



BRUNNA LUYZE TRISTÃO DE MELO

ESCARIFICADOR DE SEMENTES NATIVAS

BAMBUÍ-MG
2019

BRUNNA LUYZE TRISTÃO DE MELO

ESCARIFICADOR DE SEMENTES NATIVAS

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – IFMG, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental.

Linha de Pesquisa: Tecnologias Ambientais

Orientadora: Prof^a Dra. Tatiana Arantes Afonso Vaz

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Caetano Costa

**BAMBUÍ-MG
2019**

M528e Melo, Brunna Luyze Tristão de.

Escarificador de sementes nativas. / Brunna Luyze Tristão de Melo. – Bambuí, 2019.

49 f.: il.; color.

Orientadora: Dra. Tatiana Arantes Afonso Vaz.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS

Avenida Professor Mário Werneck, nº. 2590, Bairro Buritis, Belo Horizonte, CEP 30575-180,
Estado de Minas Gerais



FICHA DE APROVAÇÃO

Dissertação de Mestrado, intitulada “*ESCARIFICADOR DE SEMENTES NATIVAS*”, de autoria da mestranda em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, **Brunna Luyze Tristão de Melo**, aprovada pela Banca Examinadora de Defesa, em 29/11/2019, com a média de pontuação de 9,1.

Título do Trabalho – houve alteração () Sim (X) Não

Se sim, qual o título _____

BambuÍ (MG), 29 de novembro de 2019.

Prof.^a. Dra. Tatiana Arantes Afonso Vaz – Orientadora – (IFMG/BambuÍ)

Prof. Dr. Ailton Gonçalves Rodrigues Júnior – membro externo (UFU)

Prof. Dr. Robson Shigueaki Sasaki – (IFMG/BambuÍ)

Prof. Dr. Rodrigo Caetano Costa – (IFMG/BambuÍ)

Prof.^a. Dra. Simone Magela Moreira – (IFMG/BambuÍ)

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do IFMG – *Campus* Bambuí

À quem me ensinou, mesmo sem falar, a importância da espera e da vida!
À Bisa Lidi,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, noivo, padrasto e madrasta pela ajuda com o desenvolvimento do protótipo e pelas palavras de incentivo e coragem.

Aos alunos da graduação, Renata Aparecida Pereira e Elvis Eduardo de Lima, que estão desde o início do projeto somando esforços, ajudando sempre que é preciso e agregando conhecimentos. Além da amizade que construímos, isso não tem valor!

Ao prof. Dr. Rodrigo Caetano por mais uma vez contribuir com meus estudos, agregando seus conhecimentos aos meus projetos e pesquisas. Obrigada por estar presente nestas etapas!

À prof^ª. Dra. Tatiana Vaz que além de orientadora tornou-se amiga e alguém em quem inspirar. Me apresentou as sementes e me fez apaixonar por elas, tem me tornado cada vez mais forte com todos os seus outros projetos e tem me mostrado o quão longe eu posso chegar.

Agradeço imensamente ao viveiro Nordeste que doou as sementes que foram utilizadas para os testes no protótipo.

E ao Programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do IFMG - *Campus* Bambuí que junto ao seu corpo docente acrescentou muito aprendizado à minha vida profissional e me tornou uma pessoa mais consciente quanto às relações humanas com o planeta.

Só tenho a agradecer a cada um de vocês!

*“Me recordo de cada flor que veio à tona só porque tive coragem de cuidar da semente.
Só porque não me acovardei, mesmo que tantas vezes com todo medo do mundo.”*

Ana Jácomo

BIOGRAFIA

Discente: Brunna Luyze Tristão de Melo

Filiação: Suelaine de Fátima Tristão

Marcelo Eustáquio de Melo

Naturalidade: Bambuí

Estado: MG

Data de nascimento: 06/07/1990

Informações escolares

Ensino Médio: Escola Estadual “João Batista de Carvalho”

Curso Superior:

Formou-se em 2015 no curso Bacharelado em Engenharia de Produção pelo Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* Bambuí.

Trabalho de Conclusão de Curso tratou-se de um estudo de caso realizado em uma usina sucroenergética no setor de cogeração de energia elétrica tendo como objetivo aumentar a produção de vapor a partir de um secador de biomassa.

Curso de Especialização:

Formou-se em 2017 no Curso de Engenharia de Suprimentos pela Universidade Cândido Mendes com o Trabalho de Conclusão de Curso na área de logística reversa.

Experiência profissional:

- Trabalhou na área de Planejamento e Controle da Produção em uma indústria têxtil (2015) e como Professora Substituta de Desenho Técnico no IFMG – *Campus* Bambuí, período de 2016 a 2017.
- Trabalha desde 10/09/2019 na Raízen sediada em Piracicaba/SP, na área de programação e logística agroindustrial.

RESUMO

MELO, Brunna Luyze Tristão de. **Escarificador de sementes nativas**. Bambuí: IFMG Campus Bambuí, 2019. 38p.

Devido à crescente procura por mudas de espécies florestais nativas para atender aos programas de reflorestamento, cada vez mais necessita-se de tecnologias que atendam às demandas rotineiras dos viveiristas. Dentre inúmeras peculiaridades das sementes de espécies nativas pode-se citar a dormência como um fator limitante para produção de mudas. Assim, para solucionar o problema de escarificação de sementes que apresentem dormência física o presente trabalho tem por objetivo principal: fabricar um escarificador de sementes nativas com capacidade para atender pequenos e médios produtores de mudas. Para conseguir desenvolver esse novo produto, utilizou-se como metodologia testes de qualidade em sementes nativas e a fabricação de um protótipo de baixo custo. Esses testes consistiram em embebição, germinação e umidade, ambos realizados como tratamento controle, com escarificação manual e mecanizado. Após os testes apresentou-se os resultados realizados no protótipo e apontou as adequações que devem ser realizadas para novos testes.

Palavras-chave: Dormência Física. Máquina de Escarificação. Superação de Dormência. Produção de Mudas.

ABSTRACT

MELO, Brunna Luyze Tristão de. **Native Seeds Scarifier**. Bambuí: IFMG Campus Bambuí, 2019. 38p.

Due to the growing demand for saplings of native forest species to supply foment reforestation programs, technologies are increasingly needed to meet the routine demands of nursery owners. Among the many peculiarities of the seeds of native species, it is possible to mention the dormancy as a limiting factor for the production of saplings. Thus, to solve the problem of scarification of seeds with physical dormancy, the present work has as main objective: to make a scarifier of native seeds with capacity to aid small and medium producers of seedlings of native species. In order to be able to develop this new product, it was used as methodology seeds quality tests and the manufacture of a low cost prototype. These tests consisted of seed imbibition, germination and water content, both carried out as control treatment, with manual scarification and mechanized scarification. After the tests the tests were realized in the prototype and pointed out the adjustments that must be made for new tests.

Keywords: Physical Dormancy. Machine. Tests. Production. Seedlings.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- ESPÉCIES SEPARADAS EM QUATRO REPETIÇÕES PARA O TESTE DE UMIDADE	24
FIGURA 2– TESTE DE GERMINAÇÃO EM INCUBADORA. (A) SEMENTES MENORES QUE 1 CM COLOCADAS NA PLACA DE PETRI. (B) SEMENTES MAIORES QUE 1CM ENROLADAS NO PAPEL GERMITEST®.	26
FIGURA 3 – PROTÓTIPO ESCARIFICADOR DE SEMENTES	28
FIGURA 4 - VISÃO SUPERIOR DO RECIPIENTE ONDE PODE-SE VISUALIZAR A PAREDE ABRASIVA E O EIXO COM AS 3 PÁS.	33
FIGURA 5 - VISÃO DAS CATRACAS LIGADAS AO MOTOR	33
FIGURA 6 – VISÃO TOTAL DO PROTÓTIPO	34
FIGURA 7 – SEMENTE DE JATOBÁ COM PARTE DO TEGUMENTO ESCARIFICADO PELO PROTÓTIPO	34
FIGURA 8 – SEMENTE DE JATOBÁ ESCARIFICADAS NO PROTÓTIPO E APÓS O TESTE DE EMBEBIÇÃO. AS SEMENTES ACOMPANHADAS DAS LETRA E EMBEBERAM ÁGUA E AS ACOMPANHADAS DA LETRA D PERMANECEM DURAS.	36
FIGURA 9 – DESENHO DE ALGUMAS ADEQUAÇÕES NECESSÁRIAS AO PROTÓTIPO	39

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1– QUANTIDADE DE SEMENTES POR AMOSTRA DE CADA ESPÉCIE	25
QUADRO 2– TESTE DE UMIDADE REALIZADO EM DIFERENTES LOTES DE SEMENTES. 30	30
QUADRO 3– TESTE DE GERMINAÇÃO REALIZADO COM CINCO ESPÉCIES NATIVAS ... 31	31
QUADRO 4– TESTE DE EMBEBIÇÃO COM DOIS TRATAMENTOS DIFERENTES PARA A SEMENTE JATOBÁ	32
QUADRO 5 – TESTE DE EMBEBIÇÃO COM TRÊS TRATAMENTOS DIFERENTES PARA A SEMENTE JATOBÁ	37
QUADRO 6 - CUSTO DE FABRICAÇÃO DO PROTÓTIPO	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

cm - centímetros

Hz - Hertz

IFMG - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

ISTA - *International Seed Testing Association*

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ONG - Organização Não-Governamental

RAS - Regras para Análise de Sementes

RENAM - Registro Nacional de Matrizes

RENASEM - Registro Nacional de Sementes e Mudas

RNC - Registro Nacional de Cultivares

rpm - Rotação por minuto

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	14
1. INTRODUÇÃO	14
2. JUSTIFICATIVA DO TEMA	15
3. OBJETIVO GERAL	16
3.1 CAPÍTULO I - OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3.2 CAPÍTULO II - OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4. REFERENCIAL TEÓRICO	17
4.1. SITUAÇÃO ATUAL DA PRODUÇÃO DE MUDAS NO BRASIL ¹	17
4.2. PRINCIPAIS DIFICULDADES PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS ¹	18
4.2.1. Coleta de Sementes ¹	18
4.2.2. Transporte e Armazenamento de Sementes ¹	19
4.2.3. A Dormência em Sementes ¹	19
4.3. O QUE É UMA MUDA DE QUALIDADE? ¹	20
4.4. EMPRESA NORDESTA LTDA	21
5. MATERIAL E MÉTODOS	22
5.1. ESTRATÉGIA METODOLÓGICA	22
5.2. TESTES DE QUALIDADE NOS LOTES DAS SEMENTES	23
5.2.1. Teste de umidade	24
5.2.2. Teste de embebição	25
5.2.3. Teste de germinação e escarificação manual.....	26
5.3. CONSTRUÇÃO DO ESCARIFICADOR	27
5.3.1. Testes no protótipo	28
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
6.1. LOTES DE SEMENTES: RESULTADO DO TESTE DE UMIDADE	30
6.2. LOTES DE SEMENTES: RESULTADO DO TESTE DE GERMINAÇÃO	31
6.3. PROTÓTIPO E PRIMEIROS TESTES	32
6.3.1. Análise estatística	37
6.4. ADEQUAÇÕES NECESSÁRIAS NA MÁQUINA.....	38
6.5. CUSTOS DE FABRICAÇÃO DO PROTÓTIPO.....	40
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
CAPÍTULO II - PRODUTO TÉCNICO.....	45

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

Devido à crescente procura por mudas de espécies florestais nativas para atender aos programas de reflorestamento, cada vez mais necessita-se de tecnologias que atendam às demandas rotineiras dos viveiristas. Dentre inúmeras peculiaridades das sementes de espécies nativas pode-se citar a dormência como um fator limitante para produção de mudas.

Existem cinco tipos diferentes de dormência (BASKIN E BASKIN, 2004), sendo a dormência física a que traz mais desafios aos produtores. Esse tipo de dormência deve-se à presença de um tegumento duro, que além de impedir a absorção de água pela semente, restringe, também o suprimento adequado de oxigênio e as atividades respiratórias no embrião que fornecem energia para os processos metabólicos básicos na germinação (MEDEIROS FILHO et al., 2002; VASCONCELOS et al., 2010). Apesar de ser considerada benéfica para a sobrevivência das espécies vegetais, para o viveirista a dormência é um processo prejudicial à produção de mudas e necessita ser superada, a fim de se obter emergência significativa e uniforme. Para que a dormência física possa ser superada, os viveiristas utilizam de um processo chamado escarificação, no qual rompe-se a barreira impermeável e a semente passa a embeber água e outros suprimentos necessários à germinação.

Segundo Gama et al. (2011), dentre os métodos mais utilizados para superar a dormência tegumentar pode-se citar a escarificação manual com lixa, imersão em água a diversas temperaturas, imersão em ácido sulfúrico, calor seco e frio. Esses métodos são onerosos, demandam muito tempo do colaborador e alguns não são seguros. Ainda vale ressaltar que os métodos diferentes da escarificação não são tão eficientes.

Pensando em melhorar os métodos utilizados, objetivou-se em aumentar a produtividade e segurança mecanizando o processo. A mecanização da escarificação trará aos viveiristas benefícios como ganho de eficiência e segurança. Além de ajudar na produção de mudas de espécies que deixam de ser plantadas pela dificuldade no seu processo germinativo, devido à necessidade de escarificação.

2. JUSTIFICATIVA DO TEMA

Os viveiristas utilizam como tratamento para superar as sementes nativas com dormência física a escarificação manual, onde realiza-se o procedimento com uma semente por vez. Esse procedimento demanda muito tempo, causando prejuízos ao processo produtivo e a possibilidade de não execução, deixando de produzir em viveiros certas espécies nativas. O que justifica o presente trabalho, buscar outras formas de escarificação que seja mais rápida que a convencional.

Dessa forma, criou-se um protótipo que escarifica de uma só vez em um determinado tempo certa quantidade de sementes nativas enquanto o colaborador do viveiro pode exercer outras funções no período.

3. OBJETIVO GERAL

O projeto tem por objetivo principal:

- Construir um esscarificador de sementes nativas com capacidade para atender pequenos e médios produtores de mudas de espécies nativas.

3.1 Capítulo I - Objetivos específicos

- Criar um projeto técnico do esscarificador juntamente com seus devidos custos de fabricação;
- Determinar quais os materiais de reuso podem ser utilizados na fabricação do protótipo;
- Determinar, através de revisão de literatura, quais as sementes com dormência física podem ser utilizadas no esscarificador;
- Testar a eficiência do esscarificador através de testes de qualidade e embebição de sementes.

3.2 Capítulo II - Objetivos específicos

- Ensinar aos usuários como instalar e manusear o esscarificador, alertando-os quanto aos perigos existentes;
- Apresentar as partes do protótipo, suas funções e especificações técnicas;
- Dar dicas e sugestões quanto ao descarte consciente.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Situação Atual da Produção de Mudanças no Brasil ¹

A produção de mudas de espécies nativas envolve a disponibilidade de área para cultivo, a seleção e a certificação de plantas matrizes, a coleta das sementes, o beneficiamento, o armazenamento e o controle de qualidade, para que o viveiro possa atender ao padrão normativo, estabelecido por Lei. Sobre esse assunto, a Legislação Brasileira teve um significativo avanço, em 2003, com a Lei Federal nº 10.711; que versa sobre as atividades relativas à produção e comercialização de sementes e mudas, no país. Essa Legislação instituiu o RENASEM – Registro Nacional de Sementes e Mudanças; o RENAM – Registro Nacional de Matrizes; e, o RNC – Registro Nacional de Cultivares (BRASIL, 2003). Todos os produtores de mudas que quiserem produzir mudas ou sementes devem se inscrever no RENASEM, com o objetivo de habilitarem-se na prática das atividades, relacionadas à produção.

Em 2011, o MAPA emitiu a Instrução Normativa nº 56, que regulamenta a produção, comercialização e utilização de sementes e mudas de espécies florestais nativas e exóticas, com intuito de garantir a procedência, a qualidade e a identidade desse material (BRASIL, 2011). Como a Lei é feita para todos os produtores, independentemente da sua escala de produção, o pequeno produtor tem dificuldades em atender a todas as exigências que lhe são impostas. Na pesquisa realizada por Silva et al. (2015), os autores apresentam os gargalos existentes na produção e comercialização de sementes e mudas nativas: a Normativa não distingue espécies exóticas de nativas; não exigindo tanto controle para a segunda; o site do RENASEM possui um caráter muito burocrático; e, tem restrição a certos profissionais para exercer a função de responsável técnico; além de custos elevados para a regularização; ou seja, muita burocracia em relação ao coletor de sementes; à quantidade de notas fiscais, desde a coleta; à demora dos testes de germinação de sementes; e, à lista limitada de sementes florestais nativas, com padrões de análises definidos. Assim, após entrevista, com diferentes atores ligados ao processo de produção, que incluem viveiristas, pesquisadores, membros de ONGs e da Comissão do RENASEM, entre outros, chegou-se à conclusão que a Lei deixa a desejar no que diz respeito ao pequeno produtor. Estes não têm condições de atender a certas exigências, apesar da Legislação de sementes e mudas florestais ter tido um avanço, na tentativa de

¹Tópico do capítulo DIFICULDADES EM PRODUZIR SEMENTES E MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS NO BRASIL, de autoria de Brunna Luyze Tristão de Melo, Renata Aparecida Pereira, Elvis Eduardo de Lima e Tatiana Arantes Afonso Vaz, publicado no Livro Agronegócio Brasileiro Produtivo e Inovador, Editora Composer, Uberlândia/MG:2018.

organizar a cadeia de produção das espécies nativas. Já no relatório apresentado pelo IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2015), outros gargalos de produção são apresentados; segundo os viveiristas e coletores do estado do Rio de Janeiro, os principais obstáculos para a coleta de sementes, para a produção e comercialização de mudas de espécies nativas da Mata Atlântica são a falta de mão de obra capacitada, a divulgação, a estrutura para produção; e, as sementes de qualidade, disponíveis no mercado.

4.2. Principais Dificuldades para a Produção de Mudanças de Espécies nativas¹

4.2.1. Coleta de Sementes ¹

Essa etapa é primordial para a manutenção dos viveiros, pois, a partir dela, obtêm-se sementes com características específicas de certas regiões; possibilitando a manutenção da diversidade florística e genética local. Porém, há dificuldade de se obter variabilidade genética ideal, devido, frequentemente, à coleta de sementes ocorrer em matrizes muito próximas e em número insuficiente, para garantir a diversidade esperada (REIS; TRES; SCARIOT, 2007; SAUTU et al., 2006; SILVA; SILVA; MARTINS, 2014 apud SOUZA, 2017).

De acordo com Vieira et al. (2001), a coleta pode ser feita de três maneiras:

- a) Direto da Árvore:** Quando os frutos são muito pequenos ou muito leves; frutos deiscentes de sementes pequenas; e, ou, leves que se abrem, quando, ainda, na árvore; pois se perderiam no chão ou seriam levadas pelo vento.
- b) Coleta do Chão:** No caso de frutos grandes e pesados, que caem sem se abrirem; ou, no caso de sementes grandes que são, facilmente, coletadas; e, que não apresentam riscos de serem disseminadas pelo vento. Entretanto, expõe a semente à predação; reduzindo a disponibilidade de sementes e afetando a sua qualidade.
- c) Secagem:** É empregada para a extração da semente, do interior do fruto; e, posteriormente, para a redução do conteúdo de umidade das sementes, a um teor adequado ao acondicionamento.

O método mais eficiente é aquele que consegue coletar maior quantidade de sementes, com menor custo; sem reduzir a qualidade da semente; na segurança da equipe; e, sem prejudicar a futura produção de sementes da matriz e a sucessão natural da área. Um cuidado a ser tomado é a não retirada total das sementes da matriz, para que não haja

¹Tópico do capítulo DIFICULDADES EM PRODUZIR SEMENTES E MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS NO BRASIL, de autoria de Brunna Luyze Tristão de Melo, Renata Aparecida Pereira, Elvis Eduardo de Lima e Tatiana Arantes Afonso Vaz, publicado no Livro Agronegócio Brasileiro Produtivo e Inovador, Editora Composer, Uberlândia/MG:2018.

comprometimento em sua regeneração natural. Esse cuidado deve ser redobrado quando se tratar de fragmentos florestais, pois o equilíbrio entre os agentes dispersores e predadores é frágil (FIGLIOLIA E AGUIAR, 1993; NOGUEIRA E MEDEIROS, 2007).

4.2.2. Transporte e Armazenamento de Sementes¹

Depois da coleta, o transporte deve ser feito o mais breve possível para o local onde as sementes serão beneficiadas e armazenadas. É importante que seja feita a identificação das embalagens, por meio de etiquetagem; contendo o nome da espécie, o número da matriz ou a população; a data; o nome do coletor; a data e o local de coleta. Essas informações são importantes para manter a identidade da matriz ou a população e formação do lote de sementes.

Depois de transportadas, as sementes precisam ser beneficiadas, secas (quando adequado); e, em seguida, armazenadas; evitando-se a sua deterioração. O armazenamento é realizado em câmaras frias e em câmaras secas, de acordo com a temperatura e a umidade adequadas, a cada espécie (para mais detalhes ver Rodrigues Junior e Vaz, 2016; e Vaz et al., 2017).

As espécies vegetais que produzem sementes podem ser agrupadas em uma das três categorias, de acordo com o seu comportamento de armazenamento: recalcitrante (intolerante à dessecação e ao armazenamento em baixas temperaturas); intermediária (parcialmente tolerante à dessecação e sensível a baixas temperaturas); ou, ortodoxa (tolerante à dessecação e ao armazenamento em baixas temperaturas). Há dois aspectos práticos de comportamento de armazenamento de sementes: primeiro, o efeito da dessecação, na viabilidade das sementes; e, segundo, a resposta da longevidade das sementes, no ambiente de armazenagem (HONG E ELLIS, 1996).

Devido à alta diversidade florística e genética dos ecossistemas brasileiros, esses aspectos, acima citados, precisam ser estudados individualmente, para cada espécie; o que pode fazer com que pequenos produtores, ou produtores sem acesso ao conhecimento científico, percam grande investimento de tempo e dinheiro nos procedimentos pós-coleta; inviabilizando a propagação de determinadas espécies, com especificidades de armazenagem.

4.2.3. A Dormência em Sementes¹

Algumas espécies retardam a germinação de suas sementes até que as condições do ambiente estejam adequadas para o estabelecimento e a sobrevivência das plântulas;

¹Tópico do capítulo DIFICULDADES EM PRODUZIR SEMENTES E MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS NO BRASIL, de autoria de Brunna Luyze Tristão de Melo, Renata Aparecida Pereira, Elvis Eduardo de Lima e Tatiana Arantes Afonso Vaz, publicado no Livro Agronegócio Brasileiro Produtivo e Inovador, Editora Composer, Uberlândia/MG:2018.

mecanismo denominado Dormência. Este constitui-se numa estratégia benéfica às espécies, pela distribuição da germinação ao longo do tempo; aumentando, assim, a probabilidade de sobrevivência das espécies. Segundo Baskin e Baskin (2014), as sementes que possuem essa incapacidade de germinar podem possuir a Dormência, conferida ao embrião ou às estruturas externas a ele. Sendo, assim, classificadas, como: 1) Fisiológica: Quando o embrião não tem potencial de crescimento para germinar; 2) Morfológica: Relacionada ao tamanho e ao desenvolvimento do embrião; 3) Morfofisiológica: Combinação dos dois tipos 1 e 2; 4) Física: Quando o fruto ou a semente são impermeáveis à água; e, 5) Combinada: Combinação entre a física e a fisiológica. (BASKIN E BASKIN, 2004)

Em um grande número de espécies nativas, a Dormência de sementes é um fato comum; sendo esta, em condições naturais, de grande valor por ser um mecanismo de sobrevivência da espécie. No entanto, passa a ser um transtorno, quando as sementes são utilizadas para a produção de mudas, em razão do longo tempo necessário para que ocorra a germinação; expondo-as a condições adversas e a grandes possibilidades de predação, ataques de fungos e outros patógenos; atrapalhando ou impedindo o estabelecimento das plântulas (BRUNO et al, 2001). Os principais métodos de superação de Dormência de sementes são: imersão em água quente, escarificação mecânica e química, estratificação térmica, imersão em soluções de giberelina, etc. Para mais detalhes, ver Rodrigues-Junior e Vaz (2016).

4.3. O que é uma Muda de Qualidade? ¹

Além dos processos de coleta, transporte, beneficiamento e armazenamento das sementes, citados acima, outros fatores, também, podem influenciar na qualidade de mudas nativas. Segundo Carneiro (1995), mudas de qualidade são aquelas que, após o plantio, apresentem resistência a condições adversas que passarão no campo. Tanto o potencial genético, como a nutrição, o controle fitossanitário, o manejo de produção (substrato, recipiente, aclimatização, irrigação, temperatura, densidade) são fatores que interferem na qualidade final das mudas produzidas (HOPPE e BRUN, 2004).

O processo de controle de qualidade utiliza parâmetros morfológicos e fisiológicos, em uma análise conjunta. Os parâmetros morfológicos são os mais práticos e fáceis de serem aferidos; e, por isso, são os mais utilizados, na determinação da

¹Tópico do capítulo DIFICULDADES EM PRODUZIR SEMENTES E MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS NO BRASIL, de autoria de Brunna Luyze Tristão de Melo, Renata Aparecida Pereira, Elvis Eduardo de Lima e Tatiana Arantes Afonso Vaz, publicado no Livro Agronegócio Brasileiro Produtivo e Inovador, Editora Composer, Uberlândia/MG:2018.

qualidade. Estes são avaliados em viveiro; fase importante do desenvolvimento da planta, onde as mudas estão sujeitas a sofrerem interferências abióticas e bióticas, no seu desenvolvimento. Os parâmetros morfológicos mais utilizados para classificar a qualidade de mudas são altura de parte aérea, diâmetro do coleto, peso de matéria fresca e seca da parte aérea e raízes, a relação entre o diâmetro do coleto e a matéria seca de raiz, dentre outros (CARNEIRO, 1995). Apesar desses parâmetros serem amplamente utilizados, não existe, hoje, uma convenção de parâmetros para se considerar uma muda de espécie nativa como ideal. Então, os viveiristas costumam utilizar índices designados para espécies de interesse econômico, como eucaliptos, pinus, etc.

Apesar dos benefícios da utilização de parâmetros morfológicos para inferir a qualidade de uma muda, os parâmetros fisiológicos podem apresentar respostas mais assertivas quanto a essa questão. Carneiro (1995), cita como parâmetros fisiológicos, o potencial hídrico das folhas, a ecofisiologia das raízes e o estado nutricional da muda. Contudo, tal avaliação demanda tempo para a realização dos testes que, geralmente, são destrutivos (as plantas utilizadas são separadas em partes para a realização das análises), exige acesso à equipamentos especializados; além de treinamento para utilizá-los e se fazer a leitura dos resultados. Tudo isso restringe o acesso dos viveiristas a essas informações; especialmente, àqueles que possuem pequenos viveiros.

4.4. Empresa Nordeste LTDA

O Viveiro de Mudas Nordeste LTDA foi fundado no ano de 2009, com o objetivo de desenvolver e executar projetos que visam à defesa, preservação, conservação do meio ambiente e promoção do desenvolvimento sustentável, especialmente quanto às florestas ameaçadas e de elevado interesse socioambiental. Situado na cidade de Arcos - Minas Gerais, o viveiro produz anualmente 500 mil mudas nativas e conta com equipe técnica especializada na identificação de matrizes, coleta e beneficiamento de sementes. Possui em sua estrutura um banco de sementes com mais de 150 milhões de unidades de 130 espécies nativas dos biomas Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga (SITE DA EMPRESA NORDESTA, 2019).

¹Tópico do capítulo DIFICULDADES EM PRODUZIR SEMENTES E MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS NO BRASIL, de autoria de Brunna Luyze Tristão de Melo, Renata Aparecida Pereira, Elvis Eduardo de Lima e Tatiana Arantes Afonso Vaz, publicado no Livro Agronegócio Brasileiro Produtivo e Inovador, Editora Composer, Uberlândia/MG:2018.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Estratégia metodológica

Quanto à natureza, o estudo pode ser classificado como pesquisa aplicada, devido a construção de um novo equipamento visando a escarificação de sementes. O projeto tem por objetivo final a construção de uma máquina capaz de escarificar sementes nativas com dormência física, resolvendo um problema específico dos produtores de mudas. Para a elaboração da máquina foram realizados estudos experimentais e demonstrativos para comprovação da qualidade dos lotes e eficácia da máquina. Esses estudos foram realizados a partir de testes padronizados na literatura de onde foram tirados todos os suportes de como devem ser realizados como, por exemplo, testes de germinação, de umidade, entre outros que se mostraram necessários. Apesar de utilizar metodologia padrão, a pesquisa não é de base devido ao carácter de inovação do produto a ser gerado. Os estudos realizados foram apenas complementares ao desenvolvimento do novo processo.

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, as análises podem ser classificadas em qualitativas e quantitativas. Para chegar ao problema do projeto, fez necessário utilizar de uma abordagem qualitativa, conhecer o processo de produção e manutenção das mudas nativas, conhecer quais as formas utilizadas na escarificação das sementes bem como as maiores dificuldades com o procedimento. Assim, a máquina deve ser fabricada de forma que sua parte abrasiva retire apenas parte do tegumento sem que prejudique o embrião da semente. Diante do conhecido, a pesquisa passa a ser quantitativa no que tange as análises da qualidade das sementes submetidas aos testes, bem como na comprovação da eficácia da máquina. Os resultados foram demonstrados utilizando-se de recursos estatísticos para que não ocorra imparcialidade e manipulação dos dados.

De acordo com os objetivos, a metodologia classifica-se em exploratória e explicativa, pois, como dito anteriormente, precisou-se conhecer o cotidiano dos viveiristas de mudas para saber qual o principal problema de germinação de sementes que eles possuem. Além de obter essa informação a partir de meios teóricos deve-se realizar métodos experimentais após a investigação para obtenção de um novo método.

Quanto aos procedimentos, a metodologia tem carácter de pesquisa bibliográfica, pesquisa experimental e pesquisa-ação. Para realizar todos os testes, conhecer as

dificuldades encontradas e também conhecer quais os procedimentos utilizados para quebrar a dormência física das sementes nativas, precisou-se fazer uma busca de trabalhos já realizados e publicados. Com o propósito de conhecer as tecnologias capazes de fazer o serviço também buscou-se por patentes obtidas e registradas. Para que o projeto fosse colocado em prática selecionou-se qual o objeto de estudo em questão (sementes nativas com dormência física) e quais os testes que serão necessários para se conhecer o lote obtido, fazendo todos os controles necessários para que não haja erro na execução do produto final. E a classificação como pesquisa-ação se deve ao fato de buscar promover a solução de um problema coletivo a partir da elaboração da máquina com a participação de um ou mais produtores. Existe uma parte da metodologia que pode ser considerada, também, como pesquisa participante, onde há o envolvimento de outros alunos no auxílio dos testes.

5.2. Testes de qualidade nos lotes das sementes

Para garantir a eficiência da máquina, realizaram-se testes nos lotes das sementes atestando sua qualidade. Uma semente que já não tenha embrião, que tenha sido armazenada de maneira incorreta ou não coletada no tempo certo para sua armazenagem não é uma semente que germinará em condições favoráveis. Devido a esses fatores, as sementes foram submetidas, em laboratório, aos testes de umidade, de embebição e germinação de acordo com as normas da ISTA – *International Seed Testing Association* (ISTA, 2004).

Os testes foram realizados no Laboratório de Tecnologia de Sementes (LABTS) do IFMG - *Campus Bambuí*. Inicialmente, foram utilizadas sementes de nove espécies nativas: Mandioqueira (*Qualea paraensis*), Sucupira Preta (*Diploptropis purpurea*), Tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*), Tamboril Chimbo (*Enterolobium contortisiliquum*), Jatobá (*Hymenaea courbaril*), Jacarandá Canzil (*Platypodium elegans*), Jacarandá Roxo (*Machaerium villosum*), Bico de Pato (*Machaerium nycitans*) e Tento Carolina (*Adenantha pavonina*), as quais foram doadas pelo viveiro de mudas Nordeste por meio de parceria entre a empresa e o IFMG - *campus Bambuí*.

Os nove tipos de espécies testados foram escolhidos devido a característica morfológica das sementes (ou frutos), dormência física. Todas possuem essa mesma morfologia, mas com características morfológicas de tamanho e estrutura geométrica

diferentes, o que amplia o teste quanto ao escarificador a ser desenvolvido, ou seja, garantindo sua eficiência quanto a diferentes espécies que possam a vir a ser escarificadas.

Devido as sementes serem doadas e a capacidade de escarificação do protótipo ser grande, o que necessita de muitas sementes principalmente aquelas de tamanho menor que 1 cm, o número de espécies testadas foram reduzindo. Por fim, escolheu-se a espécie (Jatobá) que tinha maior quantidade no seu lote para fazer todos os testes, inclusive no escarificador.

5.2.1. Teste de umidade

Para o teste de umidade utilizou-se o método da estufa à 103 °C por 17 horas (ISTA, 2004) através de balança de precisão, papel alumínio e estufa. Primeiramente confeccionou-se recipientes com o papel alumínio (Figura 1).

Figura 1- Espécies separadas em quatro repetições para o teste de umidade



Fonte: Arquivo da Autora.

Os recipientes foram pesados de modo a obter uma tara (T) e organizados em quatro repetições (R1, R2, R3 e R4) com diferentes quantidades de sementes dependendo da espécie (Quadro 1), utilizando-se como critério o tamanho das sementes, a disponibilidade de sementes (quantidade) e peso obtido em cada amostra.

Quadro 1– Quantidade de sementes por amostra de cada espécie

Espécie	Repetição
Mandioqueira	20 sementes
Sucupira Preta	20 sementes
Tamboril	20 sementes
Tamboril Chimbo	5 sementes
Jatobá	3 sementes
Jacarandá Canzil	4 sementes
Bico de Pato	5 sementes
Jacarandá Roxo	4 sementes
Tento Carolina	10 sementes

Fonte: Elaborado pela Autora.

Após colocadas nos recipientes, as sementes foram pesadas e anotado o peso úmido mais o peso do recipiente (T+PU) e em seguida acondicionadas em estufa de secagem a 103°C por 17 horas. Com as amostras secas pesou-se novamente todas as repetições e anotou-se o peso seco mais a tara (T+PS). E, por fim, calculou-se a porcentagem de água existente nas sementes de cada espécie (Equação 1).

$$U\% = \frac{(T+PU)-(T+PS)}{(T-PU)} \times 100 \quad (\text{Eq.1})$$

Em que:

U%: Porcentagem de umidade presente na semente;

T: Peso do recipiente de alumínio confeccionado, tara (g);

PU: Peso úmido, semente antes de ser seca na estufa (g);

PS: Peso seco, semente após passar pelo processo de secagem (g).

5.2.2. Teste de embebição

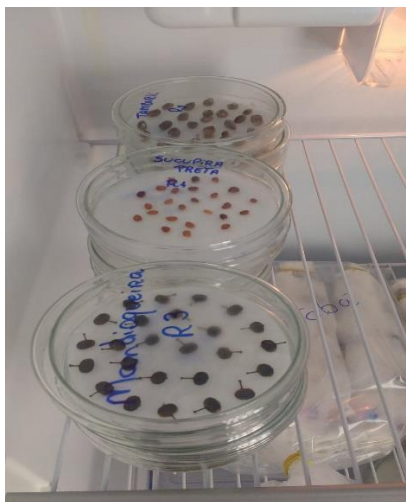
Para verificar a existência de dormência física e, posteriormente, a eficiência da máquina no processo de escarificação, as sementes foram submetidas ao teste de embebição em condição de germinação (descrita posteriormente). Uma vez que a semente com dormência física não absorve água, o teste de embebição visa identificar a presença deste tipo de dormência nas sementes. Sementes que não absorvem água serão caracterizadas como tendo dormência física, enquanto que aquelas que absorvem água não apresentam esta dormência.

Para isso, 10 sementes de cada espécie foram pesadas individualmente em balança de precisão e seu peso inicial anotado. Novas pesagens foram feitas a cada 12 horas até completar 48 horas ou a completa embebição.

5.2.3. Teste de germinação e escarificação manual

Para realização do teste de germinação foram utilizadas caixas Gerbox®, placas de Petri, papel Germitest®, água destilada, sacos plásticos e incubadora. As sementes foram distribuídas em quatro repetições de 25 sementes cada, envolvidas em 3 unidades de papel Germitest® umedecidos com água destilada ou mantidas em placas de Petri contendo duas camadas de papel de germinação umedecidos. A metodologia de acondicionamento das sementes foi determinada de acordo com seu tamanho sob temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas luz e 12 escuro, Figura 2, conforme metodologia proposta por RAS (2009).

Figura 2– Teste de germinação em incubadora. (A) Sementes menores que 1 cm colocadas na placa de Petri. (B) Sementes maiores que 1cm enroladas no papel Germitest®.



(A)



(B)

Fonte: Arquivo da Autora.

Sementes < 1 cm foram acondicionadas em placas de Petri (Figura 2A), já as sementes > 1 cm foram acondicionadas em rolo de papel Germitest® (Figura 2B). Em seguida foram colocadas na incubadora dentro de sacos plásticos e acompanhadas até que todas as sementes germinassem ou morressem.

Concomitantemente, realizou-se a escarificação manual das sementes utilizando uma lixa para parede nº60. Esse tipo de escarificação é realizado friccionando uma semente por vez, do lado oposto ao hilo, contra a lixa até que se retire parte do tegumento e não devendo haver prejuízo ao embrião. Logo após elas foram submetidas às mesmas condições de germinação (temperatura e fotoperíodo) descritas anteriormente. Assim, é possível determinar, juntamente com os dados do teste de embebição, se as espécies escolhidas estão mortas, metabolicamente ativas ou dormentes fisicamente.

5.3. Construção do escarificador

Realizou-se uma pesquisa para se ter conhecimento de todos os processos de escarificação mecânica já existentes, manuais e mecanizados. Essa pesquisa foi realizada na literatura e, também, no banco de patentes.

A partir de um *brainstorming* definiu-se o grupo amostral de sementes que a máquina irá trabalhar (sementes nativas com dormência física), o tipo de material e os componentes utilizados na máquina. A discussão das ideias ocorreu entre a autora desse projeto que é bacharel em engenharia de produção, entre a orientadora que é bióloga, o coordenador que é engenheiro mecânico e dois alunos de graduação, um graduando em engenharia de produção e o outro em agronomia.

Para a criação do protótipo utilizou-se materiais de baixo custo: um torrador de café manual, motor elétrico (Motor de Indução Monofásico, 1740 rpm, 60 Hz), engrenagens (2 de diâmetro de 20 cm e 1 de diâmetro de 6 cm) e corrente, barra de ferro e 2 rolamentos para a construção do eixo e pás, ferro para a construção da base de sustentação e lixa ferro nº 40 (para criar uma parede abrasiva dentro do recipiente). Utilizou-se solda para ligar as partes fixas e parafusos para fixar o motor na base. Para a parte elétrica do motor foram utilizados 3 metros de fios elétricos paralelos e um interruptor liga/desliga.

A característica do motor elétrico utilizado, é de alto torque e baixa rotação (1740 rpm). Em ensaios preliminares, durante o desenvolvimento do protótipo, observou-se que a rotação da máquina estava alta. As sementes por força centrífuga ficavam presas as laterais do recipiente e não eram forçadas contra a parede abrasiva de lixa. Utilizou-se mecanismos de transmissão de potência, composto por pares de engrenagens de modo a

reduzir a rotação final. Os pares de engrenagens utilizados foram de 20 e 6 cm de diâmetro.

A partir da construção do protótipo (Figura 3) e de todos os testes, fez-se um projeto mecânico com as melhorias que devem ser realizadas na máquina, visto que agora tornou-se possível o conhecimento da capacidade da utilização de equipamentos de reuso na confecção deste novo equipamento e/ou as mesmas dimensões técnicas desses.

Figura 3 – Protótipo escarificador de sementes



Fonte: Arquivo da Autora.

5.3.1. Testes no protótipo

Os testes no protótipo foram realizados com duas espécies de sementes nativas de tamanhos e durezas diferentes. O Jatobá que é uma semente de tamanho maior e o Tento Carolina, semente menor e de dureza maior. As duas sementes foram escolhidas devido a viabilidade, permeabilidade e quantidade disponíveis das sementes. Para ambas as sementes foram feitos testes com diferentes quantidades, para se ter ciência da quantidade suportada pelo recipiente, bem como o efeito que as pás junto ao eixo promovem ao lançar as sementes contra as paredes abrasivas. Neste teste avaliou também o tipo de material abrasivo que deveria ser utilizado.

Após o período de funcionamento na máquina, escolheu-se sementes aleatoriamente e verificou-se a existência de escarificação ou mesmo de ranhuras no tegumento por observação visual e em uma lupa. E, por fim, fez-se o teste de embebição e germinação em todas as sementes e, neste primeiro momento, não fez-se nenhuma contagem e análise estatística.

Em um segundo momento, já sabendo a quantidade suportada pelo recipiente do protótipo, fez-se novamente o teste com a semente do Jatobá. Realizou-se dois testes com quantidades e tempos diferentes. Escarificou na máquina 40 sementes durante 10 minutos e 60 sementes durante 5 minutos.

Os dados obtidos no tratamento controle, lixa e máquina foram submetidos às análises de normalidade (Shapiro Wilk) e homogeneidade (Bartlett) e, em seguida, ao Modelo Linear Generalizado num intervalo de 95% de confiança. As variações nas médias foram comparadas utilizando o teste Scott Knott também num intervalo de 95%. Todas as análises foram conduzidas no software R for Windows.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tópico de resultados e discussão é uma parte da pesquisa onde é retratada a construção e uso do protótipo bem como sua eficácia diante da espécie de semente testada. Além disso, nesse item apresenta-se os resultados dos testes de qualidade de nove espécies disponíveis desde quando iniciou-se o processo de construção do escarificador.

6.1. Lotes de sementes: resultado do teste de umidade

Para conhecer as características fisiológicas das sementes armazenadas, o primeiro teste realizado foi o de umidade. O teor de água nas espécies pode demonstrar se a semente pode ter dormência física, ou seja, uma semente dormente possui um metabolismo muito baixo e uma das causas é o baixo teor de umidade devido ao seu estágio de desenvolvimento na época de dispersão (sementes ortodoxas).

O Quadro 2 demonstra os resultados obtidos com nove lotes de espécies diferentes e como pode ser observado todos os níveis de umidade são baixos.

Quadro 2– Teste de umidade realizado em diferentes lotes de sementes

Testes de Umidade	
Espécie	Teor médio de Umidade (%)
Mandioqueira	7,7
Sucupira Preta	8,2
Tamboril	3,7
Jatobá	7,8
Tamboril Chimbo	5,9
Jacarandá Canzil	9,0
Bico de Pato	11,3
Jacarandá Roxo	8,5
Tento Carolina	9,4

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Esse teor de umidade baixo demonstra que as sementes estão com baixo nível metabólico, mas também é uma característica que a semente está inviável, ou seja, morta. Para garantir que essa condição é de dormência precisou realizar o teste de germinação avaliando, assim, se o embrião está com o metabolismo inativo apenas precisando de nutrientes para reativá-lo.

6.2. Lotes de sementes: resultado do teste de germinação

Juntamente com o teste de umidade, foram feitos testes de germinação em sementes com e sem tratamento. O quadro 3 demonstra o resultado da avaliação do teste de germinação de cinco lotes de diferentes espécies para verificar a viabilidade. O resultado foi obtido durante onze dias de teste (período no qual todas as sementes germinaram ou morreram) em que as sementes estiveram recebendo as mesmas condições necessárias ao desenvolvimento: água, temperatura (25°C) e fotoperíodo (12 horas luz e 12 escuro).

Quadro 3– Teste de Germinação realizado com cinco espécies nativas

Espécie	Repetição	Expostas	Germinadas	Mortas	Duras
Mandioqueira	4	25	0%	0%	100%
Sucupira Preta	4	25	4%	15%	81%
Tamboril	4	25	6%	5%	89%
Tamboril Chimbó	4	25	3%	7%	90%
Jatobá	4	25	8%	1%	91%

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

Como pode ser observado o lote de sementes de Mandioqueira não obteve nenhuma semente germinada ou morta. Após esse resultado precisou-se fazer outros testes nessa espécie constatando que o lote testado não estava viável, pois a semente não possuía formação de embrião, ou seja, a semente estava vazia. Dessa forma, esse lote não seria útil para os testes seguintes no protótipo. Já as outras espécies estavam viáveis e pela demora na germinação pode-se indicar que as espécies possuem dormência e não recebem água o que elevariam o seu metabolismo ocasionando à germinação. Os testes de embebição confirmaram ou não a presença de dormência física.

Como o primeiro teste nos lotes indicou a possibilidade de dormência nas sementes, fez-se um segundo teste de germinação. Utilizando uma espécie, Jatobá, fez-se o teste com e sem tratamento, chegando-se nos resultados do quadro 4.

Quadro 4– Teste de embebição com dois tratamentos diferentes para a semente Jatobá

Tratamento	Expostas	Repetição	Embebidas	Duras
Controle	25	4	9%	91%
Lixa	25	4	88%	12%

Fonte: Elaborado pela Autora (2019)

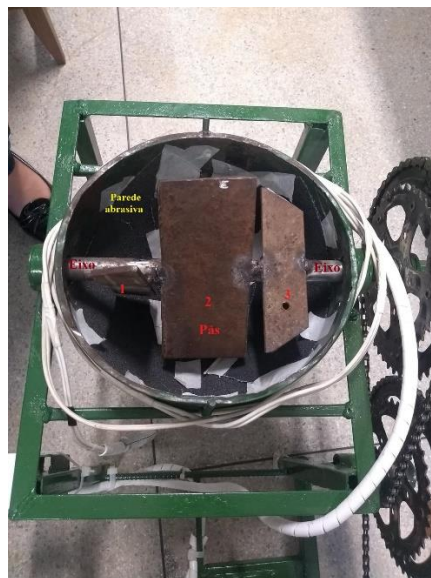
Como pode ser observado no quadro 4, as sementes de Jatobá, no período de 48 horas, com o tratamento de escarificação manual, utilizando uma lixa, 88% das sementes expostas em média embeberam água nas 4 repetições. Enquanto que a mesma espécie sem nenhum tratamento, recebendo as mesmas condições a maioria continua dura e poucas embeberam (9%).

Após esse teste, comprovou-se que as sementes possuem dormência física, ou seja, possuem uma barreira em seu tegumento que impede que elas recebam água, demorando mais tempo para que ocorra a germinação. Assim, todos os lotes de Jatobá testados possuem dormência e estão viáveis para serem testados na máquina.

6.3. Protótipo e primeiros testes

Com a junção dos materiais selecionados para a criação do protótipo conseguiu-se desenvolver um produto com um recipiente esférico de paredes internas abrasivas e com eixo de 3 pás que arremessam as sementes contra essas paredes forçando o trabalho de escarificação. Na Figura 4 pode-se observar o recipiente aberto, sua tampa abrange metade do seu volume e também possui parede abrasiva.

Figura 4 - Visão superior do recipiente onde pode-se visualizar a parede abrasiva e o eixo com as 3 pás



Fonte: Arquivo da Autora.

O motor original possuía uma rotação de 1740 rpm o que não era uma rotação ideal para o trabalho que o escarificador deveria desenvolver. Dessa forma reduziu-se quatro vezes essa rotação com o auxílio de 3 engrenagens e uma corrente, como demonstrado na Figura 5, passando a desenvolver uma rotação de 435 rpm.

Figura 5 - Visão das catracas ligadas ao motor



Fonte: Arquivo da Autora.

Para o motor ser acionado foi realizada ligação elétrica com colocação de interruptor liga/desliga. Recipiente e motor possuem base de ferro fixa interligados, ficando o motor mais abaixo que o recipiente. (Figura 6)

Figura 6 – Visão total do protótipo



Fonte: Arquivo da Autora.

Os primeiros testes foram realizados com o Jatobá e o Tento Carolina, duas sementes de tamanho e dureza diferentes, para avaliar a rotação, quantidade de sementes e o tipo de material abrasivo. O Jatobá teve seu tegumento escarificado (figura 7) e o Tento Carolina sofreu ranhuras em seu tegumento. Quando submetidas aos testes de embebição e germinação 100% das sementes das duas espécies embeberam água.

Vale ressaltar que neste caso não coletou-se dado de peso dia a dia e, somente, fez-se observações visuais da embebição e germinação das sementes de ambas espécies.

Figura 7 – Sementes de Jatobá com parte do tegumento escarificado pelo protótipo



Fonte: Arquivo da Autora.

Os primeiros testes mostraram qual a rotação ideal do motor, a quantidade ideal de sementes de cada espécie, que varia de acordo com a espécie, a capacidade que o recipiente suporta e fatores de segurança que o escarificador deve se adequar. Os testes foram realizados colocando diferentes quantidades de sementes, com a quantidade colocada analisou se havia também escarificação utilizando uma lixa de parede e de ferro de diferentes granulações e, também, se a rotação era ideal para o trabalho proposto pelo protótipo.

Em seguida, realizou-se testes para comprovar a eficácia do protótipo, os quais foram realizados com o Jatobá. Apenas visualmente não torna-se possível avaliar a eficiência e o quanto o tegumento da semente sofreu ranhuras que permitem a entrada de água para ativar seu metabolismo. Com observações realizadas, poucas sementes haviam retirado de parte do tegumento o que inviabilizava o protótipo e então colocou-se as 40 sementes no teste de embebição, após 48 horas obteve-se o resultado demonstrado na figura 8. Quando a parte do tegumento é retirada na escarificação é fácil identificar visualmente, já quando há ranhuras não se consegue provar que abriu algum canal de entrada de água no tegumento. Diante disso fez-se necessário avaliar com testes de embebição.

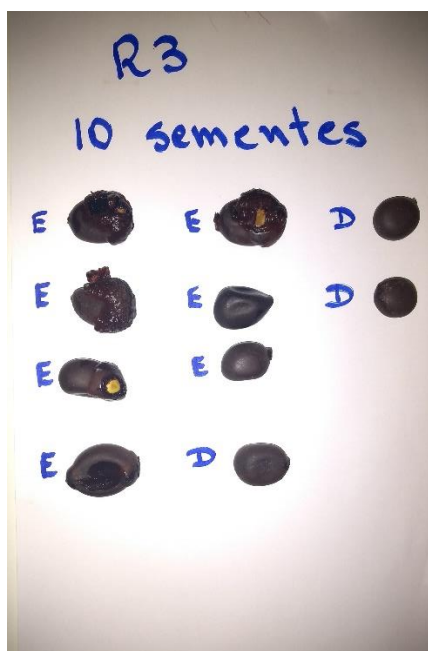
Figura 8 – Sementes de Jatobá escarificadas no protótipo e após o teste de embebição. As sementes acompanhadas das letra E embeberam água e as acompanhadas da letra D permanecem duras.



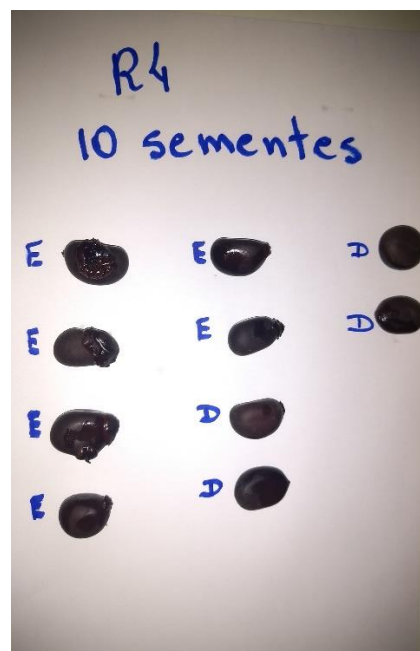
(A)



(B)



(C)



(D)

Fonte: Arquivo da Autora.

As imagens da figura 8 comprovam que o protótipo além de retirar parte do tegumento faz também ranhuras no tegumento permitindo a entrada de água que ativa o metabolismo da semente, como por exemplo na Figura 8C.

O quadro 5 demonstra os resultados médios obtidos após o teste de embebição e corresponde à porcentagem média das repetições apresentadas na figura 8. No mesmo quadro pode-se ver, também, uma comparação do tratamento controle, escarificação manual (lixa) e protótipo.

Quadro 5 – Teste de embebição com três tratamentos diferentes para a semente Jatobá

Tratamento	Expostas	Repetição	Embebidas	Duras
Controle	25	4	9%	91%
Lixa	25	4	88%	12%
Protótipo	10	4	75%	25%

Fonte: Elaborado pela Autora (2019)

As sementes que não foram submetidas a nenhum método de escarificação (Tratamento controle), quando testada a sua capacidade de embebição obteve como resultado 91% das sementes duras. Já quando os lotes de Jatobá foram submetidos à tratamento de escarificação, obteve-se um resultado inverso. Poucas unidades permaneceram duras. Com o tratamento manual com lixa 12% permaneceram duras e com o protótipo 25%.

6.3.1. Análise estatística

Para comparar se o protótipo é tão eficiente quanto a escarificação manual realizou-se a análise estatística, essa avaliação foi realizada para a embebição e para as sementes duras separadamente.

De acordo com a análise de variância, realizado a partir do teste de Chisq, encontrou-se um valor de p menor que 0,05 ($p=0,00000125$), ou seja, há diferença entre os dados. Já realizando o teste de comparação das médias, teste de Scott Knott, dividiu-se os resultados em grupos podendo avaliar quais são considerados com igual eficiência, como podem ser observados nos gráficos 1A e 1B.

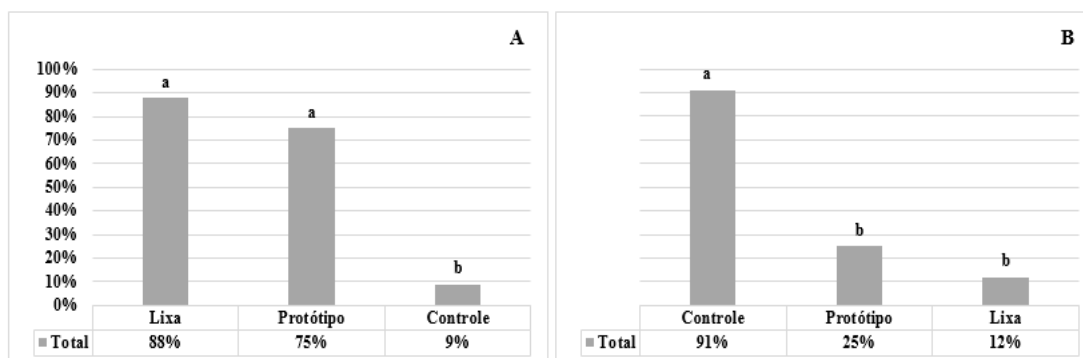


Gráfico 1 – Comparação das médias dos tratamentos controle, média e protótipo. (A) Comparação das médias das sementes embebidas. (B) Comparação das médias das sementes duras.

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

O gráfico 1A refere-se à comparação das médias das sementes embebidas. Sementes lixadas e sementes escarificadas no protótipo tiveram o mesmo desempenho, recebendo o grupo a, enquanto o grupo controle ficou bem abaixo em relação à porcentagem de sementes embebidas. Apesar da diferença de 13% entre lixa e protótipo na estatística e em um intervalo de 95% de confiança, foram consideradas iguais.

Já o gráfico 1B representa a comparação das médias das sementes duras, nesse caso as sementes do tratamento controle teve uma porcentagem de 91% e os outros dois, protótipo e lixa, foram considerados iguais.

A estatística comprovou a eficiência da máquina comparada ao tratamento mais utilizado atualmente (lixa). Em 10 minutos conseguiu-se ter 75% de sementes embebidas de Jatobá, semente com tegumento com alta dureza, sendo difícil retirar parte dele manualmente.

6.4. Adequações necessárias na máquina

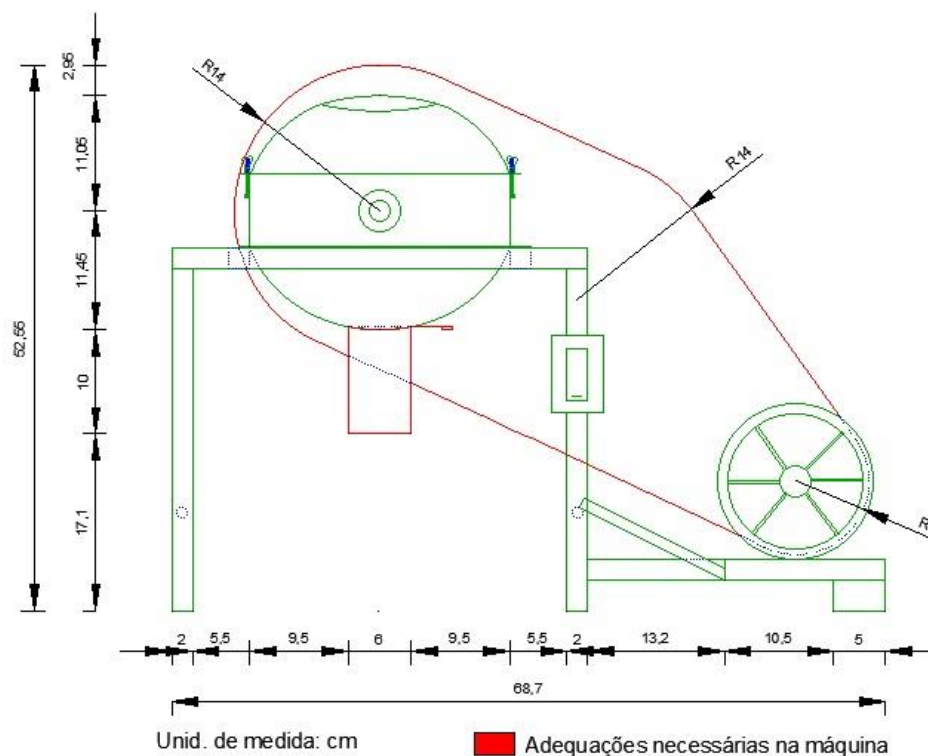
Após os primeiros testes notou-se que deveriam ser feitas adequações na máquina por medidas de segurança do manuseador e, também, para garantir melhor eficiência deste novo produto:

- Depois de fazer todo o trabalho, o operador precisa retirar as sementes de dentro do recipiente com as próprias mãos, colocando-as junto ao eixo. Devido a isso, para melhorar a segurança uma das adequações necessárias é colocar um

orifício na parte inferior do recipiente acoplado a ele um caminho cilíndrico (Figura 9) com porta deslizante que só será aberta pelo operador após o processo e evitará o contato das mãos próximo ao eixo.

- Outro fator de segurança que se faz necessário é colocar uma proteção nas engrenagens, também demonstrado na figura 9. A tampa é necessária devida a rotação e/ou mesmo ao escape da corrente.

Figura 9 – Desenho de algumas adequações necessárias ao protótipo



Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

- Adotar dispositivos sensores na tampa do recipiente para interrupção do eixo toda vez que a mesma esteja aberta.
- Devido as diferenças de tamanhos e durezas das sementes, outra mudança que faz-se necessário é colocar um dispositivo que seja capaz de alterar a rotação do motor reduzindo ou aumentando. Esse dispositivo seria um inversor de frequência “Dimmer” que tornaria possível retirar as engrenagens que estão com a função de redução de 4 vezes a original do motor.

Após as novas adequações precisa-se fazer novos testes e verificar a funcionalidade da máquina diante dos novos dispositivos e também dos métodos já adotados.

6.5. Custos de fabricação do protótipo

Para a fabricação do protótipo testado teve-se alguns custos com o material abrasivo, com a fiação para a parte elétrica e com a solda. Vale lembrar que o protótipo descrito nesse trabalho foi construído com materiais reutilizáveis e teve um custo menor que se tivesse sido construído com materiais novos. No quadro 6 está descrito o custo do protótipo utilizando materiais novos.

Quadro 6 - Custo de fabricação do protótipo

Equipamentos	Quantidade de itens	Valor unitário	Valor total
Motor de Indução Monofásico 60Hz 1700 rpm	R\$ 1,00	R\$ 330,00	R\$ 330,00
Torrador de café	R\$ 1,00	R\$ 79,00	R\$ 79,00
Engrenagens	R\$ 3,00	R\$ 6,00	R\$ 18,00
Interruptor	R\$ 1,00	R\$ 2,50	R\$ 2,50
Lixa ferro nº 40	R\$ 4,00	R\$ 4,99	R\$ 19,96
Dimmer	R\$ 1,00	R\$ 65,00	R\$ 65,00
Mão-de-obra			
Soldagem	R\$ 1,00	R\$ 100,00	R\$ 100,00
		Total	R\$ 614, 46

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

O custo total de fabricação do protótipo já com a melhoria do Dimmer é de R\$ 614,46, do jeito que ele foi testado o custo é de R\$ 549,46 (utilizando somente equipamentos e materiais novos). Caso consiga reutilizar algum equipamento de outras máquinas, como o caso do motor que pode ser encontrado em vários eletrodomésticos, o custo reduziria em pelo menos R\$ 330,00.

Pensando no valor do salário mínimo em 2019 (R\$ 998,00), o valor do protótipo corresponde a R\$ 61,57%. O protótipo necessita apenas de um colaborador para manuseá-lo enquanto outros colaboradores que fariam a mesma função de escarificar manualmente

as sementes podem ser destinados a outras funções do viveiro, por exemplo. Os custos mensais do escarificador são com energia elétrica e com manutenções se necessário.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após realizar todos os testes verificou-se que o protótipo é eficaz para a semente do Jatobá da mesma forma que o tratamento convencional (escarificação manual com lixa) utilizado pelos viveiristas. O tratamento proposto torna o processo mais seguro e produtivo. Vale ressaltar que deve ser ainda testado com outras espécies nativas para garantir sua viabilidade diante de outros cenários, mas mesmo que funcione apenas com uma só espécie já garante ao viveiro ganho significativo no processo.

O protótipo pode ser utilizado em outros setores, como laboratórios de sementes existentes em Universidades e Escolas que precisam fazer escarificação, principalmente devido ao seu baixo custo. Também pode ser utilizado em projetos de recuperação ambiental onde as sementes são distribuídas diretamente no solo.

Portanto, faz-se necessário realizar as adequações ao protótipo para torná-lo mais eficaz quanto as suas características técnicas. As sementes nativas que tenham as mesmas características de tamanho e estrutura geométrica próximas as sementes de Jatobá já ficam hipoteticamente certas do seu funcionamento, visto que essas características morfológicas foram um dos principais fatores que contribuíram para a eficácia no tratamento mecanizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. 2004. **A classification system for seed dormancy**. 14, 1-16p. Seed Science Research.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J.M. **Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination**. Second Edition. Elsevier, 2014.

BRASIL, **Instrução Normativa nº 56, de 8 de dezembro de 2011**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumosagropecuarios/insumosagricolas/sememtees-emudas/publicacoes-sementes-e-mudas/INN56de8dedezembrode2011.pdf>> Acesso em 19 de julho de 2018.

BRASIL, **Lei nº 10711 de 5 de agosto de 2003**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.711.htm> acesso em 19 de julho de 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes (RAS)**. Brasília: Mapa/Assessoria de Comunicação Social, 2009.

BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. P.; PAULA, R. C. **Tratamentos pré-germinativos para superar a dormência de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth**. Revista Brasileira de Sementes, vol. 23, nº 2, p.136-143, 2001.

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

FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B. **Colheita de Sementes**. In: AGUIAR, I. B.; PIÑARODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. Sementes Florestais Tropicais. Brasília: Abrates, 1993, cap.7.

GAMA, J.S.N.; ALVES,E.U.; BRUNO,R.L.A.; PEREIRA JÚNIOR,L.R.;BRAGA JÚNIOR, J.M.; MONTE, D.M.O. **Superação de dormência em sementes de *Centrosema plumieri* BENTH**. Revista Brasileira de Sementes, vol.33, nº4. p.643-651,2011.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H.. **A protocol to determine seed storage behaviour**. In: Engels, J. M. M.; Tool, J. Plant Genetic Resources Institute, 62p, 1996.

HOPPE, J.M.; BRUN, E. J. **Produção de sementes e mudas florestais**. Santa Maria: UFSM, 2004.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico da produção de mudas florestais nativas no Brasil**. Brasília, 2015. Disponível em:<http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/150507_relatorio_diagnostico_producao.pdf> Acessado em: 22/07/2-18.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **International rules for seed testing. Switzerland: ISTA, 2004.**

MEDEIROS FILHO, S., FRANÇA, E. A., INNECCO, R. **Germinação de sementes de *Operculina macrocarpa* (L.) Farwel e *Operculina alata* (Ham.) Urban.** Revista Brasileira de Sementes, v. 24, n. 2, p.102-10, 2002.

NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. S. **Coleta de sementes florestais nativas.** Embrapa – circular técnica. Colombo, Paraná, 2007.

NORDESTA VIVEIRO DE MUDAS.<<http://www.viveirodemudasnordesta.com.br/oviveiro>> Acessado em: 04/06/2019.

RODRIGUES JUNIOR, A. G.; VAZ, T. A. A. **Fisiologia de sementes aplicada à tecnologia e produção.** In: SILVA, J. C.; ASSIS, R. T.; FRAVET, P. R. F. Bases sustentáveis do agronegócio. Composer: Uberlândia. 2016.

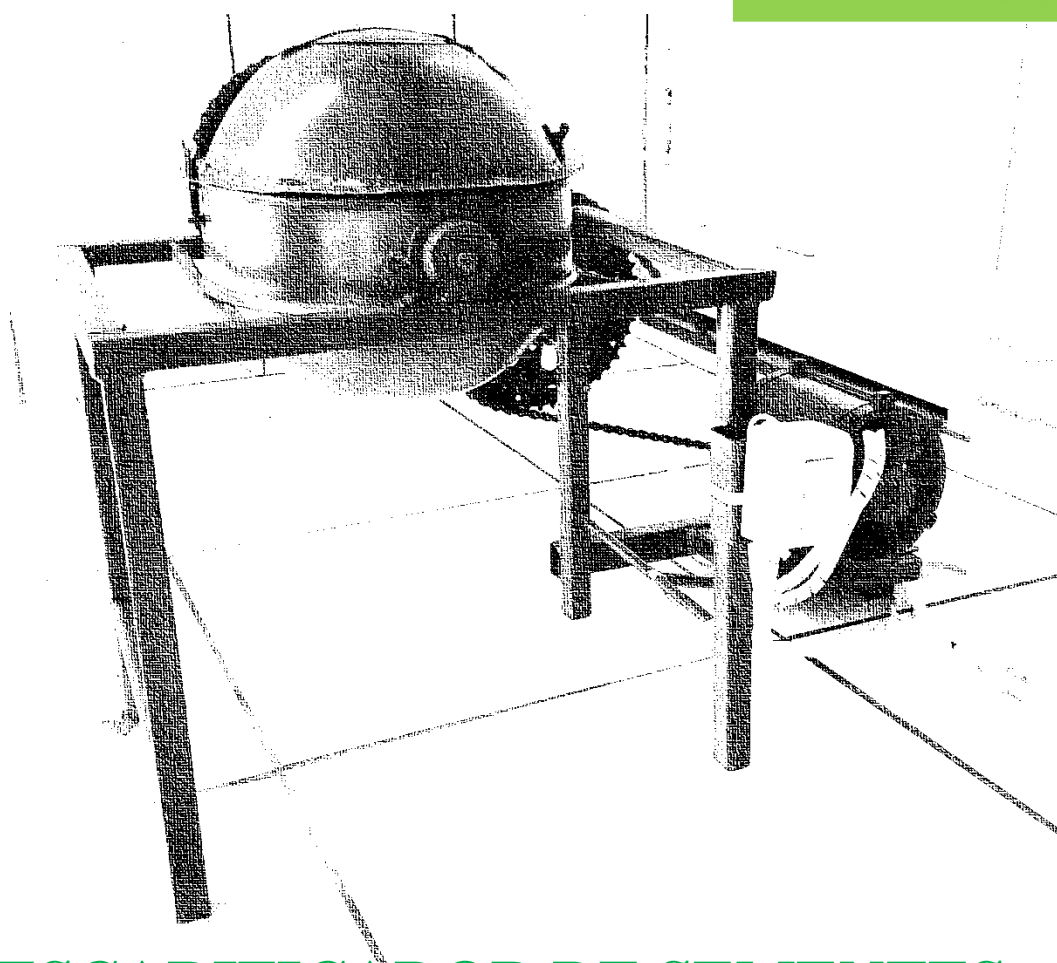
SILVA, A. P. M.; MARQUES, H. R.; LUCIANO, M. As. F.; SANTOS, T. V. M. N.; TEIXEIRA, A. M. C.; SAMBUICHI, R. H. R. **Gargalos da regulamentação da produção e comercialização de sementes e mudas florestais nativas no Brasil: Contribuições para revisão da normativa.** In: Boletim regional, urbano e ambiental, vol.12, jul.-dez, 2015.

SOUZA, C. M. **Diagnóstico da produção de mudas de espécies florestais nativas em minas gerais.** 2017. Dissertação (Mestre em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.

VAZ, T. A. A. et al.. **Tecnologias para conservação de sementes nativas.** In: Silva, J. C.; Assis, R. T.; Fravet, P. R. F. Agronegócio brasileiro: Técnicas de Manejo e Produção. Uberlândia: Composer, 2017.

VASCONCELOS, J. M., CARDOSO, T. V., SALES, J. F., SILVA, F. G., VASCONCELOS FILHO, S. C., SANTANA, J. G. **Métodos de superação de dormência em sementes de croada (*Mouriri elliptica* Mart).** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1199-1204, 2010.

VIEIRA, Abadio Hermes; MARTINS, Eugenio Pacelli; PEQUENO, Petrus Luis de Luna; LOCATELLI, Marilia; SOUZA, Maria Geralda de. **Técnicas de produção de sementes florestais.** EMBRAPACPAF Rondônia, ago./2001, p.1-4.



ESCARIFICADOR DE SEMENTES NATIVAS

SUMÁRIO

1	ADVERTÊNCIAS	47
2	INSTALAÇÃO	48
2.1	ESCOLHA DO LOCAL	48
2.2	NIVELAMENTO.....	48
2.3	INSTALAÇÃO ELÉTRICA.....	48
3	CONHEÇA SEU ESCARIFICADOR	48
4	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	49
5	COMO UTILIZAR O ESCARIFICADOR DE SEMENTES NATIVAS	49
6	DICAS E SUGESTÕES	49

1 Advertências

- O Escarificador foi desenvolvido exclusivamente para uso com sementes.
- Siga rigorosamente as instruções de instalação para sua segurança e do seu local de trabalho.
- Não é permitido o manuseio do Escarificador por crianças e pessoas não-capacitadas, sendo necessária a atenção do responsável sempre que existirem crianças por perto, durante a instalação e quando o produto estiver em funcionamento.
- Não instale ou guarde o Escarificador em local sujeito a chuvas ou ao mau tempo.
- NUNCA conecte ou desconecte o plugue com as mãos molhadas, para evitar uma descarga elétrica.
- Para desconectar seu Escarificador, nunca puxe o cabo de força pelo cabo, apenas pelo plugue, para não danificá-lo.
- NUNCA abra a tampa do recipiente do Escarificador quando o cabo de força estiver ligado.
- Não faça manutenções no equipamento sem ter conhecimento técnico.
- Evite adornos, cabelo solto, roupas com fios perto de equipamentos com altas rotações.

2 Instalação

2.1 Escolha do local

- Evite instalar seu Escarificador em locais expostos a chuva, goteiras ou excesso de umidade.
- Procure um local que não tenha um piso liso e escorregadio devido a vibração. Prefira locais com piso antiderrapantes.

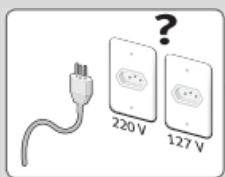
2.2 Nivelamento

O Escarificador precisa estar bem nivelado com o solo para trabalhar de acordo com o prometido. Seus pés possuem capacidade de ajuste, sendo rotacionados. Procure solos nivelados e ajuste os pés do escarificador para um bom desempenho.

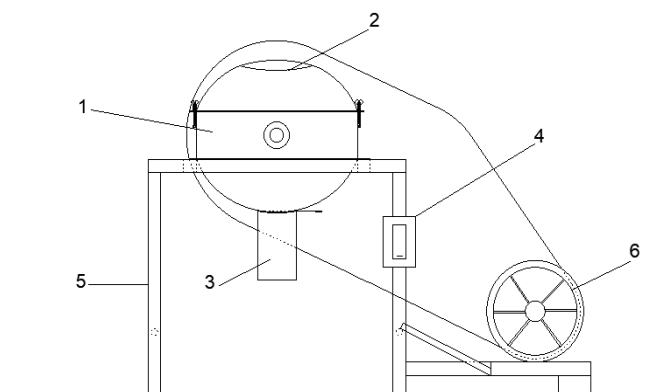
2.3 Instalação elétrica

Para sua segurança, solicite a um electricista de sua confiança que verifique a condição da rede elétrica onde será instalado o Escarificador.

ATENÇÃO: Antes de ligar seu Escarificador, verifique se a tensão (voltagem) da tomada onde o Escarificador será ligado é igual à tensão indicada neste manual.



3 Conheça seu Escarificador



1 – Recipiente onde são escarificadas as sementes

2 – Tampa do recipiente onde são colocadas as sementes

3 – Local onde as sementes são escoadas após escarificação

4 – Botão liga/desliga

5 – Base de sustentação do escarificador

6 – Motor do escarificador

4 Especificações técnicas

Motor	
Tensão	127 V
Frequência	60 Hz
Potência	1250 W
Rotação do motor com engrenagem	435 rpm
Rotação do motor sem engrenagem	1740 rpm
Dimensões	
Largura	30 cm
Altura	52,55 cm
Comprimento	68,7 cm

5 Como utilizar o Escarificador de Sementes Nativas

IMPORTANTE: O esscarificador deve ser utilizado apenas para uso com sementes.

ATENÇÃO: Antes de colocar as sementes dentro do esscarificador certifique-se que o mesmo não esteja com o cabo de força ligado na rede.

- 1 – Coloque as sementes que deseja esscarificar dentro do recipiente;
- 2 – Feche a tampa e garanta que ele esteja bem vedada;
- 3 – Ligue o cabo de força na rede de energia e acione o botão liga/desliga;
- 4 - Marque um tempo necessário para cada espécie de semente e acione novamente o botão liga/desliga;

5 – Retire o cabo de força da rede de energia;

6 – Retire as sementes pelo escoamento;

7 – Coloque as sementes para embeber;

8 – Se o tempo não foi o necessário repita todas as etapas.

6 Dicas e Sugestões

Os materiais utilizados na construção desta máquina, como o ferro da base, eixo e pás quando forem descartados podem ser levados a usinas de materiais recicláveis.

Faça sua parte!

Não descarte em qualquer lugar!

