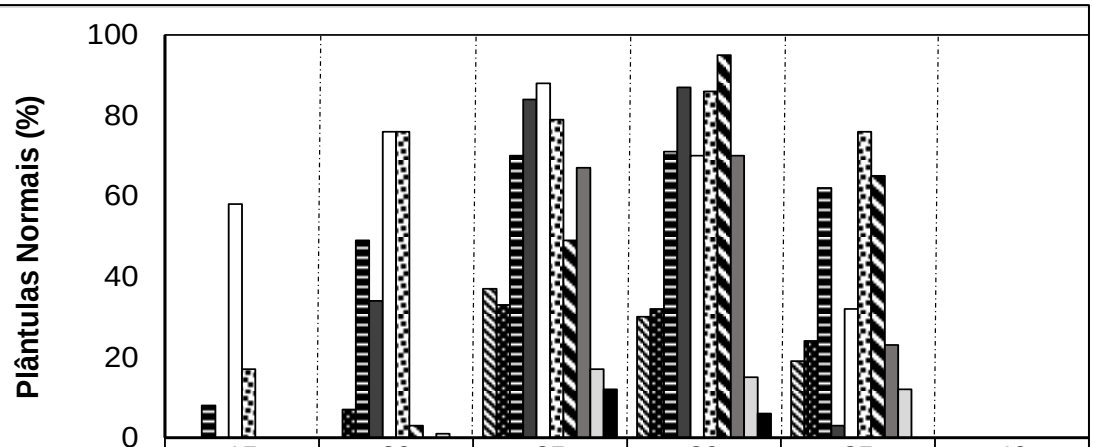
Para os lotes das espécies *M. pudica* e *S. pulcherrimum*, o tratamento com desponte do tegumento foi o único superior ao VC mínimo, com os seguintes percentuais 90% e 80%, respectivamente.

De maneira geral, as espécies *B. forficata, D. virgata, B. longipedicellata, P. platycephala, B. pulchella* e *M. acutistipula* são mais viáveis o uso no campo. Enquanto que a *M. pudica* e *S. pulcherrimum*, apesar de elevado valor de VC no tratamento desponte somente, não é recomendado a utilização devido a parte operacional de desponte de semente por semente.

4.2.4 Germinação em diferentes temperaturas

Quanto ao teste de diferentes temperaturas em mesa termogradiente, de maneira geral, verificou-se que as temperaturas de 25 e 30°C apresentaram os melhores resultados. Na temperatura de 25 °C foi verificado o maior percentual de protrusão de radícula sadias, e assim plântulas normais, nas espécies *B. forficata, B. longipedicellata, B. pulchella, D. virgata, M. acutistipula, M. camporum, M. pudica, P. platycephala, S. crinitum* e *S. pulcherrimum* (Figura 14).

Na temperatura de 30°C as espécies *B. pulchella, D. virgata, M. acutistipula, M. camporum, M. pudica* e *P. platycephala* apresentaram maior percentual de plântulas normais (Figura 14), em comparação às demais, sugerindo que a faixa ideal de temperatura se situa entre 20 e 30º C.



	15	20	25	30	35	40
B. forficata	0	0	37	30	19	0
B. longipedicellata	0	7	33	32	24	0
B.pulchella	8	49	70	71	62	0
D. virgata	0	34	84	87	3	0
M. acutistipula	58	76	88	70	32	0
M. camporum	17	76	79	86	76	0
M. pudica	0	3	49	95	65	0
P. platycephala	0	0	67	70	23	0
S. crinitum	0	1	17	15	12	0
S. pulcherrimum	0	0	12	6	0	0

Figura 14. Percentual de Plântulas Normais de dez espécies submetidas a diferentes temperaturas no processo germinativo. Resultados obtidos em 4 repetições de 25 sementes por tratamento (temperatura).

As sementes de *B. forficata*, apresentaram maior percentual de germinação de plântulas normais (37%) na temperatura de 25°C, sendo que nas temperaturas 15, 20 e 40°C não houve germinação e a 30 e 35°C houve germinação respectivamente de 30% e 19%, diferentemente de Costa *et al*. (2013), que identificaram que para essa espécie as temperaturas entre 24,3 e 26,7 °C proporcionam melhor potencial germinativo das sementes.

As sementes de *B. longipedicellata* não germinaram nas temperaturas de 15 e 40 °C, enquanto que nas temperaturas de 30 e 25°C as sementes alcançaram germinação de 32 e 33%, respectivamente. Na temperatura de 25°C, a germinação atingiu 24%.

Sementes de *B. pulchella praticamente não germinaram a* 15 e 40 °C, atingindo 8% e 0%, respectivamente, enquanto que na temperatura de 30 e 25°C as sementes alcançaram os maiores valores de germinação, 71 e 70%, respectivamente.

Para *D. virgata,* as temperaturas de 15, 35 e 40 °C prejudicaram a formação de plântulas normais, que praticamente não ocorreu. Por outro lado, a maior formação de plântulas normais foi alcançada nas temperaturas de 25 e 30 °C, com percentuais de 84 e 87%, respectivamente.

Para a *M. acutistipula* não houve formação de plântulas normais na temperatura de 40 °C. Na temperatura de 25 °C foi verificado o maior percentual de formação de plântulas normais (88%), e, nos outros tratamentos, as temperaturas de 15, 20, 30 e 35, promoveram formação de plântulas normais com germinação de 58%, 76% e 70%, respectivamente. Silva (2007) identificou que para referida espécie, temperaturas constantes de 25 e 30ºC são recomendadas para a condução dos testes de germinação da referida espécie, o que corrobora os resultados do presente estudo.

M. camporum e *M. pudica* apresentaram melhor germinação de sementes em temperatura de 30°C (86%). Também, para esta última espécie, Sousa Filho *et al.* (2001) identificaram como temperatura ótima de germinação, 30 °C, semelhante a verificada no presente trabalho.

P. platycephala não apresentou formação de plântulas normais nas temperaturas de 15, 20 e 40 °C, enquanto que nas temperaturas de 25 e 30 °C, os percentuais de formação de plântulas normais atingiram 67 e 70%, respectivamente.

S. crinitum, de maneira geral, independente do tratamento, apresentou percentuais baixos de plântulas normais, com melhores resultados na temperatura de 25°C, com apenas 17%. Também, *S. pulcherrimum* apresentou baixo percentual de plântulas normais em diferentes temperaturas, com apenas 12% de plântulas normais na temperatura de 25°C e 6% na temperatura de 30°C.

Para a espécie *A. tibourbou* não foram realizados os testes de germinação em mesa termogradiente, uma vez que para a definição da melhor temperatura de germinação de sementes de uma espécie, é preciso que as mesmas estejam livres de dormência e, esta espécie não apresentou percentual elevado de germinação em nenhum dos tratamentos de testados.

4.3 Qualidade fisiológica das sementes

4.2.5 Viabilidade

Em geral, em termos de viabilidade pelo teste de tetrazólio, as sementes apresentaram viabilidade acima de 50%, com amplitude de 57% para *B. forficata* e 91% para *M. pudica*. Além da *M. pudica*, merecem destaque *M. acutistipula* e *M.*

camporum que apresentaram valores de viabilidade de 86% e 84%, respectivamente (Figura 15).

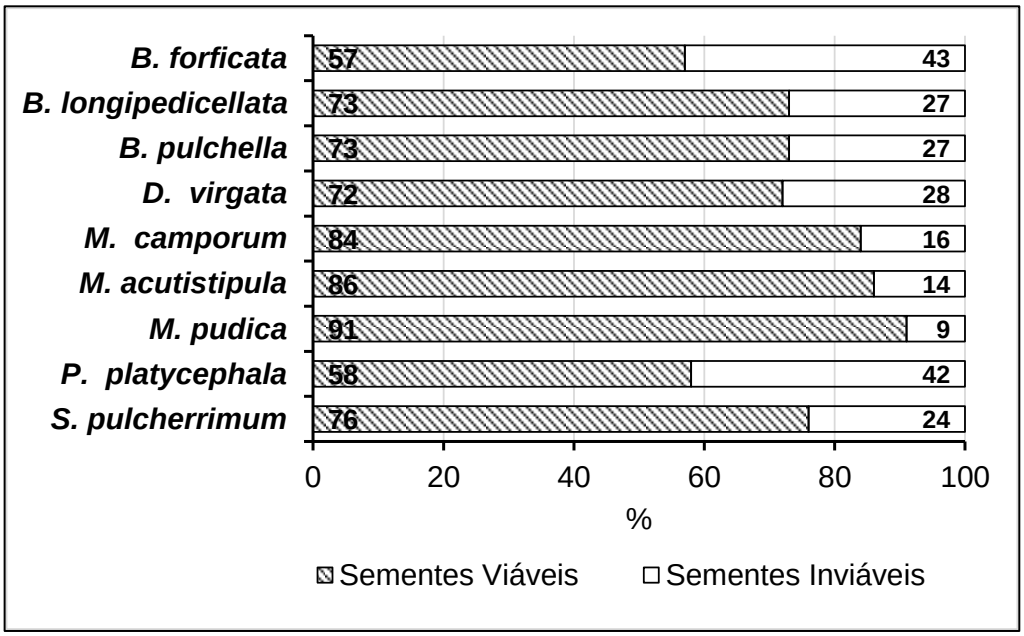


Figura 15. Resultados do teste de tetrazólio em sementes de nove espécies vegetais. Foram utilizadas 4 repetições de 25 sementes.

Observa-se na figura 16 as imagens de viabilidade das sementes das nove espécies. Na parte superior das imagens, individualmente, percebe-se sementes viáveis, na coloração carmim claro, significando que o TCT foi reduzido, formando o trifenilformazan e indicando que há atividade respiratória nas mitocôndrias, com consequente viabilidade celular e do tecido. Na parte inferior das imagens individuais das espécies, observa-se sementes em coloração diferente do carmim claro. A coloração nesta situação encontra-se em tons de carmim forte, verde, amarelo e preto desuniforme, o que é explicado pela maior intensidade de difusão da solução de TCT, pelas membranas celulares já comprometidas dos tecidos, indicando que as sementes não são viáveis, e que os tecidos mortos aparecem em diferentes cores. A coloração das sementes pode ser um indicativo positivo da sua viabilidade.

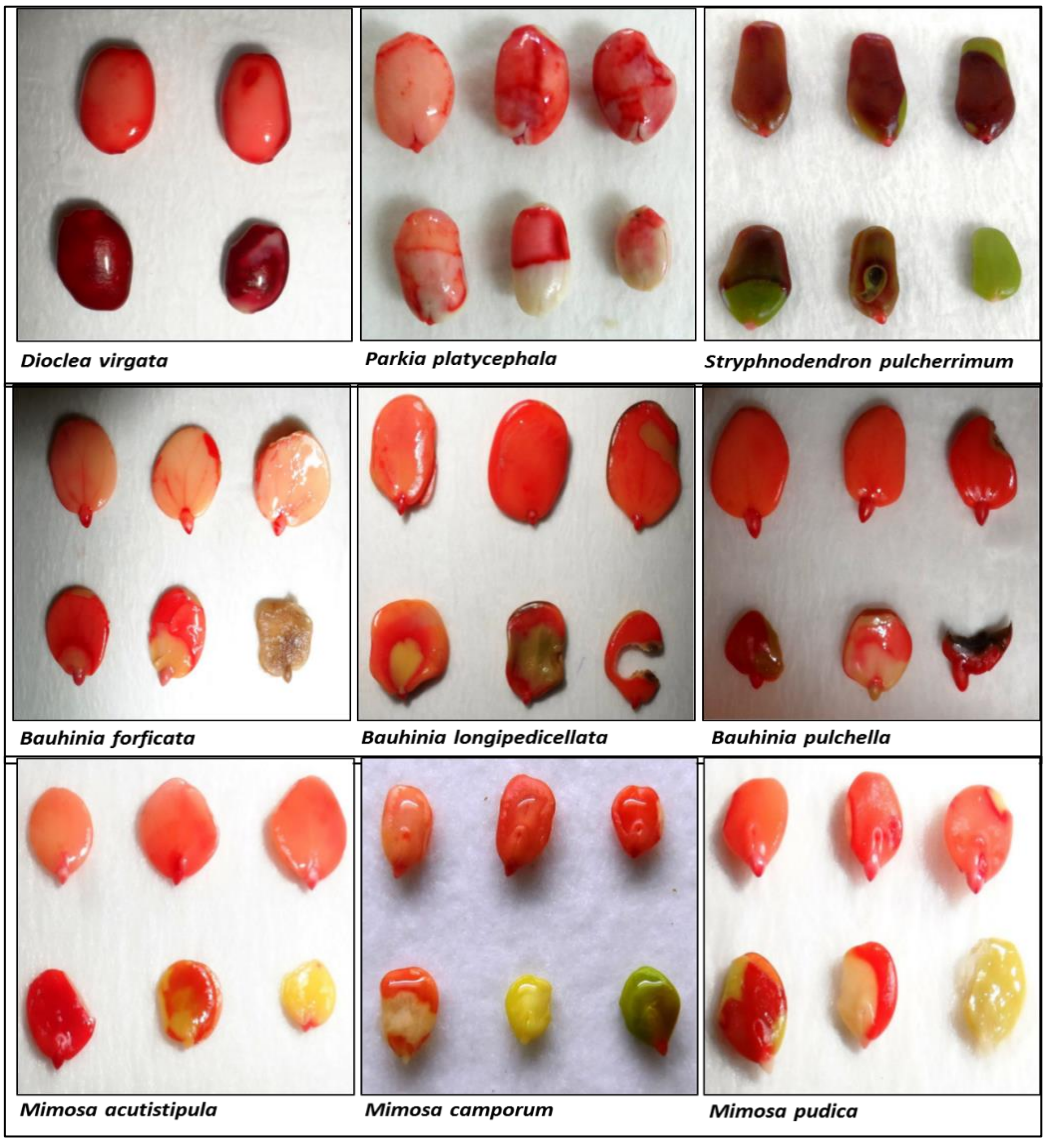


Figura 16. Imagens de sementes de nove espécies após o teste de tetrazólio. Parte superior da imagem: sementes viáveis. Parte inferior da imagem: sementes inviáveis.

No caso de *Apeiba tibourbou* e *Solanum crinitum* não foi possível avaliar a viabilidade de suas sementes; para *A. tibourbou* os tratamentos para superação de dormência não apresentarem eficácia no sentido de permitir que todas as sementes embebessem, não sendo possível submetê-las ao teste de tetrazólio, enquanto que para as sementes de *S. crinitum* não houve superação de maneira uniforme.

4.2.6 Classificação fisiológica quanto ao armazenamento

Os resultados do teste fisiológico permitiram classificar as espécies *Bauhinia longipedicellata*, *Bauhinia pulchella*, *Dioclea virgata*¸ *Mimosa acutistipula*, *Mimosa camporum*, *Mimosa pudica, Parkia platycephala* e *Stryphnodendron pulcherrimum*

como sementes ortodoxas, ou seja, sementes que podem ser secas e armazenadas em por longo período a baixas temperaturas.

É importante destacar que para a *Mimosa camporum*, tanto a secagem quanto o armazenamento reduziram o percentual de germinação (formação de plântulas normais) e aumentaram o percentual de sementes duras ao final do teste. É possível que a secagem e o armazenamento estejam induzindo uma dormência secundária às sementes dessa espécie.

A tabela 5 expõem as informações da umidade inicial e da umidade final, que foi medida após a secagem e armazenamento, informações que permitiram classificar as sementes em ortodoxas e recalcitrantes.

Tabela 4. Informações de umidade inicial e umidade final (pós armazenamento) de dez espécies.

Espécies	Umidade Inicial (%)	Umidade após secagem armazenamento (%)
B. forficata	10,5	8,1
B. longipedicellata	10,8	8,3
B. pulchella	13,1	8,9
D. virgata	9,8	7,8
M. acutistipula	9,4	7,2
M. camporum	9,3	8,0
M. pudica	8,0	8,2
P. platycephala	8,1	8,4
S. pulcherrimum	9,6	8,1
S.crinitum	8,8	8,8

Resultados obtidos de 4 repetições de 25 sementes.

Org.: A autora.

As sementes da *Solanum crinitum*, a princípio, podem ser classificadas como ortodoxas. Porém, em função do baixo percentual de germinação alcançado, mesmo antes do armazenamento (34%), seria necessário repetir esses testes com um lote de sementes ou tratamento que proporcionasse percentuais de germinação mais elevados. Para as sementes de *Apeiba tibourbou* não foi possível obter sua classificação devido a ineficiência dos testes de superação de dormência.

4.5 Considerações Finais

Os lotes das sementes avaliadas apresentaram grande variação quanto à qualidade física e fisiológica, e, sobretudo na germinação, em função das diferentes técnicas de superação de dormência.

Em termos de qualidade física, as espécies *Lepidaploa arenaria, Lepidaploa muricata* e *Vernonia ferruginea* apresentaram baixa pureza das amostras e com muitas estruturas inertes e estruturas de dispersão vazias. *Casearia decandra*, apesar

de ter apresentado pureza acima de 90%, suas estruturas de dispersão estavam quase que 100% vazias e, as que apresentaram sementes não germinaram no teste de germinação inicial, apresentando-se na forma de sementes duras. Estes resultados foram ratificados pelo imageamento interno realizado com raio-X, o que inviabilizou a análise completa da espécie. Dessa forma, para essas espécies, recomenda-se a repetição de experimentos para que se obtenham resultados conclusivos sobre a variabilidade de germinação.

Os demais lotes de espécies apresentaram pureza acima de 50% e em bom estado de físico interno, sendo que todas atingiram acima de 70% de sementes fisicamente perfeitas, ou seja, sem rachaduras ou trincas, e consequentemente potencialmente viáveis à germinação e formação de plantas perfeitas.

As espécies potencialmente viáveis foram submetidas a teste de germinação inicial, e nenhuma apresentou 100% de germinação, sendo a melhor germinação observada na *B. longipedicellata (*72% de germinação). Por outro lado, as sementes de *C. decandra* estavam 100% duras, semelhantemente à *A. tibourbou,* que apresentou apenas 2% de germinação.

Quanto ao VC, os lotes das espécies *B. forficata, D. virgata, P. platycephala* e *M. pudica* apresentaram os melhores resultados. Por outro lado, a *M. camporum* não ultrapassou em nenhum dos tratamentos o limite mínimo do VC (48%).

Quanto a temperatura de germinação, para a maioria das espécies, a melhor temperatura de germinação esteve entre 25 e 30°C. As sementes de *Bauhinia longipedicellata, Bauhinia pulchella, Dioclea virgata¸ Mimosa acutistipula* var. *ferra, Mimosa camporum, Mimosa pudica, Parkia platycephala, Stryphnodendron pulcherrimum* apresentaram tolerância aos testes de dessecação e ao armazenamento permitindo classificar as suas sementes como ortodoxas, ou seja, sementes que podem ser secas e armazenadas por longo prazo a baixas temperaturas em câmaras frias, o que é importante para a produção de mudas durante todo o ano nos viveiros florestais.

As espécies *A. tibourbou* e *S. crinitum*, apesar dos lotes apresentarem boa qualidade física, considerando pureza e imageamento interno, os métodos de superação dormência pré-germinativo não foram suficientes para que a germinação ocorresse de forma satisfatória e uniforme. Dessa forma, para estas espécies recomenda-se a repetição de experimento com outros métodos de superação de dormência, e uso de métodos com propagação vegetativa.

5. CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que o pré-tratamento de sementes, seja através do corte do tegumento, imersão em água quente ou em ácido sulfúrico foram eficientes e de forma diferenciada para promover a germinação dos lotes das diferentes espécies estudadas, com exceção para os lotes da *A. tibourbou e S. crinitum*, em que os métodos não foram suficientes a superar a dormência dessas espécies.

As espécies *B. forficata, B. longipedicellata, B. pulchella, D. virgata, P. platycephala, M. acutistipula, M. pudica* e *S. pulcherrimum* com tratamento adequado de superação de dormência são viáveis a propagação via sementes e, consequentemente são espécies potenciais ao uso na recuperação de ambientes minerados em Carajás-PA.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, p.711-728, 2013.

ALVES, M. M. et al. Germinação e vigor de sementes de *Clitoria fairchildiana* Howard (Fabaceae) em função da coloração do tegumento e temperaturas. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 216-223. 2013.

AGRA, M. F. Diversity and Distribution of Solanum subgenus Leptostemonum in Brazil. Acta Horticulturae - VI International Solanaceae Conference: genomics meets biodiversity. *International Society for Horticultural Science*, v.7, n.2, p.31-43, 2007.

AGRA, M.F.; KIRIAKI, N.S.; BERGER, L. R. Flora da Paraíba, Brasil: Solanum L. (Solanaceae). *Acta Botânica Brasílica*, v.23, n.3, p.826-842, 2009.

BARROS, D. A. de et al. Characterization of the bauxite mining of the Poços de Caldas alkaline massif and its socio-environmental impacts.Rem: *Revista Escola de Minas*, Ouro Preto, v. 65, n. 1, p. 127-133, 2012.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. *Seeds*: physiology of development and ermination. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BRANCALION, P. H. S.; MONDO, V. H. V.; NOVEMBRE, A. D. L. C. Escarificação química para a superação da dormência de sementes de saguaraji-vermelho (*Colubrina glandulosa perk.* - Rhamnaceae). *Revista Árvore*, v. 35, n. 1, p. 119-124, 2011.

BRASIL. Ministério de Educação. *Produção de Sementes Forrageiras*. Editora UFLA. Boletim Técnico n.º 88. Lavras, MG. 47p. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária.* – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRASIL. Lei n° 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o *Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências*. Brasília, DF, 18 jul. 1981.

BRASIL. Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o *Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9985.htm. Acesso em: 07 de jul de 2016.

CALIXTO JUNIOR, L. A.; LIMA, M.H.R.; FERNANDES, F. R. C. A. Grande Mina de Ouro de Crixás: alguns pressupostos teóricos e os impactos socioeconômicos na comunidade local. In: *XV Jornada de Iniciação Científica* – CETEM. 2003. Disponível em: http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/653. Acesso em: 20 de set. de 2015.

CARVALHO, J. L. Estudo químico e biológico de Bauhinia pulchella Benth. (*Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Ceará*). 2014. 145f. Fortaleza - CE, 22-25f.

COSTA, E. S.; SANTOS NETO, A. L.; COSTA, R. N.; SILVA, J. V.; de Souza, A. A ; Santos, V. R . Dormência de sementes e efeito da temperatura na germinação de sementes de mororó. *Revista de Ciências Agrárias* (Belém), v. 56, p. 19-24, 2013.

CNCFLORA. *Mimosa acutistipula var. ferrea in Lista Vermelha da flora brasileira,* versão 2012.2. Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Mimosa acutistipula var. ferrea>. Acesso em 5 novembro 2016.

COELHO, R. F. R.; MIRANDA, I. S.; MITJA, D. Conservação das florestas do projeto de Assentamento Benfica, Sudeste da Amazônia. *Ciência Florestal* (UFSM. Impresso), v. 23, p. 1-17, 2013.

COEMA - CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE, PARÁ. Instrução Normativa n. 02/2010, Diário Oficial do Estado do Pará, 2010.

CORNELIUS, M. T. F. et al. Solasonina e flavonóides isolados de Solanum crinitum Lam. *Revista Brasileira de Farmácia*, Brasil, v. 85, n.2, p. 57-59, 2004.

DAMIÃO FILHO, C. F.; MÔRO, F. V. Morfologia externa de espermatófitas. Jaboticabal: *FUNEP*, 2001. 101 p.

DUTRA, V. F.; MORIM, M. P. Mimosa in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available in: *Plantas do Brasil*. Disponível em <http://rubens-plantasdobrasil.blogspot.com.br/2011/12/mimosa-camporum-benth.html> Accesso: 09 Mai. 2016.

FRANZIN, S. M. et al. Pesquisas 2002-2003 Sementes. 1. ed. Santa Maria: *Gráfica UFSM*, 2004. v. 1. 76p.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. da. O teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina: *EMBRAPA-CNPSo*, 1998. 72p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 116).

FIGUEIREDO, P. H. A. et al. Avaliação do potencial seminal da Cecropia Pachystachya Trécul no banco de sementes do solo de um fragmento florestal em recuperação espontânea na Mata Atlântica, Pinheiral–RJ. *Revista Biociências*, v. 17, n. 2, 2011.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma Revisão Geral Sobre O Clima da Amazônia. *Acta Amazonica*, v.28, p.101-126, 1998.

GUEDES, R. S.et al.Tratamentos pré-germinativos e temperaturas para a germinação de sementes de Apeiba tibourbou Aubl. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 33, p. 131-140, 2011.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. A protocol to determine seed storage behaviour. *Rome: International Plant Genetic Resources Institute*, 1996. 55p.

LABOURIAU, L.G. A germinação de sementes. Washington: *OEA*: 1983. p. 174.

LELLES, L. C. de; SILVA, E. Perfil ambiental qualitativo da extração de areia em cursos d'água. *Revista Árvore,* v.29 n.3 Viçosa Mai/Jun 2005.

MARQUES, G. S. Estado da arte de Bauhinia forficata Link (Fabaceae) como alternativa terapêutica para o tratamento do Diabetes mellitus. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, v. 34, p. 313-320, 2013.

MARTINS, C. C. Métodos de superação de dormência de sementes de barbatimão. *Acta Scientiarum. Agronomy* (Impresso), v. 30, p. 381-385, 2008.

MORAES, L. F. D.; ASSUMPÇÃO, J. M.; PEREIRA, T. S. *Manual técnico para a recuperação de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro.* Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 84 p, 2013.

MORAES, J. V. Morfologia e germinação de sementes de Poecilanthe parviflora Bentham (Fabaceae – Faboideae). Jaboticabal, 78 f. 2007. (*Dissertação de mestrado*). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

MORAES, B. C. et al. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta Amazonica*, v.35, p.207-214, 2005.

MOTA, V. G ; CARVALHO, F. L. de ; MORAIS, L. C. S. L. ; Bhattacharyya, Jnanabrata ; ALMEIDA, R. N. ; ALENCAR, Jacicarlos Lima de . Antinociceptive Activity of the Chloroform Fraction of Dioclea virgata (Rich.) Amshoff (Fabaceae) in Mice. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, v. 2011, p. 1, 2011.

NASCIMENTO, I. L. et al. Superação da dormência em sementes de faveira (Parkia platycephala Benth). *Revista Árvore*, v. 33, p. 01, 2009.

PATRÍCIO, R. L. *Avaliação de Métodos de Revegetação de Áreas Degradadas utilizados na Mineração de níquel em Niquelândia Goiás.* Brasília, 2009. (Dissertação de Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) Universidade católica de Brasília.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P. Método para superação de dormência tegumentar em sementes de Apeiba tibourbou Aubl. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.4, n.1, p.62-66, 2009.

PAULA, C. S. Controle químico de Mimosa pudica em pastagem de Brachiaria decumbens com doses reduzidas de herbicidas. (*Dissertação de mestrado Universidade Estadual Paulista*). 2013. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. 37 f.

PEREIRA, A. G.; CRUZ, E. D.; BARROS, H. S. D. Methods for overcoming dormancy in Stryphnodendron pulcherrimum. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 36, p. 195-199, 2016.

POPINIGIS, F. *Fisiologia da Semente*. Brasília, 2 ed. 1985. 289f.

PORTO, M. L.; SILVA, M. F. F. Tipos de vegetação metalófila em áreas da Serra de Carajás e de Minas Gerais, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v.3, p.13-21, 1989.

QUEIROZ, E. P.; CARDOSO, D. B. O. S.; FERREIRA, M. H. S. Composição florística em fragmentos de restinga da APA Rio Capivara, Litoral Norte da Bahia, Brasil. Sitientibus. *Série Ciências Biológicas*, v. 12, p. 119-141, 2012.

ROMEIRO, C. E.; SOUZA, C. E.; LOPES, F. W. Discussões sobre a Recuperação de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos Urbanos. In: *I Simpósio Mineiro de Geografia* – Alfenas, MG. Anais... Alfenas: UNIFAL, 385-401p., 2014.

SALOMÃO, R. de P. Seleção e aptidão de espécies arbóreas para a recuperação de áreas degradadas por mineração. 2012. 153 p. (*Tese de Doutorado em Ciências Agrárias*). Universidade Federal Rural da Amazônia.

SILVA, M. I. G. et al. Bioactivity and potential therapeutic benefits of some medicinal plants from the Caatinga (semi-arid) vegetation of Northeast Brazil: a review of the literature. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 193-207p. 2012.

SILVA, R. R. D.; VIANA, B. L. Métodos para superação da dormência de sementes de Apeiba tibourbou. In: *Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia*, 2015, Fortaleza-CE. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 2015.

SILVA, R. B. E. et al Germinação e Vigor de plântulas de Parkia platycephala Benth. em diferentes substratos e temperaturas. *Revista Ciência Agronômica* (UFC. Online), v. 48, p. 142-150-150, 2017.

SILVA, F. S. et al . Análise da secagem de polpas de frutas tropicais em camada delgada. *Revista Brasileira de Armazenamento*, v. 35, p. 171-180, 2010.

SILVA, M. F. F. et al. Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra dos Carajás, estado do Pará, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 26, n. 1/2, p. 14-44, 1996.

SILVA, M. F. F. Distribuição de metais pesados na vegetação metalófila de Carajás. *Acta Botanica Brasilica*, v. 6, n. 1, 1992.

SOUZA, J. B. et al. Recuperação da área degradada de planejamento ambiental do Parque Gentil Diniz – Contagem/Mg. *e-xacta*, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 63-78. 2016.

SOUZA FILHO, A. P. S. et al. Germinação de sementes de plantas daninhas de pastagens cultivadas: Mimosa pudica e Ipomoea asarifolia. *Planta daninha*. vol.19, n.1, .23-31p. 2001.

STANTURF, J. A.; PALIK, B. J; DUMROESEC, K. Contemporary forest restoration: A review emphasizing function. *Forest Ecology and Management*, v. 331, p.292–323, 2014.

U.S GEOLOGICAL SURVEY. Lead: *World Refinery Production, By Country*. 2015. Disponível em: http://minerals.usgs.gov/ Acesso: 04 de out de 2016.

THADEO, M. et al. . Anatomia e histoquímica das estruturas secretoras da folha de Casearia decandra Jacq. (Salicaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, v. 32, p. 329-338, 2009.

YAMASHITA, O. M.; ALBERGUINI, A. L. Germinação de Vernonia ferruginea em função da quebra de dormência, luminosidade e temperatura. *Comunicata Scientiae*, v. 2, p. 142-148, 2011.

VASQUEZ, M. L.; ROSA-COSTA, L. T. Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará. Belém, PA. *CPRM*. 328 p., 2008.