



**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA E
OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE OZONIZAÇÃO EM SEMENTES
DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS DO CERRADO**

KENNYA MARA OLIVEIRA RAMOS

TESE DE DOUTORADO

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

FACULDADE DE TECNOLOGIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA E
OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE OZONIZAÇÃO EM SEMENTES
DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS DO CERRADO**

KENNYA MARA OLIVEIRA RAMOS

ORIENTADORA: Profa. Dra. ROSANA DE CARVALHO CRISTO MARTINS

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. ANDERSON MARCOS DE SOUZA

TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

PUBLICAÇÃO: PPG/EFL.

BRASÍLIA-DF, MARÇO DE 2015

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R175c RAMOS, KENNYA MARA OLIVEIRA
CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA E
OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE OZONIZAÇÃO EM SEMENTES DE
LEGUMINOSAS ARBÓREAS DO CERRADO / KENNYA MARA
OLIVEIRA RAMOS; orientador ROSANA DE CARVALHO CRISTO
MARTINS; co-orientador ANDERSON MARCOS DE SOUZA. --
Brasília, 2015.
146 p.

Tese (Doutorado - Doutorado em Ciências
Florestais) -- Universidade de Brasília, 2015.

1. SEMENTES FLORESTAIS. 2. QUALIDADE FISIOLÓGICA.
3. OZONIZAÇÃO. I. MARTINS, ROSANA DE CARVALHO
CRISTO, orient. II. SOUZA, ANDERSON MARCOS DE, co
orient. III. Título.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

“CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA E OTIMIZAÇÃO DO
PROCESSO DE OZONIZAÇÃO EM SEMENTES DE LEGUMINOSAS
ARBÓREAS DO CERRADO”

KENNYA MARA OLIVERA RAMOS

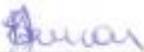
TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL, DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR.

APROVADA POR:


Profª Dra. ROSANA DE CARVALHO CRISTO MARTINS (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB);
(Orientadora)


Profº Dr. ILDEU SOARES MARTINS (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB);
(Examinador Interno)

Profº Dr. MANOEL CLÁUDIO DA SILVA JÚNIOR (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB);
(Examinador Interno)


Profº Dr. ERNANDES RODRIGUES DE ALENCAR (Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV/UnB);
(Examinador Externo)


Profª Dra. DENISE VILELA DE REZENDE (Departamento de Fitopatologia – FIT/UnB);
(Examinador Externo)


Profº Dr. REGINALDO SÉRGIO PEREIRA (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB).
(Examinador Suplente)

Brasília-DF, 20 de março de 2015.

A Deus e a minha mãe que sempre estiveram ao meu lado,

Ofereço.

Ao meu pai Geraldo Evangelista Ramos (in memoriam)

A minha família, Marcio, Isabela e Marcos Vinicius, meu porto seguro de todas as horas

Dedico esse título de Doutora a minha mãe pela sua dedicação e amor ao seu trabalho no
herbário do Jardim Botânico de Brasília-JBB

Dedico.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus, pela sua presença constante, fonte de vida, guiando e iluminando meus passos.

Ao meu esposo Marcio, melhor amigo, companheiro de todas as horas, meu eterno bem querer e incentivador de forma dedicada e incansável na busca do meu engrandecimento pessoal e intelectual. Obrigada por tudo que você é para mim e para os nossos filhos. Muito obrigada!!

Agradeço aos meus filhos, Isabela Cristina e Marcos Vinicius por me impulsionar a viver e lutar todos os dias! Por todas as vezes que abriram mão de horas tão preciosas do nosso convívio para que eu realizasse este sonho... Vocês são as minhas melhores sementes.... Mamãe ama muito vocês!!

Agradeço a minha mãe, Mariana, que sempre lutou por mim e se esforçou para proporcionar tudo aquilo de que desfrutei nessa vida e nunca deixou de acreditar em mim.

Agradeço aos meus irmãos Klayton Mário (Awamirim) e Kelma Cristina pelo carinho, amor e incentivo...Por serem sempre presentes na minha vida e tão importantes hoje e sempre!!!

Agradeço a tia Aldinha e tia Alba que me inspiraram muito na minha vida acadêmica.

Agradeço a toda minha família por me apoiar e me dar carinho e serem para mim motivo de orgulho e sinônimo de coragem de forma que sempre me inspiraram a lutar pelos meus objetivos.

Agradeço a minha orientadora Dra. Rosana pelo apoio, confiança, incentivo e sempre acreditar no meu potencial e principalmente pelo seu carinho e amizade.

Agradeço ao meu co-orientador Dr. Anderson pela confiança depositada nas minhas ideias, apoio, afeto e incentivo. O senhor abriu um mundo novo diante dos meus olhos e fez toda a diferença instigando o meu crescimento profissional! Obrigada por me acolher!! Espero poder tê-lo sempre ao meu lado!!

Agradeço a convivência com a Dra. Jeanine Felfili (*in memoriam*), com quem obtive um vasto conhecimento, que muito contribuiu para o meu engrandecimento profissional. Deixo aqui minha admiração pelo grande exemplo profissional e de ser humano que ela representou.

Agradeço aos Professores Nara Oliveira, Ernandes Rodrigues, Denise Vilela, Ildeu Soares que não negaram esforços em me ajudar nessa conquista.

Agradeço a um anjo chamado Glauce que apareceu na minha vida numa hora muito especial, conte comigo para o que precisar...se tornou uma amiga.

Aos professores da pós-graduação pelos ensinamentos adquiridos, e ao Chiquinho pela grande amizade, carinho e paciência de vocês!!

Aos amigos Cesar Augusto, Dina, e a minha mãe que me ajudaram nas coletas de sementes.

Em especial ao amigo Newton Rodrigues pelas saídas de campo e coletas de sementes.

Agradeço ao apoio financeiro do REUNI/UNB, que me concedeu uma bolsa de pesquisa.

Agradeço as amigas do peito Daniela Vasconcelos, Alcione Martins e Paula Cristina pelo apoio e colaboração. Em especial e de forma imensurável a Juliana Martins parceira e amiga que nos momentos de mãe, esposa e doutoranda me deu seu ouvido amigo para me escutar.

Por fim agradeço a todos que direta e indiretamente ajudaram nesta conquista tão especial...A todos o meu sincero: Muito obrigada!!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	xvi
ABSTRACT	xvii
CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. JUSTIFICATIVA.....	3
3. OBJETIVOS.....	4
3.1. Objetivo geral.....	4
3.2. Objetivos específicos.....	4
4. HIPÓTESE.....	4
5. REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
5.1. Semente e seus componentes básicos.....	5
5.2. Dormência das sementes.....	7
5.3. Métodos de quebra de dormência	8
5.4. Germinação.....	10
5.5. Testes de verificação do vigor e viabilidade das sementes.....	13
5.5.1. Teste de germinação.....	13
5.5.2. Teste de Condutividade elétrica (C.E.)	14
5.5.3. Teste de Envelhecimento Acelerado (E.A.)	16
5.5.4. Comprimento de plântulas.....	18
5.6. Ozônio.....	19
5.6.1. Histórico.....	19
5.6.2. Características e propriedades do ozônio.....	20
5.6.3. Aplicações do ozônio.....	21
6. ESPÉCIES ESTUDADAS.....	23
6.1. <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	23

6.2. <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.).....	26
6.3. <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
CAPÍTULO I – CARACTERIZAÇÃO DA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA E DO ENVELHECIMENTO ACELERADO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS DO CERRADO.....	47
INTRODUÇÃO.....	47
MATERIAL E MÉTODOS.....	49
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
CONCLUSÕES.....	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
CAPÍTULO II – VIGOR VISIOLÓGICO DE SEMENTES LEGUMINOSAS ARBÓREAS NATIVAS DO CERRADO.....	81
INTRODUÇÃO.....	81
MATERIAL E MÉTODOS.....	83
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	85
CONCLUSÕES.....	109
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110
CAPÍTULO III – EFEITO DA ÁGUA OZONIZADA NA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE TRÊS LEGUMINOSAS ARBÓREAS DO CERRADO.....	118
INTRODUÇÃO.....	118
MATERIAL E MÉTODOS.....	119
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	123
CONCLUSÕES.....	127
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	127
CAPÍTULO IV – MÉTODOS DE ALTERNATIVAS PARA DESINFESTAÇÃO DE SEMENTES LEGUMINOSAS ARBÓREAS DO CERRADO.....	130
INTRODUÇÃO.....	130
MATERIAL E MÉTODOS.....	132
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	136
CONCLUSÕES.....	142

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....142

LISTA DE TABELAS

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Tabela 1. Propriedades físicas do ozônio.....	21
--	----

CAPITULO I

Tabela 01. Coordenadas geográficas das três espécies <i>D. mollis</i> , <i>E. gummiferum</i> e <i>S. adstringens</i>	50
---	----

Tabela 02. Análise de variância referente à qualidade fisiológica de sementes de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.....	55
---	----

Tabela 03. Análise de variância referente à qualidade fisiológica de sementes de <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart).....	62
--	----

Tabela 04. Análise de variância referente à qualidade fisiológica de sementes de <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville.....	69
---	----

CAPÍTULO II

Tabela 01. Análise de variância para os parâmetros avaliados em sementes de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.....	85
--	----

Tabela 02. Análise de variância para os parâmetros avaliados em sementes de <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.).....	95.
--	-----

Tabela 03. Análise de variância da germinação e condutividade elétrica de sementes de <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville.....	104
--	-----

CAPITULO III

Tabela 01. Coordenadas geográficas das três espécies <i>D. mollis</i> Benth., <i>E. gummiferum</i> (Mart.) e <i>S. adstringens</i>	120
---	-----

Tabela 02. Análise de variância referente à qualidade fisiológica de sementes das espécies <i>Dimorphandra mollis</i> Benth., <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) e <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville, respectivamente.....	124
--	-----

Tabela 03. Valores das médias dos parâmetros avaliados de acordo com o tempo de ozonização das sementes das espécies <i>Dimorphandra mollis</i> Benth., <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) e <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville, respectivamente.....	125
--	-----

CAPITULO IV

Tabela 01. Coordenadas das três espécies <i>D. mollis</i> Benth., <i>E. gummiferum</i> (Mart.) e <i>S. adstringens</i>	133
---	-----

Tabela 02. Porcentagem média de sementes duras (D), sementes fungadas (F), germinação (G), sementes mortas (M) e sementes inchadas (I) submetidas aos tratamentos de desinfecção de sementes respectivamente das espécies <i>Dimorphandra mollis</i> Benth., <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) e <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville.....	136
--	-----

Tabela 03. Incidência dos fungos detectados logo após os tratamentos de desinfecção das espécies <i>Dimorphandra mollis</i> Benth., <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) e <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville.....	141
---	-----

LISTA DE FIGURAS

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Figura 01. Mecanismo de formação do gás ozônio a partir de moléculas de oxigênio.....	20
Figura 02. Árvores da espécie <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.....	23
Figura 03. Detalhes da floração, do tronco e dos foliolulos de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.....	24
Figura 04. Floração e frutos verdes de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.....	24
Figura 05. Árvores de <i>Enterolobium gummiferum</i> Mart. no Cerrado <i>sensu restrito</i>	26
Figura 06. Floração e frutificação de <i>Enterolobium gummiferum</i> Mart.....	27
Figura 07. Folhas e tronco com aspecto de cortiça de <i>Enterolobium gummiferum</i> Mart.....	28
Figura 08. Árvore e tronco de <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville.....	29
Figura 09. Floração de <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville.....	30
Figura 10. Folhas e fruto maduro de <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville.....	30

CAPÍTULO I

Figura 01. Grau de umidade (%) após os tratamentos de superação de dormência e o tempo de envelhecimento acelerado (E.A.) de sementes de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.....	53
Figura 02. Valores médios da taxa de germinação de sementes de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth, submetidas à métodos de superação de dormência e tempos de envelhecimento acelerado.....	56
Figura 03. Valores médios do Índice de Velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth, submetidas à métodos de superação de dormência e tempos de envelhecimento acelerado.....	57
Figura 04. Valores médios do comprimento de plântulas de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth, submetidas à métodos de superação de dormência e tempos de envelhecimento acelerado.....	58

Figura 05. Valores médios da massa fresca de plântulas de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth, submetidas à métodos de superação de dormência e tempos de envelhecimento acelerado.....	59
Figura 06. Valores médios da massa seca de plântulas de <i>Dimorphandra mollis</i> Benth, submetidas à métodos de superação de dormência e tempos de envelhecimento acelerado.....	60
Figura 07. Grau de umidade (%) após os tratamentos de superação de dormência e o tempo de envelhecimento acelerado (E.A.) de sementes de <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.)	61
Figura 08. Valores médios da taxa de germinação de sementes de <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.), submetidas à métodos de superação de dormência e diferentes tempos de envelhecimento acelerado.....	63
Figura 09. Valores médios do índice de velocidade germinação de sementes de <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.), submetidas à métodos de superação de dormência e diferentes tempos de envelhecimento acelerado.....	64
Figura 10. Valores médios do comprimento de plântulas de <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.), submetidas à métodos de superação de dormência e diferentes tempos de envelhecimento acelerado.....	65
Figura 11. Valores médios da massa fresca de plântulas de <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.), submetidas à métodos de superação de dormência e diferentes tempos de envelhecimento acelerado.....	66
Figura 12. Valores médios da massa seca de plântulas de <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.), submetidas à métodos de superação de dormência e diferentes tempos de envelhecimento acelerado.....	67
Figura 13. Grau de umidade (%) após os tratamentos de superação de dormência e o tempo de envelhecimento acelerado (E.A.) de sementes de <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville.....	68

Figura 14. Valores médios da taxa de germinação de sementes de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville, submetidas à métodos de superação de dormência e tempos de envelhecimento acelerado.....70

Figura 15. Valores médios do Índice de Velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville, submetidas à métodos de superação de dormência e tempos de envelhecimento acelerado.....71

CAPÍTULO II

Figura 1. Grau de umidade (%) antes e após os tempos de exposição ao envelhecimento acelerado (E.A.) de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth.86

Figura 2a e 2b. Superfície de resposta em função da combinação entre os tempos de envelhecimento acelerado e os tempos de embebição: a) Germinação; b) Condutividade elétrica para a espécie *Dimorphandra mollis*.....91

Figura 2c e 2d. Superfície de resposta em função da combinação entre os tempos de envelhecimento acelerado e os tempos de embebição: c) Peso após embebição (P.A.E.); d) comprimento para a espécie *Dimorphandra mollis*.....92

Figura 2e e 2f. Superfície de resposta em função da combinação entre os tempos de envelhecimento acelerado e os tempos de embebição: e) Massa fresca; f) Massa seca para a espécie *Dimorphandra mollis*.....93

Figura 2g. Superfície de resposta em função da combinação entre os tempos de envelhecimento acelerado e os tempos de embebição: g) Índice de velocidade de germinação (IVG) para a espécie *Dimorphandra mollis*.....94

Figura 3. Grau de umidade (%) antes e após os tempos de exposição ao envelhecimento acelerado (E.A.) de sementes de *Enterolobium gummiferum* (Mart.)95

Figura 4a. Superfície de resposta em função da combinação entre os tempos de envelhecimento acelerado e os tempos de embebição: a) germinação da espécie *Enterolobium gummiferum*.....99

Figura 4b e 4c. Superfície de resposta em função da combinação entre os tempos de envelhecimento acelerado e os tempos de embebição. b) índice de velocidade de germinação (IVG); c) peso após embebição (P.A.E) para a espécie *Enterolobium gummiferum*.....100

Figura 4d e 4e. Superfície de resposta em função da combinação entre os tempos de envelhecimento acelerado e os tempos de embebição; d) condutividade elétrica; e) massa fresca da espécie *Enterolobium gummiferum*.....101

Figura 4f. Superfície de resposta em função da combinação entre os tempos de envelhecimento acelerado e os tempos de embebição; f) massa seca da espécie *Enterolobium gummiferum*.....102

Figura 05. Grau de umidade (%) antes e após os tempos de exposição ao envelhecimento acelerado (E.A.) de sementes de <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville.....	103
Figura 06. Valores médios da taxa de germinação de sementes de <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville, submetidas à tempos de embebição e de envelhecimento acelerado.....	105
Figura 07. Valores médios de condutividade elétrica de sementes de <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville, submetidas à tempos de embebição e de envelhecimento acelerado.....	106
Figura 08. Valores médios de índice de velocidade de germinação(IVG) de sementes de <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville, submetidas à tempos de embebição e de envelhecimento acelerado.....	107
Figura 09. Valores médios de comprimento de plântulas de <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville, submetidas à tempos de embebição e de envelhecimento acelerado.....	107
Figura 10. Valores médios de massa fresca de plântulas de <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville, submetidas à tempos de embebição e de envelhecimento acelerado.....	108
Figura 11. Valores médios de massa seca de plântulas de <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville, submetidas à tempos de embebição e de envelhecimento acelerado.....	109

CAPÍTULO IV

Figura 01. Valores das médias comparadas pelo teste de Tukey para as variáveis avaliadas das sementes da espécie <i>Dimorphandra mollis</i>	137
Figura 02. Valores das médias comparadas pelo teste de Tukey para as variáveis avaliadas das sementes da espécie <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.)	138
Figura 03. Valores das médias comparadas pelo teste de Tukey para as variáveis avaliadas das sementes da espécie <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville.....	139

RESUMO – Nas últimas décadas houve um aumento na demanda por sementes de boa qualidade de espécies arbóreas nativas para formação de mudas, especialmente em leguminosas, visando a recuperação de áreas degradadas; para que seja possível o atendimento desta demanda são necessários estudos sobre produção e tecnologia de sementes, como a avaliação da qualidade fisiológica das mesmas. Este trabalho teve por objetivo caracterizar o vigor fisiológico de sementes, após aplicação de tratamentos para quebra de dormência, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica, bem como otimizar o uso do processo de ozonização na avaliação da superação de dormência e na desinfestação das sementes de *Dimorphandra mollis* Benth., *Enterolobium gummiferum* (Mart.) e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. No Laboratório de Sementes florestais do EFL/UnB, foram aplicados testes de superação de dormência (testemunha; água fervente; ácido sulfúrico e desponte); envelhecimento acelerado, em câmara de germinação a 42^oC, por 0, 24, 48, 72 e 96 horas; as sementes foram colocadas para embeber por 0, 16, 24 e 48 horas em câmara de germinação a 25^oC; em seguida foi medida a condutividade elétrica, com auxílio de condutivímetro de bancada e em seguida foram submetidas ao teste de germinação, com 5 repetições de 20 sementes em rolo de papel-toalha umedecido, sob temperatura de 25 °C constante. Avaliou-se ainda o efeito da água ozonizada na superação da dormência das sementes das espécies objetos deste trabalho, testando duas metodologias de quebra de dormência (testemunha e desponte), por 1h e 2h em água destilada na presença do gás ozônio; assim como a ozonização na desinfestação dessas sementes através da aplicação de quatro tratamentos: testemunha; álcool 50% e hipoclorito de sódio 1%, por 1 minuto; água destilada na presença do gás ozônio por uma hora; ozônio (gás) por uma hora. Para as três espécies estudadas, o método de superação da dormência das sementes mais eficiente foi o desponte. À medida que ocorre aumento no tempo de exposição ao envelhecimento acelerado, o vigor das sementes diminui. A utilização das sementes inteiras associada ao tempo de ozonização de duas horas apresentaram maiores germinação e vigor das sementes demonstrando que a ozonização pode ser um método eficiente para a superação da dormência e controle de patógenos. Os tratamentos de desinfecção das sementes das três espécies mais eficientes foram a água ozonizada por uma hora, seguido do tratamento de álcool 50% e hipoclorito 1% por um minuto.

Palavras-chaves: avaliação fisiológica, envelhecimento acelerado, sementes florestais, cerrado.

ABSTRACT - In the last decades, there has been an increase in demand for good quality seeds of native tree species for seedling, especially legumes, seeking the recovery of degraded areas; so you can compliance with this demand studies are needed on production and seed technology, such as the evaluation of the physiological quality of the same. This study aimed to characterize the physiological seed vigor after application of treatments to break dormancy, accelerated aging and electrical conductivity, as well as optimize the use of ozonation process in the evaluation of dormancy breaking and disinfestation of seeds *Dimorphandra mollis* Benth., *Enterolobium gummiferum* (Mart.) and *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. In the forest Seed Laboratory of EFL / UNB, to overcome dormancy tests were applied (control; boiling water; sulfuric acid and cutting); accelerated aging in a growth chamber at 420C for 0, 24, 48, 72, 96 hours; conductivity, with the aid of bench conductivity meter, germinating seeds chamber at 250C for 0, 16, 24, 48 hours; the germination test, with 5 replicates of 20 seeds in moistened paper towel roll under 25 ° C constant temperature. We also evaluated the effect of ozonated water in overcoming seed dormancy of objects species of this work, testing two methods of dormancy breaking (control and cutting), for 1 hour and 2 hours in distilled water in ozone gas presence; and the ozonation of the seed disinfection by applying four seed disinfection treatments (control; 50% alcohol and 1% sodium hypochlorite for 1 minute, distilled water in the presence of ozone gas for one hour, ozone (gas) for one hour). For the three species studied, the method of overcoming dormancy of seeds was the most efficient emerges. As there is an increase in exposure time to accelerated aging, seed germination decreases. The use of whole seeds linked to two hours ozonation time had higher germination and vigor; demonstrating that ozonation can be an efficient method to overcome dormancy and control pathogens. Disinfection treatment of the seeds of the three species were more efficient ozone water for one hour, followed by treatment of alcohol 50% and 1% hypochlorite for one minute.

Keywords: Technology forest seeds, *Dimorphandra mollis* Benth., *Enterolobium gummiferum* (Mart.) and *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Nas espécies florestais nativas é comum a presença de sementes que necessitam de quebra de dormência para que haja germinação, mesmo em condições ambientais aparentemente favoráveis. Nas espécies arbóreas leguminosas, a dormência tegumentar é um fator determinante que influencia na germinação.

As espécies leguminosas têm ganhado atenção na recuperação de áreas degradadas, principalmente pela sua capacidade de favorecimento do processo sucessional (PIAGENTINI et al., 2002), por serem de rápido crescimento, serem capazes de gerar aporte de nitrogênio e carbono ao solo e aumentar a disponibilidade dos demais nutrientes (FRANCO et al., 1994; NAU & SEVEGNANI, 1997).

Uma dos grandes desafios encontrados ao se recuperar uma área degradada ou abandonada é encontrar espécies aptas a se desenvolverem e estabelecerem nesses ambientes. Assim, há no mercado uma demanda por mudas de espécies nativas com melhores padrões de qualidade, uma vez que mudas mais vigorosas garantem o sucesso do estabelecimento do novo povoamento florestal a ser implantado.

A utilização de sementes de boa qualidade constitui fator determinante para o êxito do empreendimento florestal, e o principal atributo da qualidade a ser considerado é a capacidade germinativa das sementes, pois, sem ela, a semente não tem valor para a semeadura, e dela também dependem a qualidade das mudas e o sucesso de um reflorestamento. Grande variabilidade genética, de maturação e de dormência é muito comum nas espécies florestais, por isso há necessidade que os testes de vigor passem por avaliações precisas para que estes sejam válidos em seus procedimentos e interpretações.

A tecnologia de sementes tem procurado aperfeiçoar os testes de germinação e vigor, objetivando resultados que expressem a qualidade real de um determinado lote de sementes em campo. O teste de germinação, muitas vezes, não é suficiente para a avaliação da qualidade fisiológica de um lote de sementes, tornando-se necessário utilizar outros métodos de avaliação, como por exemplo, os testes de vigor. Estes têm a finalidade de identificar diferenças na qualidade fisiológica de lotes de sementes, não detectadas pelo teste de germinação, pois o teste de germinação é conduzido sob condições ótimas em laboratório, igualando lotes de sementes com potencial fisiológico distinto.

Um teste de vigor eficiente deve fundamentar-se em base teórica consistente, envolver procedimentos simples, de baixo custo, fornecer resultados confiáveis em um curto espaço de tempo e, frequentemente, relacionados com a emergência das plântulas em campo (MARCOS FILHO, 2005). Os programas de controle de qualidade desenvolvidos pelas entidades produtoras de sementes têm buscado o uso de testes que apresentem rapidez na obtenção dos resultados. Entre estes testes pode-se destacar o teste de envelhecimento acelerado e o teste de condutividade elétrica.

O teste de envelhecimento acelerado é um método que simula condições de estresse nas sementes, gerando uma alta taxa de respiração e consumo das reservas e acelerando os processos metabólicos que levam a sua deterioração (FERREIRA & BORGHETTI, 2004). O teste da condutividade elétrica apresenta vantagens de rapidez e praticidade, mostrando-se promissor para avaliação do vigor de lotes de sementes. Este teste baseia-se na integridade das membranas celulares possibilitando que o processo de deterioração seja detectado em sua fase inicial e, conseqüentemente, que sejam tomadas medidas pertinentes, visando reduzir ou minimizar o seu efeito na qualidade fisiológica da semente (DIAS & MARCOS FILHO, 1995).

No bioma Cerrado ainda são escassos, os conhecimentos associados às suas leguminosas arbóreas. Informações que possam relacionar a capacidade de viabilidade de suas sementes e a implicação desta característica na produção de mudas viáveis ainda são incipientes. Levando em consideração todo o mecanismo evolutivo que procura resguardar a perpetuação da espécie, e fazendo com que as sementes se mantenham viáveis por longos períodos de tempo, germinando de forma esparsa sob determinadas condições.

Na natureza, a dormência tem um significado ecológico importante, conferindo às sementes resistência à ingestão por animais, ao calor, ao frio, ao fogo e aos demais agentes e interferindo na dinâmica das populações naturais, uma vez que está relacionada à adaptação das plantas à heterogeneidade dos diferentes ecossistemas, permitindo a sobrevivência das espécies vegetais e garantindo que áreas abertas sejam colonizadas rapidamente.

Assim, este trabalho tem como objetivo obter informações sobre a viabilidade e vigor, em condições de laboratório, de espécies leguminosas arbóreas do Cerrado a determinadas condições de estresse, aplicando-se testes de quebra de dormência, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica, simulando as condições de campo, para

obtenção de plântulas vigorosas; e ainda, analisar o processo de ozonização na superação da quebra de dormência nas sementes de três espécies leguminosas arbóreas do Cerrado (*Dimorphandra mollis* Benth., *Enterolobium gummiferum* (Mart.) e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville).

2. JUSTIFICATIVA

O processo de recuperação de uma área degradada requer vários cuidados. A escolha por espécies mais resistentes e tolerantes é um fator a ser considerado, principalmente pelas condições adversas as quais as mudas, assim que implantadas, deverão ser capazes de suportar e se adaptar.

Mudas de espécies arbóreas leguminosas têm demonstrado bons indicativos para sua utilização na recuperação e restauração de áreas perturbadas e degradadas. No cerrado, ainda é incipiente as informações referentes às espécies leguminosas, principalmente, no que se refere à produção de mudas a serem utilizadas na recuperação de áreas degradadas.

Muitos parâmetros estão associados à produção de mudas de qualidade de uma determinada espécie: até a obtenção da muda é necessário ter conhecimentos que vão desde a viabilidade de suas sementes e potencial de germinação (o que implica na obtenção de plântulas normais), até a capacidade destas plântulas em se estabelecerem como mudas vigorosas a serem utilizadas na implantação de povoamentos florestais. Assim, estudos que possibilitam a obtenção destas informações são importantes, por servirem de referência aos viveiros e programas de recuperação, restauração a serem implantados em áreas perturbadas ou degradadas do bioma Cerrado.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Caracterizar o vigor fisiológico de sementes de espécies leguminosas arbóreas do Cerrado, bem como otimizar o uso do processo de ozonização na avaliação da superação de dormência e na desinfestação das sementes de *Dimorphandra mollis* Benth., *Enterolobium gummiferum* (Mart.) e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville

3.2. Objetivos específicos

- Estudar a qualidade fisiológica das sementes das leguminosas arbóreas através da aplicação de diferentes métodos de superação de dormência;
- Caracterizar se o tempo de envelhecimento acelerado influencia no vigor fisiológico das sementes das espécies e na perda de exsudatos;
- Avaliar o efeito do processo de ozonização na superação de dormência das sementes;
- Avaliar o processo de ozonização na desinfestação das sementes de *Dimorphandra mollis* Benth., *Enterolobium gummiferum* (Mart.) e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville.

4. HIPÓTESES

- O método de superação conjuntamente com o tempo de envelhecimento acelerado, influencia na determinação da qualidade e vigor fisiológico de espécies leguminosas do Cerrado;
- O processo de ozonização pode ser utilizado como ferramenta para a superação de dormência e desinfestação de sementes de espécies leguminosas arbóreas do Cerrado.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

5.1. SEMENTE E SEUS COMPONENTES BÁSICOS

Define-se semente como o óvulo maduro das plantas gimnospermas ou angiospermas, ou seja, já é o óvulo fecundado e este é formada por tegumento (casca), embrião e pelo endosperma, o qual envolve o óvulo. Vidal & Vidal (1999) diz que semente é o óvulo desenvolvido após a fecundação, que tem embrião, contendo ou não reserva nutritiva e o óvulo é protegido pelo tegumento. Segundo a LEI No 10.711, DE 5 DE AGOSTO DE 2003, Art. 2o, inciso XXXVIII, entende-se como semente o material de reprodução vegetal de qualquer gênero, espécie ou cultivar, proveniente de reprodução sexuada ou assexuada, que tenha finalidade específica de semeadura.

Para a formação e maturação das sementes a água possui a função importante, além disso, no que se refere à conservação e germinação, modificações no conteúdo de água pode definir o comportamento das sementes, no final da maturação (BARBEDO & MARCOS FILHO, 1998). Para as sementes de espécies cultivadas e determinadas espécies arbóreas florestais a dessecação (rápida redução da quantidade de água no interior da semente de cerca de 40% a 50% cai para 15% a 20%) é um acontecimento natural, mas pode ser desfavorável para outras espécies (VILLELA & MARCOS FILHO, 1998, BARBEDO & MARCOS FILHO, 1998).

Segundo Popinigis, (1985), os elementos básicos da estrutura da semente são: tegumento, embrião e tecido de reserva (endosperma). Do ponto de vista funcional, a semente é composta de uma estrutura protetora (tegumento), um eixo embrionário e um tecido de reserva.

O tegumento é o revestimento protetor da semente e se origina dos integumentos dos óvulos. Algumas sementes o tegumento pode ser constituído por duas partes a testa, parte externa e espessa, e o tégmen ou tegma, parte interna e delgada e a resistência, em geral, está relacionada com a consistência do pericarpo. Características específicas do óvulo como espessura dos tegumentos e arranjo do tecido vascular, provocam mudanças na estrutura da testa. Modificações sofridas pelos tegumentos durante o desenvolvimento e maturação da semente também são fatores que corroboram para variações na estrutura (ESAU, 2002)

Alguns tegumentos apresentam impermeabilidade muito alta e devido à influência na germinação, não só em sementes de leguminosas como em outras sementes de angiospermas, as camadas cuticulares nas sementes apresentam interesses para os estudos, visto que essas camadas são originadas nas cutículas do óvulo, o qual quando jovem é revestido por uma cutícula e que após o desenvolvimento do tegumento ou tegumentos, duas ou três camadas são distintas, o tegumento e o nucelo. No desenvolvimento do tegumento ocorre a destruição de tecidos tegumentares que leva a justaposição das inúmeras cutículas de uma forma que o embrião e o endosperma podem vir a ser envolvidos por uma bainha cuticular proeminente interrompida apenas ao nível do hilo, quando não em fusão. Assim sendo, pode-se afirmar que a epiderme externa é repetidamente provida de cutícula (ESAU, 2002).

Na família das Leguminosas, um fator importante observado, devido a estudos frequentes realizados, é que dos dois tegumentos observados nos estudos, o interno desaparece durante a ontogênese, mas o externo (a epiderme) permanece unisseriada e origina a camada paliçádica, características das sementes das leguminosas. Essa camada é formada por esclereídeos – macrosclereídeos, ou células de Malpighi com paredes desigualmente espessas e duas camadas em paliçadas e esta também pode ocorrer na região do hilo e na camada mais externa deriva do funículo. Por sua estrutura, em certas sementes duras, ser considerada a causa do alto grau de impermeabilidade e afetar a capacidade de germinação da espécie. A chamada linha lúcida das células em paliçadas é considerada como uma região particularmente impermeável e que experimentos já realizados relacionados à entrada de corante na semente não lesada mostra que a linha lúcida demonstra ser uma barreira a passagem do corante (ESAU, 2002).

O embrião desenvolve-se no interior do óvulo e geralmente por meio da oosfera fertilizada ou zigoto. Mesmo parecendo que o crescimento inicial do embrião pareça seguir um plano simples, na maioria das dicotiledôneas, a primeira divisão do zigoto diplóide (este proveniente da fusão do microgameta com a oosfera) apresenta seqüência de desenvolvimento, duas células, das quais a que está próxima à micrópila- célula proximal- é a parte inferior do embrião e a outra- célula distal- parte superior, ou seja, o embrião apresenta polaridade, um pólo radicular e um caulinar (ESAU, 2002).

A quantidade de água na semente após a fertilização do óvulo é cerca de 80% e esse teor diminui gradativamente quando o embrião vai se desenvolvendo até atingir a maturidade fisiológica (CASTRO et al., 2004).

Segundo Swamy & Ganapathy (1957), o endosperma é o resultado da fusão de dois núcleos polares do saco embrionário com um núcleo gamético do tubo polínico, este possui dois padrões de desenvolvimento do endosperma, o nuclear no qual ocorre multiplicação de núcleo sem que seja uma imediata citocinese e o celular na qual há divisões que estão relacionadas à citocinese. A longevidade do endosperma depende do material que este armazena em seu tecido e o material mais comum é o amido. Acredita-se que existe uma relação nutricional entre o endosperma e o embrião e foi observado que os tecidos acumulam amido após a polinização, mas depois sofre destruição no decorrer do desenvolvimento do embrião. O endosperma, nas fases iniciais, parece ser quem alimenta, ou seja, transmite material nutritivo dos óvulos ao embrião. Depois disso este é parcialmente ou totalmente destruído, o restante do material nas sementes com albúmem, não destruído, é utilizado na germinação (ESAU, 2002).

5.2.DORMÊNCIA DAS SEMENTES

A dormência é um processo que distribui a germinação no tempo como resultado da estratégia evolutiva das espécies para garantir que algumas encontrem condições ambientais favoráveis para desenvolver plantas adultas, bloqueando a germinação sob condições favoráveis imediatas em diferentes graus dentro de uma população, protegendo as sementes da deterioração e sendo superada ao longo do tempo e sob condições naturais de clima ou de alterações climáticas (BIANCHETTI, 1989). Caracteriza-se pela incapacidade de germinação de sementes mesmo quando são expostas a condições ambientais favoráveis, ocorrendo de forma primária, quando já está presente nas sementes colhidas, e de forma secundária, quando é causada por alterações fisiológicas provocadas por exposição a condições desfavoráveis à germinação após a colheita (VIEIRA & FERNANDES, 1997).

Nas sementes, a dormência pode ser causada por substâncias inibidoras, por resistência mecânica dos tecidos externos ao embrião, pela imaturidade do embrião ou pela

dormência do próprio embrião (KRAMER & KOZLOWSKI, 1972); há sementes que apresentam combinações de dois ou mais destes fatores (VIEIRA & FERNANDES, 1997).

5.3. MÉTODOS DE QUEBRA DE DORMÊNCIA

O atraso da germinação é provocado pela dormência da semente, mesmo estando em condições favoráveis de umidade, temperatura, luz e oxigênio. Há dois terços das sementes arbóreas com algum tipo de dormência, sendo que esse fenômeno é comum em espécies de clima tropical, temperado e subtropical. Essa dormência tem origem na adaptação da espécie a condições ambientais, podendo haver pouco ou muita umidade, incidência de luz, baixa temperatura, que ela se reproduz. Com isso, a dormência é uma estratégia para que as sementes possam se desenvolver quando houver melhor momento propício ao seu desenvolvimento. Existem duas classificações para a dormência, a primária na qual as sementes já apresentam dormência e a segunda é a dormência secundária ocorre quando a semente não tem dormência, germinam normalmente quando expostas a condições favoráveis, e quando estão em condições desfavoráveis são induzidas ao estado de dormência. As principais causas de dormência são: o tegumento impermeável; embrião fisiologicamente imaturo ou rudimentar; substâncias inibidoras nas sementes; embrião dormente e a combinação de causas que consiste em dizer que na mesma espécie de semente pode haver mais de uma causa de dormência (IPEF, 1997).

Na família Leguminosae, a causa de dormência mais comum é decorrente da impermeabilidade do tegumento. A dureza do tegumento é atribuída à camadas de células em paliçada, que apresentam paredes espessas e recobertas externamente por uma camada cerosa (MARCOS FILHO, 2005).

No entanto, existem vários tratamentos que podem ser usados com êxito para superar esse tipo de dormência, tais como: a) Escarificação química: método químico, feito geralmente com ácidos (sulfúrico, clorídrico etc.), que possibilita as sementes executar trocas com o meio, água e/ou gases. O uso de ácidos para escarificação dependendo da dosagem pode danificar a semente, e se tornar um método destrutivo. Para viveiristas não é um método utilizado devido ao alto risco no manuseio, possuir alto custo e baixa capacidade de reutilização do ácido (CARPANEZZI & MARQUES, 1981; EIRA et al., 1993; NUNO,

1995; ALVES et al., 2000; VARELA et al., 1991; BIANCHETTI & RAMOS, 1981; NICOLOSO et. al 1997; BIANCHETTI & RAMOS 1982; SILVA & SILVA 1983); b) Escarificação mecânica: método muito utilizado, em que se raspa a semente sobre uma superfície áspera (lixa, piso áspero, cimento ou tijolo etc). É usado para facilitar a absorção de água pela semente (RAMOS & ZANON, 1986; VARELA et al., 1991; NUNÕ, 1995; LEMUS FILHO et al., 1997; ALVES et al., 2000; BRUNO et al., 2001; BIANCHETTI & RAMOS, 1981; ARAÚJO & ANDRADE, 1983); c) Estratificação: é um tratamento úmido à baixa temperatura, auxiliando as sementes na maturação do embrião, trocas gasosas e embebição por água. d) Choque de temperatura: é feito com alternância de temperaturas variando em aproximadamente 20°C, em períodos de 8 a 12 horas. e) Água quente: é utilizado em sementes que apresentam impermeabilidade do tegumento e consiste em imersão das sementes em água na temperatura de 76 a 100°C, com um tempo de tratamento específico para cada espécie. É um método prático, de baixo custo e de fácil manuseio, e é recomendado aos viveiristas (BIANCHETTI, 1981; EIRA et al., 1993; NUNÕ, 1995; BIANCHETTI, 1981; RECH et.al. 1980; BIANCHETTI & RAMOS 1982; SILVA & SILVA 1983; f) Água fria: em certos casos é mais adequado deixar a semente em água fria por algumas horas (RAMOS & ZANON, 1986). Assim como são os vários fatores que determinam a dormência nas diversas de espécies de sementes, também são vários métodos usados em laboratórios para fazer que as sementes germinem mais rápido.

Porém, o tempo de aplicação e a eficiência dos tratamentos de superação de dormência dependem da espécie (VEASEY et al., 2000). A ruptura do tegumento por meio dos métodos de escarificação, além de aumentar a permeabilidade à água e gases, pode promover aumento da sensibilidade à luz e à temperatura, atuando sobre o metabolismo das sementes e, conseqüentemente, sobre a dormência (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

No caso de embriões imaturos, são utilizados processos especiais, chamados de pós-maturação de embriões, para forçá-los a completar o desenvolvimento até o ponto de possibilitar a germinação da semente (KRAMER & KOZLOWSKI, 1972).

5.4.GERMINAÇÃO

Nas sementes ocorre o processo que inicia com a retomada do crescimento pelo embrião, desenvolvendo-se até o ponto em que forma uma nova planta com plenas condições de nutrir-se por si só, tornando-se independente, chamado de germinação (KRAMER & KOZLOWSKI, 1972).

De acordo com Toledo (1977), a semente ao atingir a maturidade passa por um período o qual ocorre o desenvolvimento e o crescimento do embrião, permanecendo em estado de latência, o ressurgimento dessas atividades recebe o nome de germinação.

A germinação é um fenômeno biológico caracterizado pela retomada do crescimento do embrião, com o conseqüente rompimento do tegumento pela radícula (LABOURIAU, 1983).

A germinação ocorre numa sequência de eventos fisiológicos influenciada por fatores externos (luz, temperatura, disponibilidade de água e de oxigênio) e internos (inibidores e promotores da germinação) às sementes, que podem atuar por si ou em interação com outros fatores: absorção de água; início da mitose; acréscimo no teor de enzimas e aumento da sua atividade e da digestão das substâncias de reserva; transporte do alimento para as regiões de crescimento; aumento da respiração e da assimilação; aceleração da mitose; diferenciação celular (KRAMER & KOZLOWSKI, 1972).

Na germinação um dos principais fatores influentes é a água visto que a atividade desta na semente é capaz de desencadear uma série de reações fisiológicas e pode também interferir na solubilidade e concentração da composição de solutos nas células (LEOPOLD & VERTUCCI, 1989).

A germinação de uma semente se inicia assim que esta absorve água e termina com o início do alongamento do eixo embrionário, identificado pela protrusão da radícula do embrião (BEWLEY e BLACK, 1982). A água é um dos fatores que mais influencia o processo de germinação, pois nesse período, a água é absorvida por embebição pela semente e isso provoca a hidratação dos tecidos das mesmas além de ocorrer à intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas que resultam com o fornecimento de energia e nutrientes para a retomada de crescimento por parte do eixo embrionário. Ao penetrar no tegumento da semente a água provoca a turgescência das células que ajudam nas

trocas gasosas acarretando aumento da atividade metabólica (FERREIRA & BORGHETTI, 2004) e concomitantemente provoca o aumento volume da semente que leva a ruptura do tegumento e facilita a emergência das estruturas internas desta, visto que a semente sozinha não conseguiria realizar tal ação (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Mas se houver excesso de umidade na semente a germinação é comprometida, provocando o decréscimo na germinação já que há impedimento de entrada de oxigênio na semente e redução do processo metabólico resultante.

Apesar de já haver estudos relacionados ao limite de desidratação para sementes de recalcitrantes, há poucas pesquisas sobre a magnitude do potencial hídrico das sementes, ou seja, a real atividade energética da água em cada um dos níveis de hidratação das sementes de cada espécie. Após pesquisas sabe-se que a variação entre as espécies, temperatura, permeabilidade do tegumento, pressão hidrostática, disponibilidade de água, área de contato semente/água, forças intermoleculares, composição química, condições fisiológicas e quantidade de poros sobre a superfície do tegumento são fatores que modificam a velocidade de absorção da água pela semente (MAYER & POLJAKOFF- MAYBER, 1979; POPINIGIS, 1985). Cabe salientar que a embebição segue um padrão trifásico (BEWLEY & BLACK, 1985) em que na fase I há somente um fenômeno físico que ocorre e se completa em 1 ou 2 horas nas sementes cotiledonares e não dependem de sua condição fisiológica, mas é nessa fase que ocorre a liberação de açúcares, aminoácidos e eletrólitos em que a quantidade destes dependem da desorganização da membrana celular, enquanto a fase II ocorre a lenta absorção de água sendo esta 8 a 10 vezes mais longa que a fase I e é nessa fase em que acontece os eventos metabólicos que prepara a emissão da raiz primária, além de dar início a fase III na qual ocorre o início da germinação (CARVALHO & NAKAGAWA, 1988).

Alguns autores ressaltam que a taxa de liberação de eletrólitos é bastante elevada no início do processo de embebição; no entanto, essa taxa cai à medida que há reorganização das membranas celulares (SIMON & RAJA-HARUM, 1972; BECWAR et al., 1982; BEWLEY & BLACK, 1985). O modelo proposto por Bewley & Black (1985) considera que a integridade das membranas influi diretamente sobre a eficiência metabólica da fase II, então esse modelo representa um suporte para a busca de informações sobre a qualidade fisiológica das sementes durante as fases iniciais de embebição.

As sementes ortodoxas tendem a perder água gradualmente por seus tecidos na época de sua maturação o que pode ocasionar alterações metabólicas e estruturais que condicionam tolerância a dessecação das sementes, sendo assim é favorecida a funcionalidade e integridade dos tecidos no momento da reidratação previamente à retomada do crescimento e desenvolvimento do embrião, durante a germinação. Assim, desenvolver mecanismos de proteção contra os malefícios da perda de água no interior da semente é importante, mas é ainda mais relevante reparar possíveis danos causados pela absorção de água nos tecidos (KERMODE, 1997).

Com isso, a etapa de embebição se torna crítica para o processo de estabelecimento de plântula no campo visto que há a possibilidade de possíveis danos celulares causados pela absorção desordenada de água pela semente e devido a falta de mecanismos adequados para reparar e proteger o seu sistema de membranas celulares ocorre dando por embebição (BEWLEY,1997; CASTRO & HILHORT, 2004; MARCOS FILHO, 2005). Os danos provocados pelas embebição podem ser amenizados quando a hidratação da semente ocorre por vapor d'água quando há alta umidade relativa ou quando a taxa do influxo de água é reduzida por meio do revestimento das sementes (CASTRO & HILHORT, 2004), mas as fases da germinação podem ser comprometidas haja vista ser possível que sementes com potencial fisiológico inferior apresentem deficiência no processo de reparo e/ ou proteção do seu sistema de membrana na fase inicial de embebição.

Mediante a algumas sementes apresentarem quantidade mínima de água em seu interior ao recomendado para haver um teste de condutividade elétrica, a ISTA propõe dois métodos para pré – hidratação: o de pré-hidratação em substrato umedecido e pré-hidratação em atmosfera saturada. Porém há estudos que mostram haver não só diferença entre a velocidade de absorção de água pela semente, mas também diferenças entre lotes de sementes, dependendo do qual será o procedimento a ser tomado para a pré- hidratação das sementes (CASTRO et al., 2005; COSTA et al., 2005; RODRIGUES et al., 2006).

A duração do período de embebição é necessária, pois esse período auxilia na capacidade do teste de condutividade de distinguir diferenças de qualidade entre lotes de sementes. Tendo isso como base, a embebição é essencialmente um processo físico a qual está relacionada com a permeabilidade de água no tegumento e as propriedades dos colóides que formam as sementes, sendo a hidratação uma das suas principais consequências (DIAS et al. 2006).

5.5. TESTES DE VERIFICAÇÃO DO VIGOR E VIABILIDADE DAS SEMESTES

5.5.1. TESTE DE GERMINAÇÃO

Os estudos de germinação de sementes são realizados com o objetivo de ampliar os conhecimentos fisiológicos, verificar as respostas de germinação a fatores ambientais, causas de dormência e métodos de superação, obter conhecimentos morfológicos, acompanhar o desenvolvimento do embrião e da plântula, verificar o estágio de maturação das sementes e do efeito do processamento e armazenamento sobre a qualidade de sementes (BASKIN & BASKIN, 1998; MATOS, 2009).

O teste de germinação é conduzido oferecendo às sementes as condições mais favoráveis, tais como luz, substrato mais adequado, temperatura, umidade e aeração (FIGLIOLIA et al., 1993), para favorecer as condições ideais para a atividade metabólica da semente que dará origem as mudas. Eles devem ser realizados de acordo com as recomendações ou prescrições estabelecidas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Em conformidade com as Regras para Análise de Sementes (RAS), evidencia-se que, para a maioria das espécies florestais tropicais e subtropicais, a faixa ótima de temperatura para a germinação das sementes se dá entre 15 e 30°C, com temperaturas alternadas de 20 a 30°C e de 10 a 30°C. Para a manutenção das temperaturas, são utilizados equipamentos (germinadores ou câmaras) com sistema de controle automático. No regime de alternância, as sementes são mantidas na temperatura mais baixa por 16 horas e na mais alta por 8 horas (BORGHETTI & FERREIRA, 2004). Existem espécies cujo processo germinativo é favorecido por alternância diária de temperatura, porém, essa necessidade pode estar associada à dormência das sementes, embora a alternância de temperatura possa acelerar a germinação de sementes não dormentes (MCDONALD & COPELAND, 1985).

Estudos revelam que o teor de água e o tipo de substrato exigidos pelas sementes variam muito de acordo com as características ecológicas (OLIVEIRA, PIÑA-RODRIGUES E FIGLIOLIA, 1989).

Outra condição especificada nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) para a condução do teste de germinação refere-se ao substrato, que tem a função de suprir as sementes de umidade e proporcionar condições para a germinação das mesmas e o desenvolvimento das plântulas (FIGLIOLIA et al., 1993). Basicamente, são indicados quatro tipos: papel, pano, areia e solo.

A escolha do substrato é efetuada em função da facilidade e eficiência do uso do mesmo e da espécie a ser analisada, considerando algumas de suas características, tais como o tamanho das sementes, a necessidade de água e luz, a facilidade da contagem e a avaliação das plântulas (POPINIGIS, 1977).

Os recipientes mais usados para as sementes pequenas são as tradicionais caixas plásticas transparentes (gerbox) prescritas nas RAS (BRASIL, 2009). Para as sementes de tamanho médio e grande, são empregados recipientes maiores e transparentes, de tamanhos variados como 20x30, 20x25, 20x20, 20x15 centímetros.

5.5.2. TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (C.E.)

O teste de condutividade elétrica analisa a quantidade de exsudados que são lixiviados das sementes. A condutividade elétrica da solução de embebição de semente, embora tenha sido utilizada mais intensamente a partir da década de 60, já havia sido usada na década de 20, para estimar a viabilidade de sementes de capim timoteo e de trevo vermelho (FICK & HIBBARD, 1925) e de ervilha, trigo, milho, feijão e capim timoteo (HIBBARD & MILLER, 1928).

A condutividade elétrica tem sido relatada como um teste de vigor, o qual encerra, basicamente, dois princípios: um físico, relacionado à avaliação da corrente elétrica, por meio de uma ponte de condutividade na solução de embebição, e um biológico, que se refere à perda de lixiviados do interior da célula para o meio exterior, envolvendo processos bioquímicos inteiramente relacionados com a integridade das membranas celulares (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

Delouche & Baskin (1973) propõem que os testes rápidos para avaliar o vigor das sementes em relação à degradação das membranas celulares por alteração das atividades

metabólicas, e a redução das atividades respiratórias e biossintéticas, estão relacionados aos eventos iniciais de deterioração das mesmas. Segundo a International Seed Testing Association (HAMPTON & TEKRONY, 1995), o teste de condutividade elétrica se destaca entre um dos mais importantes para se avaliar o vigor de sementes, principalmente por fornecer resultados rápidos (em um intervalo de 24h), ser objetivo, possuir facilidade de execução em laboratórios de análise de sementes, além disso, é um teste que não resulta em maiores despesas em equipamento e em treinamento de pessoas (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999) e também é um teste considerado eficiente (MATTHEWS & POWELL, 1981).

Esse teste pode ser executado pelo método massal, o qual analisa uma amostra por vez e fornece uma média de condutividade da solução da embebição da semente, ou pelo método individual, em que é medida a condutividade da solução de embebição de uma só semente (COSTA et al., 2005). O método individual é realizado por aparelhos como ASA-610, ASA-220 e ASAC-1000, que analisam individualmente a qualidade fisiológica da semente quando monitora a liberação de eletrólitos de cada semente por meio da quantificação da intensidade de corrente elétrica, que passam por dois eletrodos imersos na solução da água de embebição (MCDONALD JR. & WILSON, 1980; MULLET & WILKINSON, 1979; STEERE et al., 1981; RACHIDIAN & LE DEUNFF, 1986; WANN, 1986; WILSON & TRAWATHA, 1991 E WILSON et al., 1992). Ambos os métodos são de padronização simples, haja vista que estes são conduzidos em condições controladas de laboratórios.

O teste de condutividade elétrica tem como princípio básico mostrar a quantidade de eletrólitos liberados pelas sementes durante a sua embebição em água. Krzyzanowski et al. (1999), citam que esses eletrólitos liberados são diretamente proporcionais ao grau de desorganização da membrana plasmática e da permeabilidade tegumentar. Dentre os fatores que podem afetar os resultados do teste estão qualidade da água, temperatura, duração do período de embebição, grau de umidade e número de sementes testadas (DIAS & MARCOS FILHO, 1995; VANZOLINI, 1998; VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999; YAKLICH & ABDUL-BAKI, 1975; TAO, 1978; MARBACH & MAYER, 1985; LOEFFER et al., 1988 & HAMPTON et al., 1992.), além de genótipo (VIEIRA et al., 1996, BEDFORD, 1974).

5.5.3. TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO (E.A.)

O teste de envelhecimento acelerado consiste em se verificar o desempenho das sementes, após serem submetidas às condições desfavoráveis de temperatura e umidade. É uma metodologia auxiliar cujo emprego se mostra bastante promissor em sementes florestais, não só na área de tecnologia e análise de sementes como também em outras (PIÑA-RODRIGUES, 1984).

O teste de envelhecimento acelerado baseia-se no fato de que a taxa de deterioração das sementes é aumentada consideravelmente através de sua exposição a níveis muito adversos de temperatura e umidade relativa (MARCOS FILHO et al., 1987). Nessas condições sementes de menor qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, com reflexos na germinação após o período de envelhecimento acelerado (TORRES & MARCOS FILHO, 2001).

Inicialmente, este teste foi desenvolvido com a finalidade de estimar o potencial de armazenamento de sementes (DELOUCHE & BASKIN, 1973), mas é eficiente também na comparação do vigor entre lotes de sementes e na estimativa do potencial de desempenho em condições de campo (POPINIGIS, 1977).

Atualmente, o teste de envelhecimento acelerado também é utilizado para avaliar o vigor de sementes de diversas espécies e está incluído em programas de controle de qualidade por empresas produtoras de sementes, pois em poucos dias, podem-se obter informações relativamente seguras sobre o potencial de armazenamento dos lotes processados e emergência das plântulas em campo (MARCOS FILHO, 1999).

O teste de envelhecimento tem como base o fato de que a taxa de deterioração das sementes é aumentada consideravelmente pela sua exposição a níveis muito adversos de temperatura e umidade relativa (MARCOS FILHO, 1999). Quando se fala em vigor de sementes, é difícil pensar em uma única característica para avaliá-lo.

Desse modo, procura-se relacionar o vigor com a velocidade de germinação, a uniformidade de emergência e o vigor da plântula resultante (VIEIRA et al., 1994). Geralmente, as sementes mais vigorosas retêm a capacidade de produzir plântulas normais e apresentam germinação mais elevada, após serem submetidas ao envelhecimento

acelerado, enquanto que as de baixo vigor se caracterizam por apresentar maior redução de viabilidade.

Os métodos mais empregados para a realização do envelhecimento acelerado são os preconizados pela AOSA (1973).

No Brasil, os métodos mais utilizados para espécies agrícolas são descritos por Vieira & Carvalho (1994), Vieira & França-Neto (1999). Para espécies florestais, utilizam-se os propostos por Valentini & Piña-Rodrigues (1995).

Embora apresente variações entre espécies, o princípio do teste é o de submeter as sementes a altas temperaturas (de 40 a 45°C), sob condições de umidade de 90 a 100%, por períodos variáveis de 24 a 72 horas (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

Valentini & Piña-Rodrigues (1995) observaram que em função da diversidade das espécies florestais nativas e das condições ambientais de produção das sementes, poucos são os testes de vigor com metodologia conhecida e, diante do exposto, pode-se considerar que atualmente ainda é pequeno o número de trabalhos com o teste de envelhecimento acelerado para espécies arbóreas nativas.

Araújo Neto (2001), trabalhando com *Acacia polyphylla* (monjoleiro), verificou redução significativa da qualidade fisiológica das sementes com a sua exposição por 48 horas, a 41° C e Gonçalves (2003), trabalhando com sementes escarificadas de *Guazuma ulmifolia* (mutamba), recomendou para o teste de envelhecimento acelerado as temperaturas de 41 e 45° C, por 120 e 96 horas, respectivamente.

Borges et al. (1992) envelheceram sementes de *Piptadenia communis* (pau-jacaré) por 0, 16, 20, 24 e 48 horas, a 40°C, e verificaram que o envelhecimento resulta em decréscimo na viabilidade das sementes, sendo maior a utilização das reservas de lipídios e açúcares, contudo, sem alterações aparentes na permeabilidade da membrana celular.

Pizetta et al. (2001) submeteram sementes de *Poecilanthe parviflora* (coração-de-negro) a diferentes períodos de envelhecimento, até um tempo máximo de 120 horas, a 42° C, e os resultados obtidos não foram suficientes para provocar alterações na germinação de sementes desta espécie.

5.5.4. TESTE DE COMPRIMENTO DE PLÂNTULAS

Os testes de vigor que se baseiam no desempenho de plântulas são também classificados como testes fisiológicos (MCDONALD JR., 1975), visto que procuram determinar atividade fisiológica específica, cuja manifestação depende do vigor. Os testes que avaliam o crescimento de plântulas são testes sugeridos pelas duas associações mundiais que congregam tecnologistas de sementes (AOSA – Association of Official Seed Analysts / ISTA - International Seed Testing Association). O Comitê de Vigor da ISTA (HAMPTON, 1992) constatou que alguns laboratórios empregavam o teste de crescimento de plântulas para compor, junto com outros testes, um índice de vigor em sementes de espécies agrícolas como algodão, ervilha e milho.

As vantagens destes testes são: baixo custo; não necessitam de equipamentos especiais; não demandam treinamento adicional específico sobre a técnica empregada e são relativamente rápidos. O crescimento de plântulas pode ser mensurado através do comprimento e da massa de matéria seca de plântula. Ambos são medidas de grandeza física (dimensão e massa, respectivamente); independem de subjetividade do analista, tornando mais fácil a reprodutibilidade dos resultados. Isto ocorre desde que as condições e os procedimentos sejam bem definidos (NAKAGAWA, 1999). Para o teste de comprimento de plântula, o Manual de Vigor da ISTA (HAMPTON & TEKRONY, 1995), leva em consideração o número de sementes colocadas para germinar (pelo qual é dividido), enquanto pela AOSA (1983), o número de plântulas normais mensuradas (cm por plântula normal). No segundo caso (AOSA), deve-se, na interpretação do vigor do lote, não considerar apenas os resultados do comprimento da plântula (média) ou parte dela, mas também os valores da germinação (%), pois alguns lotes podem apresentar germinação menor produzindo plântulas com maior tamanho médio e vice-versa. Isto para evitar interpretação errônea do vigor dos lotes. Pelo procedimento da ISTA, com a divisão pelo número de sementes colocadas, evita-se, em parte, esse erro.

5.6.OZÔNIO

5.6.1. HISTÓRICO

Os primeiros relatos sobre o O₃ datam de 1785 quando Van Marum, um físico holandês, observou que a descarga elétrica em ar resulta em um odor irritante bastante característico. Em 1801, o mesmo foi observado durante a eletrólise da água (RIDEAL, 1920).

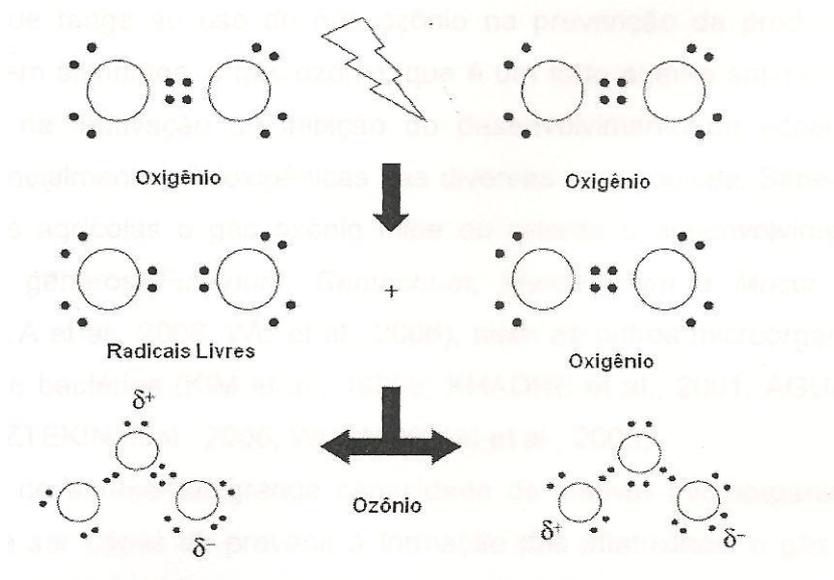
O ozônio foi descoberto por Schonbein, um químico alemão, em 1840, seguido por uma patente nos Estados Unidos emitida por Fewson em 1888, que tratava de remoção de odores provenientes de esgotos. A primeira desinfecção de água com ozônio ocorreu em 1906, na França, e o primeiro sistema de tratamento de água com o uso do ozônio, em escala comercial, foi em 1940, nos Estados Unidos. Dentre as características do ozônio, pode ser destacado que esse gás é altamente reativo; é necessário que seja gerado no próprio local de aplicação; apresenta alta solubilidade em água em baixa temperatura e pH; tem como produto final de sua decomposição o oxigênio; é um efetivo agente oxidante contra uma variedade de microrganismos (GRAHAM, 1997; NOVAK e YUAN, 2007).

Na Europa em 1893, o ozônio era permitido como desinfetante de água para o consumo humano. Já nos EUA, em 1982, o FDA (*Food and Drug Administration*), por considerá-lo substância GRAS, liberou seu uso no processo de lavagem de garrafas para comercialização de água. Em 1909, era utilizado de forma gasosa em frigoríficos para estocagem de carnes(WEI et al., 1985).

O ozônio teve seu reconhecimento oficial como agente sanificante seguro em 1997, pelo EPRI (*Electric Power Research Institute*), que criou oportunidades adicionais para a sua aplicação na indústria de alimentos e outros setores. Como consequência, ainda em 1997, foi aprovada pelo departamento de agricultura dos Estados Unidos a utilização legal de ozônio na água usada na lavagem de carcaças da indústria de processamento de frangos (UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 1997; YUAN et al., 1999; GUZEL-SEYDIM et al., 2004).

5.6.2. CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DO OZÔNIO

O ozônio é composto por três átomos de oxigênio. Na forma gasosa é incolor, na forma líquida é azul escuro (quase preto). O seu ponto de fusão é 80 K e de ebulição é de 161K, apresenta odor característico percebido mesmo em concentrações baixas como 0,015ppm (0,01mg/kg). Altamente instável em qualquer forma, produz-se ozônio por descarga elétrica, por irradiação de UV ou pelo efeito corona, que por sinal é o mais utilizado (BROADWATER et al., 1973) (Figura 1).



Fonte: NOVAK & YUAN, 2007.

Figura 1 – Mecanismo de formação do gás ozônio a partir de moléculas de oxigênio

Devido à maior estabilidade do oxigênio, a molécula de O_3 sofre um processo de dissociação espontânea com o tempo, resultando novamente na formação do oxigênio (LANGLAIS et al., 1991). A decomposição do O_3 não resulta em espécies nocivas já que o mesmo é espontaneamente convertido em O_2 ; a sua instabilidade ($t_{1/2} = 20$ a 90 minutos, dependendo do ambiente) requer que ele seja produzido no seu local de aplicação, reduzindo, assim, gastos e perigos relacionados como seu transporte e estocagem (ARMOR, 1999; TRASATTI, 1995).

Em condições ambientais o O_3 é um gás instável possuidor de um elevado poder de oxidação. Em condições normais de temperatura e pressão, o O_3 é moderadamente solúvel

em água (13 vezes mais solúvel que o O₂). Sua velocidade de decomposição, resultando em O₂, é fortemente dependente da pureza do solvente, diminuindo na presença de impurezas (HILL, 1982) (Tabela 1).

Tabela 1 - Propriedades físicas do ozônio

Ponto de evaporação	-11,9 ± 0,3°C
Ponto de fusão	-192,5 ± 0,4°C
Temperatura crítica	-12,1°C
Pressão crítica	54,6 atm

Fonte: MANLEY; NIEGOWSKI (1967).

5.6.3. APLICAÇÕES DO OZÔNIO

Uma variedade de aplicações tem surgido para o ozônio, sobretudo devido aos novos conhecimentos quanto às suas características e propriedades. Por ser considerado um bactericida, investigações de sua atuação sobre uma grande variedade de microrganismos, na forma de células vegetativas ou esporos, como na aplicação na higienização de alimentos; para remover odores desagradáveis; no tratamento do reuso da água e efluentes; no condicionamento da água das piscinas, devido à destruição de esporos e vírus, como também na decomposição da urina; como agente branqueador de compostos orgânicos; no armazenamento e conservação de pescado; na forma de gelo ozonizado; na desodorização de ambientes; em lavanderias hospitalares, tem despertado atenção especial de pesquisadores de todo mundo (CAMPOS, 2005; CAMPOS, 2006; CHAWLA, 2006; CHIALLONE, 2006; EMBRAPA, 2006).

Em razão dos resultados de pesquisas que apontam o potencial do ozônio no controle de fungos e insetos-praga de grãos armazenados, este gás tem se tornado uma importante alternativa para proteção de produtos agrícolas. Sua utilização na agricultura vem-se tornando atraente, pois, pode ser gerado no próprio local de uso, além de descartar a necessidade de embalagens e transporte de mercadorias (MENDEZ et al., 2003).

O gás ozônio (como forte agente antimicrobiano) pode atuar na inativação ou inibição do desenvolvimento de espécies de fungos. Para espécies agrícolas, o gás ozônio inibe ou retarda o desenvolvimento de fungos dos gêneros *Fusarium*, *Geotrichum*, *Myrothecium*, e *Mucor*, dentre outros; além de outros microrganismos, como vírus e bactérias (RAILA et al. 2006; WI et al., 2008).

Kells et al. (2001), avaliando a eficácia do ozônio como fumigante para desinfestação de milho armazenado, verificaram que o tratamento de 8,9 toneladas de grãos de milho com 50 ppm de ozônio, durante três dias, resultou numa faixa de mortalidade entre 92 e 100% de adultos de *Tribolium castaneum* e *Sitophilus zeamais*, de larva de *Plodia interpunctella* (HUBNER, 1813), tendo reduzido em 63% o nível de contaminação do fungo *Aspergillus parasiticus*. Os autores mencionam que Erdman (1980) observou a mortalidade de larvas de *T. castaneum* e *T. confusum*, ao serem expostas ao gás ozônio à concentração de 45 ppm.

Estudos realizados por Rozado (2005) em sementes de milho armazenado, demonstraram a eficácia de uma fumigação com 50 ppm de ozônio sobre a mortalidade dos insetos adultos de *Tribolium castaneum* (Herbst) e *Sitophilus zeamais* (Motschulsky).

ALENCAR (2009) concluiu que o ozônio é uma importante alternativa para detoxificação de amendoim, no que se refere à segurança alimentar, sendo eficiente no controle de fungos de campo e de armazenamento que são espécies potencialmente aflatoxigênicas.

6. ESPÉCIES ESTUDADAS

6.1. *Dimorphandra mollis* Benth.

Dimorphandra mollis Benth. é uma espécie típica do Cerrado. Conhecida popularmente como faveira, favela, fava-d'anta, barbatimão-da-folha-miúda, canafístula, enche-cangalha, angiquinho, faveiro-do-Cerrado (LORENZI, 1992; ALMEIDA et al., 1998), apresenta ampla distribuição nas áreas savânicas do Brasil, ocorrendo em estados da região norte, nordeste, centro-oeste e sudeste (ALMEIDA et al., 1998).

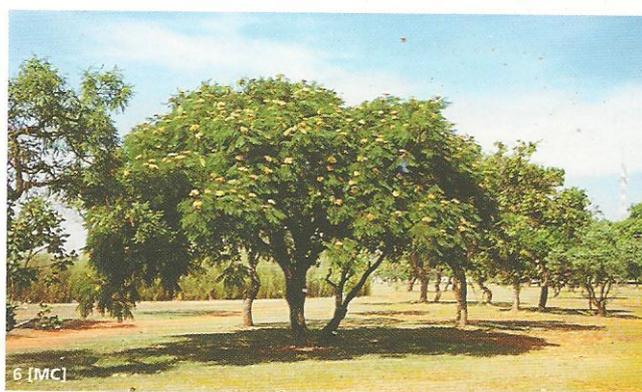


Figura 2 – Árvores da espécie *Dimorphandra mollis* Benth. Fonte: Silva Jr, M.C.(2005).

A espécie possui de 4 a 10 metros de altura, as folhas são compostas com duas divisões, alternas, com foliólulos coriáceos e pilosos em ambas as faces (Figura 2 e 3). As flores são pequenas de cor amarela (Figura 3).

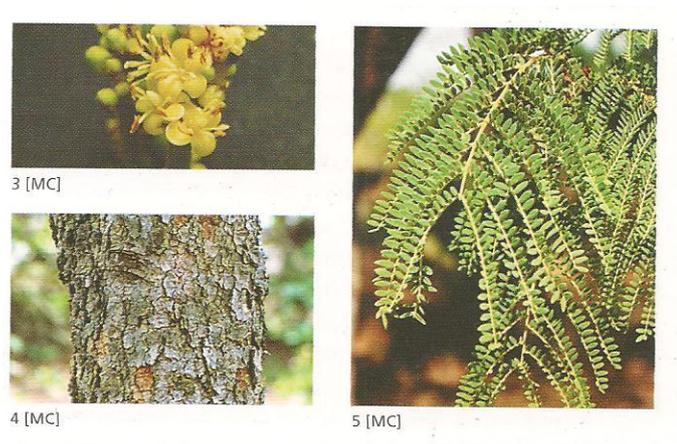


Figura 3 – Detalhes da floração, do tronco e dos foliólulos de *Dimorphandra mollis* Benth. Fonte: Silva, M.C.(2005).



Figura 4 – Floração e frutos verdes de *Dimorphandra mollis* Benth. Fonte: Silva Jr, M.C.(2005).

Os frutos chegam a 15 centímetros de comprimento, achatado com odor forte e quando maduro apresenta cor marrom escuro; seco, indeiscente, possui polpa seca; simples do tipo legume (Figura 4). As sementes apresentam até 1,5 cm de comprimento, elipsoide, com tegumento liso e rígido, de cor marrom avermelhada e pode apresentar até 14 sementes por fruto (KUHLMANN, 2012).

Apesar das diversas utilidades proporcionadas pela madeira da faveira, como confecção de caixas, compensados, forros, painéis, brinquedos, lenha e carvão (LORENZI, 2002). A espécie ainda possui uso medicinal e alguns órgãos desta planta têm despertado grande interesse no mercado mundial.

Pode-se extrair dos frutos (sem as sementes) a rutina, um bioflavonóide portador de vitamina P que, quando associada à vitamina C, atua no retardo do processo de envelhecimento, normaliza a resistência e permeabilidade dos vasos capilares, melhorando a circulação sanguínea (SOUSA et al., 1991; FAPESP, 2008). Assim, a rutina reduz a permeabilidade dos glóbulos vermelhos, sendo empregada na fabricação de medicamento anti-hemorrágico (SOUSA et al., 1991; ADEODATO, 2008).

A produção nacional de rutina está concentrada em apenas duas empresas nacionais, a Sanrisil em Goiás, cuja produção é destinada a laboratórios franceses e a Produtos Vegetais (PVP), no Piauí; e na multinacional alemã Merck, no Maranhão. O Brasil produz 1300 toneladas/ano de rutina, o suficiente para abastecer 62% do mercado mundial (ADEODATO, 2008).

Já as sementes da faveira são ricas em galactomananos, polissacarídeos quimicamente idênticos à goma-guar. Essa goma é usada industrialmente como espessante de iogurtes e sorvetes, cápsulas de medicamentos, lubrificante de brocas para prospecção de petróleo e em invólucros de bananas de dinamite. A goma-guar utilizada na indústria brasileira é praticamente toda importada (1kg custa cerca de 18-28 dólares), proveniente de espécies florestais da Índia e do Paquistão (FAPESP, 2008).

Como *D. mollis* não é uma espécie cultivada, até o momento a mesma tem sido explorada de forma extrativista; portanto, toda a matéria-prima é extraída do Cerrado de forma desordenada, uma vez que os representantes dos laboratórios passam pelas regiões coletoras e compram toda a produção (FRANÇA, 2008).

Segundo Oliveira & Martins (1998), uma vantagem do cultivo de plantas medicinais é o aumento da produção de matéria-prima para as indústrias farmacêuticas e diminuição da pressão antrópica sobre as plantas silvestres, que tem promovido à redução da diversidade genética de muitas espécies vegetais de importância medicinal, podendo, inclusive levar ao seu desaparecimento local ou à extinção.

A produção de sementes de *D. mollis* viáveis durante todo o ano é grande; no entanto, assim como em sementes de diversas espécies florestais, as sementes de *D. mollis* apresentam algum tipo de dormência que impede a germinação, mesmo em condições favoráveis (LORENZI, 1992; PIÑA-RODRIGUES & AGUIAR, 1993).

Segundo Brandão (2000), as sementes de *D. mollis* possuem dormência física, resultante da existência de um tegumento rígido que dificulta a embebição e as trocas gasosas, e conseqüentemente a germinação das mesmas. Geralmente a superação da dormência de espécies com esta característica é realizada por meio do rompimento da impermeabilidade do tegumento, com métodos que usam superfície abrasiva (escarificação física ou mecânica) ou soluções químicas ou água fervente (escarificação química) (SCALON et al., 2007; SANTOS et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2008; FREITAS et al., 2009).

6.2. *Enterolobium gummiferum* (Mart.)

Conhecida vulgarmente como orelha de negro, tamboril, rosquinha, vinhático do campo, favela branca, brincos de sagui, a espécie *Enterolobium gummiferum* (Mart.) pertence à família da Fabaceae, possui altura de 4 a 6 m de altura dotada de copa arredondada, tronco tortuoso e curto, com casca suberosa e profundamente fissurada de 15-25 cm de diâmetro (LORENZI, 1998) (Figura 5).



Figura 5 – Árvores de *Enterolobium gummiferum* Mart. no Cerrado *sensu restrito*. Fonte: Silva Jr, M.C.(2005).

Sua distribuição ocorre no DF, BA, ES, GO, MA, MG, MT, MS, PE, RS, SP, e TO; ocorre nas fitofisionomias de campo cerrado, campo sujo, cerrado *sensu restrito* e no cerradão distrófico. Suas populações médias são de cinco a nove árvores/ha em cerrado sentido restrito amostrados no DF (SILVA et al 2005).

Essa espécie floresce de agosto a setembro, a frutificação acontece de maio a setembro, sua dispersão é feita por animais (Figura 6). Em um quilo de sementes tem-se aproximadamente 1800 sementes. A germinação possui taxa de até 90%, com aplicação de escarificação mecânica (SILVA et al. 2005).



Figura 6 – Floração e frutificação de *Enterolobium gummiferum* Mart. Fonte: Silva Jr., M.C.(2005).

A madeira da referida espécie é muito utilizada na construção civil, usada também para lenha e carvão (Figura 7). Possui uso medicinal, suas partes utilizadas a seiva, a casca, as folhas e a goma da casca servem para os pulmões e dermatites, os frutos para úlceras dermatites, a casca é vermífuga. Os frutos são tóxicos se ingeridos pelo gado. A goma resina da casca tem poder adesivo como a goma arábica (Figura 6). A árvore é tanífera, empregada na indústria de curtume. A árvore possui qualidades ornamentais que a recomendam para a arborização paisagística (LORENZI, 1998).



Figura 7 – Folhas e tronco com aspecto de cortiça de *Enterolobium gummiferum* Mart.

Fonte: Silva Jr, M.C.(2005).

As sementes da espécie *Enterolobium gummiferum* (Mart.) apresentam dormência imposta pelo tegumento e, segundo Fowler e Bianchetti (2000), esse tipo de dormência é muito comum em sementes das famílias Fabaceae, Cannaceae, Convolvulaceae, Malvaceae e Chenopodiaceae. Conforme verificado por Rolston (1978), cerca de 90% de 260 espécies de leguminosas examinadas apresentaram sementes com tegumento total ou parcialmente impermeáveis à água, confirmando que este tipo de dormência é comum na família Fabaceae.

Segundo Wetzel (1997) e Salomão (2000, 2002), as sementes de *Enterolobium gummiferum* (Mart.) toleram a dessecação e o frio, as melhores condições de germinação são (após a aplicação dos tratamentos de quebra de dormência de escarificação mecânica ou química) temperatura constante de 25 °C em substrato rolo de papel por sete dias (SALOMÃO et al. 2003).

6.3. *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville

A espécie *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville recebe diversas denominações populares, que variam de acordo com a região: barbatimão, alaramotemo, barba-detimam, charãozinho-roxo, ilatimó, ulatimó, casca do Brasil, casca-da-virgindade e casca-da-mocidade (Correa, 1984; Orlando, 2005) (Figura 8). A espécie compõe o Cerrado brasileiro e pertence à família Leguminosae, podendo ser encontrada nos Estados de São Paulo, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso e Minas Gerais.

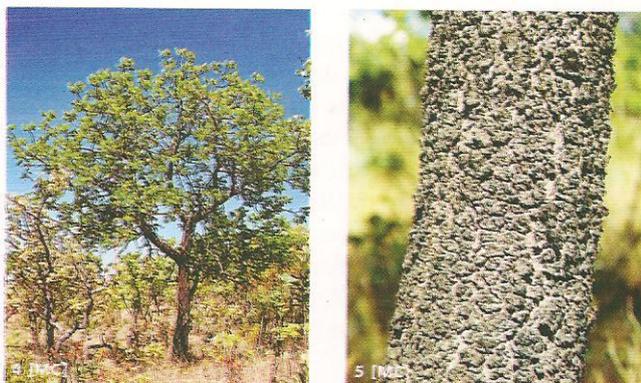


Figura 8 – Árvore e tronco de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. Fonte: Silva, M.C.(2005).

O florescimento de *S. adstringens* ocorre de setembro a novembro e os frutos amadurecem, de julho a setembro do ano seguinte (LORENZI, 2002) (Figura 9 e 10).

Estudos realizados por De Mello, Petereit, Nahrstedt, (1996) encontraram altos teores de taninos na espécie, que também tem sido empregado na indústria de couro e fabricação de tintas, demonstrando sua importância não só no campo da fitoterapia, mas também como fonte de taninos para abastecimento de curtumes e matéria-prima para indústrias de tintas (RIZZINI, MORS, 1976).

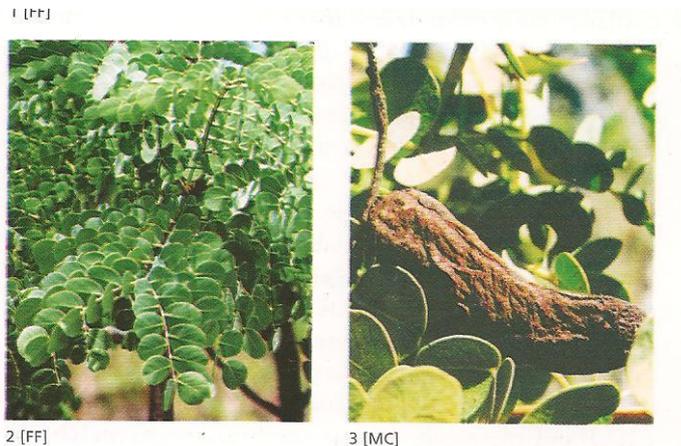


1 [FF]

2

Figura 9 – Floração de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. Fonte: Silva, M.C.(2005).

Muito utilizada na medicina popular, a espécie *Stryphnodendron adstringens* possui ação cicatrizante, antiinflamatória, hemostática, anti-edematogênica, anti-séptica e anti-diarréica. É utilizada no tratamento de úlceras, hemorragias vaginais e gonorréia (CAMARGO, 1985). Sua casca possui como constituintes químicos alcalóides, flavonóides, terpenos, estilbenos, esteróides, inibidores de proteases (como a tripsina) e taninos (VASCONCELOS, 2004).



1 [FF]

2 [FF]

3 [MC]

Figura 10 – Folhas e fruto maduro de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. Fonte: Silva, M.C.(2005).

No processo de cura de feridas, queimaduras e inflamações, os taninos formam uma camada protetora sobre a mucosa ou tecido lesado (MELO, 1998). O uso do extrato bruto da espécie vegetal que possui efeito bactericida satisfatório pode ter potencial antibacteriano para uso na prevenção da cárie dentária (SOARES et. al 2008). Schuch (1999) demonstrou

que plantas como o barbatimão, cravo-da-índia, calêndula, rama-de-batata e alecrim apresentam atividade antimicrobiana sobre a bactéria *Streptococcus mutans*, inferindo que poderiam ser eficazes no tratamento da cárie dental.

A dispersão de *Stryphnodendron adstringens* ocorre por meio de sementes que apresentam dormência, uma estratégia de sobrevivência que permite à espécie superar condições ambientais desfavoráveis, tais como o fogo e os períodos de seca, que são comuns nas áreas de cerrado na época de frutificação e dispersão das sementes de barbatimão (FELFILI et al., 1999). Entretanto, esta característica torna-se um problema para os viveiristas, pois causa atraso e desuniformidade na germinação e na produção de mudas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEODATO, S. De olho no cerrado. Disponível em: <<http://epoca.globo.com/edic/19980810/ciencia8.htm>>. Acesso em: 16 Jun. 2008.

ALENCAR, E.R. Processo de Ozonização de amendoim (*Arachis Hypogaea* L.): Cinética de decomposição, efeito fungicida e detoxificante de aflatoxinas e aspectos qualitativos. Viçosa, Minas Gerais: UFV, 2009. 92p. (**Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola**).

ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464p.

ALVES, M.C.S. et al. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia monandra* Brit. ou *Bauhinia unguolata* L. - *Caesalpinioideae*. **Rev. Bras. Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 139-144, 2000.

AOSA. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSIS. Seed vigour handbook. In: **The handbook of seed testing**. East Lansing, 1983. 88 p. (Contribuion 32).

ARAÚJO NETO, J. C. Aspectos fenológicos, caracterização, germinação e armazenamento de sementes de *Acacia polyphylla* DC. 2001. 199 f. **Tese (Doutorado em Agronomia)** - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

ARAÚJO, M. S., ANDRADE, G. C., Métodos para superar a dormência tegumentar em sementes de jurema-preta (*Mimosa hostilis* Benth.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, (6/7), junho/dez. 1983, p.26-32.

ARMOR, J.N. Striving for catalytically green processes in the 21st. **Century. Appl. Catal.** A 1999, 189, 153.

BARBEDO, C. J. & MARCOS-FILHO, J. 1998. Tolerância à dessecação de sementes. *Acta Botânica Brasilica*, São Paulo. 12 (2): 145-164. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, 41 (230): 1167-1174.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. 1998. Ecologically meaningful germination studies. In: BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. New York: Academic Press. p.5-26.

BECWAR, M.R.; STANWOOD, P.C.; ROOS, E.E. **Rehydration effects on Imbibitional leakage from desiccation-sensitive seeds**. *Plant Physiology*, v.69,n.5, p.1132-1135, 1982.

BEWLEY, J. D. **Seed germination and dormancy**. *The Plant Cell*, Rockville, v.9,p. 1055-1066, 1997.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seed in relation to germination: viability, dormancy and environmental control**. Berlin: Springer- Verlag, 1982. 375 p.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1985. 367p.

BINCHETTI, A. Tratamentos pré-germinativos para sementes florestais. In: 2º Simpósio brasileiro sobre sementes florestais, **ANAIS**, p. 237-246, Atibaia, 16-19/out/1989. São Paulo: SEMA-SP/IF, 1989.

BIANCHETTI, A., RAMOS, A. Comparação de tratamentos para superar a dormência de sementes de Acácia Negra (*Acacia mearnsii* de Wild), **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, (4),. 1982, p.101-111.

BIANCHETTI, A., RAMOS, A. Quebra de dormência de sementes de guapuruvu (*Schisolobium parayba* (Vellozo) Blake), **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, (3), 1981, p.69-76.

BORGES, E. E. L.; CASTRO, J. L. D; BORGES, R. C. G. Avaliação fisiológica de sementes de cedro submetidas ao envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 12, n. 1, p. 56-62, 1992.

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação – do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.209-222.

BRANDÃO, M. Caatinga. In: MENDONÇA, M.P.; LINS, L.V. (Orgs.). **Lista vermelhada espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas e Fundação Zôo-Botânica de Belo Horizonte, 2000. p.75-85.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BROADWATER, W. T.; HOEHN, R. C.; KING, P. H. Sensitivity of three selected bacterial species to ozone. *Appl Microbiol*, v. 26, n. 3, p. 391-393, Sept. 1973

BRUNO, R.L.A. et al. Tratamentos para superar a dormência de sementes de sabiá. **Rev. Bras. Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 136-143, 2001.

CAMPOS, C. A. Effects of storage in ozonized slurry ice on the sensory and microbial quality of sardine (*sardine pilchardus*). **J. Food Microbiol.**, v. 103, p. 121-130, 2005.

CAMPOS, C. A. Evaluation of ozone-slurry ice combined refrigeration system for the storage of farmed turbot (*Psetta maxima*). **Food Chem.**, v. 97, n. 2, p. 223-230, 2006.

CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 10, p. 5-16, 1992.

CARPANEZZI, A.A.; MARQUES, L.C.T. Germinação de sementes de jutaiacú (*Hymenaea courbaril* L.) e de jutaí-mirim (*Hymenaea parvifolia* Huber) escarificadas com ácido sulfúrico comercial. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1981, 15p. (Circular Técnica, 19).

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000.502p.

CASTRO, K.G.S.; COSTA, C.J.; VILLELA, F.A. Pré-hidratação e eficiência do teste de condutividade elétrica em sementes de soja de cultivares com diferença na suscetibilidade ao dano por embebição. In: **ANAIS DE CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES**, 14., 2005, Foz do Iguaçu. Informativo ABRATES. Pelotas: ABRATES, 2005. v.15, n.1/2/3. p.253.

CASTRO, R. D.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Ed.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 149-162.

CHAWLA, A. S. Application of ozonated water technology for improving quality and safety of peeled shrimp meat. 2006. 111f. Dissertation (Master in Science) – Department of Food Science, **Technology in Dairy Technology Gujarat Agricultural Univeristy**, India, 2002.

CHAISURISRI, K.; EDWARDS, D.C.W.; EL-KASSABY, Y.A. Accelerated aging of Sitka Spruce seeds. *Silvae Genetica*, v. 42, n. 6, p. 303-308, 1993.

CHIATTONE, P. Ozônio e ácido ascórbico na coloração e microbiota da carne bovina maturada. 2006. 51f. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial)** – Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

CORRÊA M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional; p. 267-269. 1984.

COSTA, C.J.; CASTRO, K.G.S.; VILLELA, F.A. Pré-hidratação em sementes de ervilha submetidas ao teste de condutividade elétrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 14., 2005, Foz do Iguaçu. **Informativo ABRATES**. Pelotas, 2005. v.15, n.1/2/3. p.250.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v.1, n.2, p.427- 452, 1973.

DE MELLO, J.P.; PETEREIT, F.; NAHRSEDT, A. Flavan- 3-ols and prodelphinidins from *Stryphnodendron adstringens*. *Phytochemistry*, v.441, p.807-813, 1996.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: I. Condutividade elétrica. **Informativo Abrates**, Londrina, v.5, n.1, p. 26-36, 1995.

DIAS, B. F. S. Conservação da natureza no cerrado brasileiro. *In*. PINTO, N. M. (ed.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: UnB/SEMATEC, 1990. p. 583-640.

DIAS, D.C.F.S.; RIBEIRO, F.P.; DIAS, L.A.S.; SILVA, D.J.H.; VIDIGAL, D.S. Maturação de sementes de tomate em função da ordem de frutificação na planta. **Revista Ceres**, v.53, n.308, p.446-456, 2006.

EIRA, M.T.S., FREITAS, R.W.A., MELLO, C.M.C. Superação de dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.- Leguminosae. **Rev. Bras. Sementes, Brasília**, v. 15, n. 2, p. 177-181, 1993.

EMBRAPA. Ozônio: tecnologia limpa e segura no controle de pragas em grãos armazenados. Disponível em: <http://www.agronline.com.br/agronoticias/noticia.php?id=2437>. Acesso em: 10 dez. 2006.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. Editora Edgard Blucher, 2002; p.6 e 8; 256, 258 a 262.

FAPESP. Cerrado é uma vasta reserva de carboidratos. Disponível em: http://www.radiobras.gov.br/ct/2002/materia_040102_4.htm>. Acesso em: 10 abr. 2008.

FELFILI, J.M. et al. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado sensu stricto da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Rev. Bras. Bot.**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 83-90, 1999.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

FICK, G. L.; HIBBARD, R. P. A method for determining seed viability by electrical conductivity measurements. **Michigan Academy Science Arts and Letters**, An arbor, v. 5, p. 95-103, 1925.

FIGLIOLIA, M.B.; OLIVEIRA, E.C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.137-174.

FOWLER, A. J. P.; BIANCHETTI, A. Dormência em sementes florestais. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2000, 27 p. (Documentos, 40)

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F.; DIAS, L. E.; FARIA, S. M. de. Revegetação de áreas de mineração em Porto Trombetas - PA com leguminosas arbóreas noduladas e micorrizadas. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO E II SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE **RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**, 1., 1994, Foz do Iguaçu, PR. Anais... Curitiba: FUPEF, 1994. p. 145-153.

FRANÇA, H. Quatro espécies do Cerrado são selecionadas para estudo de potencial fitoterápico. Disponível em: <http://www.radiobras.gov.br/ct/2000/materia_080900_2.htm>. Acesso em: 10 mai. 2008.

FREITAS, V. L. O.; ALVES, T. H. S.; LOPES, R. M. F.; LEMOS FILHO, J. P. L. Biometria de frutos e sementes e germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. e *Dimorphandra wilsonni* Rizz. (Fabaceae - Caesalpinoideae). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 81, p. 27-35, 2009.

GARWOOD, N. C., Tropical soil seed banks: a review. In: LECK, M. A.; PARKER V. T.; SIMPSON R. L. (Eds.) Ecology of soil seed banks. **San Diego: Academic Press**, 1989, p. 149-209.

GONÇALVES, E.P. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) por meio de diferentes testes de vigor. 2003. 64p. **Tese (Doutorado em Agronomia – Produção e Tecnologia de Sementes)** – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

GUZEL-SEYDIM, Z. B.; GREENE, A. K.; SEYDIM, A. C. Use of ozone in food industry. *Lebensm-Wiss. u.-Technol*, v. 37, p. 453-460, 2004.

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. Handbook of vigour test methods. 3.ed. Zurich: ISTA. 1995. 117p.

HIBBARD, R.P. & MILLER, E.V. Biochemical studies on seed viability. I. Measurements of conductance and reduction. **Plant Physiology**, Bethesda, v.3, p.335-352, 1928.

HILL, A.G.; RICE, R.G. Handbook of Ozone Technology and Applications, Ann Arbor Science: Michigan, 1982, vol. 1, p. 1.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS, IPEF, 1997. Métodos de Quebra de Dormência de Sementes. Disponível em <<http://www.ipef.br/tecsementes/dormencia.asp>> Acessado em 7 de fevereiro de 2011.

KENNARD, D. K. et al. Effects of disturbance intensity on regeneration mechanism in a tropical dry forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 162, n. 2, p. 197-208, 2002.

KIRK, R.E.; OTHMER, D.F.; Encyclopaedia of Chemical Technology, John Wiley and Sons: New York, 1981, vol. 16, p. 683.

KRAMER, Paul J. e KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745 p.

KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**, 1999. 218 p.

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

LANGLAIS, B.; RECKHOW, D. A.; BRINK, D. R.; Ozone in Water Treatment. Application and Engineering. Lewis Publishers, Chelsea: Michigan, 1991.

LEMO FILHO, J. P. de; GUEDES, S. T. M.; LOVATO, M. B.; SCOTTI, M. R. M. M. Germinação de sementes de *Senna macranthera*, *Senna multijuga* e *Stryphnodendron polyphyllum*. **Pesq. Agropecu. Bras., Brasília**, v. 32, n. 4, p. 357-361, 1997.

LEOPOLD, A. C; VERTUCCI, C. W. Moisture as a regulator of physiological reaction in seeds. *In. Seed Moisture* (P.C. Stanwood & M.B. McDonald, eds.) Madison, **Crop Science Society of America**, 51-67. 1989.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de Identificação e cultivos de plantas arbóreas do Brasil**. 2ª Ed. São Paulo: Nova Odessa. 1998.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4 ed. v.1. Nova Odessa: **Instituto Plantarum**, 2002. 384 p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Esalq, 2005. 495p.

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

MARCOS-FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ/USP, 1987. 230p.

MATOS, J. M. DE M. 2009. **Avaliação do Teste de Ph de Exsudato na Verificação de Viabilidade de Sementes Florestais**. 2009. 75p. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Brasília, DF.

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Electrical conductivity test. *In: PERRY, D.A., ed. Handbook of vigor test methods*. Zürich: ISTA, 1981. p.37-42.

MAYER A. M. & POLJAKOFF- MAYBER A. 1979. The germination of seeds. Pergamon Press, Oxford.

McDONALD, M.B. E COPELAND, L.O. **Principles of seed science and technology**. 2. ed. Minneapolis: Bur-gess Publishing Company, p.321. 1985.

McDONALD JR., M.B.; WILSON, D.O. ASA-610 ability to detect changes in soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, v.5, n.1, p.56-66, 1980.

MELLO, J.C. Plantas em Destaque: Barbatimão (Córtex). **Rev. Racine**. 1998;46:42-3.

MULLET, J.H.; WILKINSON, R.J. The relationship between amounts of electrolyte lost on leaching seeds of *Pisum sativum* and some parameters of plant growth. **Seed Science and Technology**, v.7, n.3, p.393-398, 1979.

MYERS, N., R.A.; MITTERMEIER, C.G.; MITTERMEIER, G.A.B., Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403: 853-858. 2000.

NAU, S. R.; SEVEGNANI, L. Vegetação recolonizadora em mina de argila e propostas para recuperação ambiental. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 1997, Ouro Preto, MG, **Anais...** Ouro Preto: SOBRADE-SIF, 1997. p.54-66.

NICOLOSO, F. T., GARLET, A., ZANCHETTI, F., SEBEM, E., Efeitos de métodos de escarificação na superação da dormência de sementes e de substratos na germinação e no desenvolvimento da Grápia (*Apuleia leiocarpa*). **Ciência Rural**, Santa Maria, 27 (3), 1997, p.419-424.

NOVAK, J.S.; YUAN, J.T.C. The ozonation concept: advantages of ozone treatment and commercial developments. In: Tewari, G.; Juneja, V.K. (Eds.) **Advances in Thermal and Non-Thermal Food Preservation**. Ames:Blackwell Publishing, 2007, p. 185-193.

NUÑO, R.V. **Estudo de características físicas e fisiológicas de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de WIT)**. 1995. Tese (Doutorado em Fitotecnia) –Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

OLIVEIRA, L.O.; MARTINS, E.R. **O desafio das plantas medicinais brasileiras: 1 - O caso da poaia (*Cephaelis ipecacuanha*)**. Campos dos Goytacazes: UENFFENORTE, 1998. 73p.

OLIVEIRA, D. A.; NUNES, Y. R. F.; ROCHA, E. A.; BRAGA, R. F.; PIMENTA, M. A.S.; VELOSO, M. D. M. Potencial germinativo de sementes de fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth. – Fabaceae: Mimosoideae) sob diferentes procedências, data de coleta e tratamentos de escarificação. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.32, n.6, p.1001-1009, 2008.

OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. Propostas para a padronização de metodologias em análise de sementes florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 11, n. 1, p. 1-42, 1989.

ORLANDO S.C. **Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato hidroalcoólico bruto da casca de *Stryphnodendron adstringens* (Martius) Coville (Barbatimão)** [dissertação]. Franca (SP): Universidade de Franca; 2005.88p.

PIAGENTINI, P. M.; DIAS, L. E.; CAMPELLO, E. F. C.; RIBEIRO JR, E. S. Crescimento de diferentes espécies arbóreas e arbustivas em depósito de beneficiamento de minérios de zinco em Vazante, MG. In: **SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS "ÁGUA E BIODIVERSIDADE"**, 5., Belo Horizonte, MG. Anais... Belo Horizonte: SOBRADE, 2002. p.413-415.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Perspectivas da utilização do teste de envelhecimento precoce em sementes de essências florestais. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS**, 1984, Curitiba. **Anais....** Curitiba: UFPR/IUFRO, 1984. p.291-313.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; VIEIRA, J.D. teste de germinação. In: PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. (ed.). **Manual de análise de sementes florestais**. Capinas: Fundação Cargill, 1988. p.70-90.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Eds.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.215-274.

PIZETTA, P.U.C.; FILHO, D.F.S.; PAULA, R.C. Efeito do envelhecimento acelerado sobre o comportamento germinativo de sementes de coração-de-negro (*Poecilanthe parviflora* Benth. – Fabaceae). In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES**, 12., 2001, Anais....Curitiba. Curitiba: ABRATES, 2001. (Informativo ABRATES, Londrina, v. 11, n. 2, p. 165, 2001).

POPINIGIS, F. **Fisiologia das sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

RACHIDIAN, Z.; LE DEUNFF, Y. Qualité germinative des semences de pois. IISuivi conductivimétrique des graines au cours de leur développement; incidence du relargage des nutriments sur la croissance des plantules. **Agronomie**, v.6, n.7, p.623-628, 1986.

RAILA, A.; LUGAUSKAS, A.; STEPONAVICIUS, D.; RAILIANE, M.; STEPONAVICIENE, A.; ZVICEVICIUS, E.; Application of ozone for reduction of mycological infection in wheat grain. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, v.13, n.2, p. 287-294, 2006.

RAMOS, A.; ZANON, A. Dormência em sementes de espécies florestais nativas. In: SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1., 1984, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: **Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes**, 1986. p. 241-265.

RAMOS, A.; BIANCHETTI, A.; MARTINS, E.G. Viabilidade de lotes de sementes de bracatinga-comum (*Mimosa scabrella* Benth.) e de bracatinga-argentina (*Mimosa scabrella* var. *aspericarpa*) após teste de envelhecimento precoce. **Bol. Pesq. Flor.**, v. 24/25, p. 79-82, 1992.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As matas de galeria no contexto do bioma Cerrado In: Ribeiro, J. F.; Fonseca, C. E. L. da & Souza-Silva, J. C., editores. Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria. Planaltina, DF: EMBRAPA CERRADOS, 2001 p: 29-47.

RICE, R. G.; GRAHAM, D. M. Recent developments in food and agricultural uses of ozone, Annual Conference – Ozone Applications in a Changing Regulatory Environment. North Caroline: IOA- Raleigh, 2002, p.1-12.

RIZZINI, C.T.; MORS, W.B. **Botânica econômica brasileira**. São Paulo: EDUSP, 1976. 227p.

RODRIGUES, L.L. Estudo do tempo de embebição para aplicação do método da condutividade elétrica na verificação da viabilidade de sementes florestais armazenadas. UnB, 2010. Monografia, 68p.

ROLSTON, M. P. Water impermeable seed dormancy. **The Botanical Review**, v. 44, p. 365-396, 1978.

ROZADO, A.F. Ozônio como Fumigante na Proteção de Milho Armazenado. Viçosa, Minas Gerais: UFV, 2005. 46p. (**Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola**)

SALOMÃO, A.N. Desenvolvimento de métodos para conservação do germoplasma de espécies com sementes ortodoxa, recalcitrante e intermediária. **Relatório final do Subprojeto 02.0.94.009.01, Projeto 02.0.94.009 Desenvolvimento de métodos para conservação “Ex Situ” de Germoplasma Vegetal**, 2000. Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

SALOMÃO, A.N.; DAVIDE, A.C.; FIRETTI, F.; SOUSA -SILVA, J.C.; CALDAS, L.S.; WETZEL, M.M.V.S.; TORRES, R.A.A.; GONZÁLEZ, S. **Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do Cerrado**. Brasília, Rede de Sementes do Cerrado, 2003.96p.

SANTOS, S.R.G.; PAULA, R.C. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho) – Euphorbiaceae. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-12, 2007.

SANTOS, T.O.; MORAIS, T.G.O.; MATOS, V.P. Escarificação mecânica em sementes de chichá (*Sterculia foetida* L.). **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.1-6, 2004.

SCALON, S. P. Q.; SCALON FILHO, H.; MUSSURY, R. M.; MACEDO, M. C.; KISSMANN, C. Potencial germinativo de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. em armazenamento, tratamentos pré-germinativos e temperatura de incubação. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 3, p. 321-328, 2007.

SCHUCH TC. Plantas contra cárie. 1999. Disponível em: <http://www.geocities.com/buchaul/fnews08.htm>. Acesso em 17 de outubro de 2006.

SILVA, A.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. Manual técnico de sementes florestais. **IF-Série Registros**, n. 14, 1995. 98p.

SILVA, J. M. & BATES, J. M. 2002. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: **A tropical savanna hotspot**. *Bio science* 52: 225-233.

SILVA, F. DE A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: **WORLD CONGRESS ON COMPUTERS**

IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: **WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE**, 4, Orlando-FL-USA, Anais... Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p. 393-396.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78,2002.

SILVA, F. de A. S. Assistat. Versão 7.6 beta (2011). Disponível em <http://www.assistat.com/indexp.html>.

SILVA, F. P.; SILVA, J. G. Quebra de dormência de sementes de *Acacia mangium*, 10 CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO e 70° CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, **Anais**. 1993, p.300-302.

SILVA, V. F.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; VENTURIN, N.; CARVALHO, W.A.C.; GOMES, J.B.V. Impacto do fogo no componente arbóreo de uma floresta estacional semidecídua no município de Ibituruna, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**. v. 19, n. 4, p. 701-716. 2005.

SILVA JÚNIOR, M.C.; SANTOS, G. C. DOS; NOGUEIRA, P. E.; MUNHOZ, C. B. R. e RAMOS, A.E. **100 árvores do Cerrado: guia de campo**. Rede de Sementes do Cerrado. Brasília-DF. 278p. 2005.

SIMON, E.W.; RAJA-HARUN, R.M. Leakage during seed imbibition. **Journal of Experimental Botany**, v.23, n.77, p.1076-1085, 1972.

SOARES, S.P.; VINHOLIS, A.H.C.; CASSEMIRO, L.A., SILVA; M.L.A.; CUNHA, W.L.; MARTINS, C.H.G. Atividade antibacteriana do extrato hidroalcoólico bruto de *Stryphnodendron adstringens* sobre microorganismos da cárie dental. **Revista Odontológica Ciências**. 23(2):141-144. 2008.

SOUSA, M. P.; MATOS, M. E. O.; MATOS, F. J. A.; MACHADO, M. I. L.; CRAVETRO, A. A. Constituintes químicos ativos de plantas medicinais brasileiras. Fortaleza: UFCE, 1991, p. 295-298.

SOUSA, A. H.; FARONI, L. R. D'A.; GUEDES, R. N. C.; TÓTOLA, M. R.; URRUCHI, W. I. Ozone as a management alternative against phosphine-resistant insect-pests of stored products. **Journal of Stored Products Research**, v.44, n.4, p.379-385, 2008.

STEERE, W. C.; LEVENGOOD, W. C.; BONDIE, J. M. An electronic analyser for evaluating seed germination and vigor. **Seed Science and Technology**, v.9, n.2, p.567-576, 1981.

SWAMY, B. G. L., & P. M. Ganapathy. On endosperma in dicotyledons. **Bot. Gaz.** 119: 47-50. 1957.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. 1977. **Manual de Sementes: Tecnologia da Produção**. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres. 224p.

TORRES, S. B.; MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 23, n. 2, p. 108-112, 2001.

TRASATTI, S. *Advaitcts in Electrochemical Science and Engineering*, H Gerischer and C. W. Tobias Eds.. VCH . Weinheim. 1995. p.1 .

UHL, C.; CLARK, K.; MAUIRINO, P. Vegetation dynamics in Amazonian treefall gaps. **Ecology**, New York, v. 69, p. 751- 763, 1988.

VALENTINI, S. R. T.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. **Aplicação do teste de vigor em sementes**. IF Série Registros, São Paulo, n. 14, p. 75-84, 1995.

VARELA, V.P.; BROCKI, E.& SÁ, S.T.V. Tratamentos pré-germinativos de semente de espécies florestais da Amazônia: IV. Faveira camuzê - *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr Leguminosae. **Rev. Bras. Sementes**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 87- 90, 1991.

VASCONCELOS, M.C.A.; RODOVALHO, N.C.M.; POTT, V.J.; FERREIRA, A.M.T.; ARRUDA, A.L.A.; MARQUES, M.C.S.; CASTILHO, R.O.; BUENO, N.R. Avaliação de atividade biológicas das sementes de *Stryphnodendron obovatum Benth* (Leguminosae). **Rev Bras Farmacogn**, 14:121-7. 2004.

VEASEY, E. A.; FREITAS, J. C. T.; SCHAMMASS, E. A. Variabilidade da dormência de sementes entre e dentro de espécies de *Sesbania*. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 299-304. 2000.

VIDAL, W.N.; VIDAL, M.R.R. **Botânica: organografia**. 3ª ed. Editora UFV, Viçosa. 1999. 124p.

VIEIRA, I.G.; FERNADES, G.D. Métodos de Quebra de Dormência de Sementes. Piracicaba: IPEF-LCF/ESALQ/USP, Informativo Sementes IPEF, nov-1997. Disponível em: <[Http://www.ipef.br/sementes/](http://www.ipef.br/sementes/)>. Acesso em: 07/ago/2004.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p.31-47. 1994.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. 1999. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D., FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. p.4.1-4.26.

VILLELA, F. A.; MARCOS-FILHO, J. Estados energéticos e tipos de água na semente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, 20: (2), 317-321. 1998.

WANN, E.V. Leaching of metabolites during imbibition of sweet corn seed of different endosperm genotypes. **Crop Science**, v.26, n.4, p.731-733, 1986.

WEI, C.I.; COOK, D.L.; KIRK, J.R. Use of chlorine compounds in the food industry. **Food Technol.**, v. 39, p. 107-115, 1985.

WETZEL, M. M. V. S. **Época de dispersão e fisiologia de sementes do Cerrado**. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília. 167p. 1997.

WILSON JR., D.O.; ALLEYNE, B.S.; MOHAN, S.K. Combining vigor test results of final stand of shrunken-2 sweet corn seed. **Crop Science**, Madison, v.32, n.6, p.1496-1502, 1992.

WILSON JR., D.O.; TRAWATHA, S.E. Physiological maturity and vigor in production of "Florida Staysweet" shrunken-2 sweet corn seed. **Crop Science**, v.31, n.6, p.1640-1647, 1991

WRIGHT, H. A.; BAILEY, A. W. **Fire Ecology**: United States and Canada. New York: John Wiley e Sons, Inc. 1982, 501 p.

YUAN, J.; STEINER, E.; NOVAK, J. Ozone processing historical perspectives, system integration, and potential food applications. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL OZONE ASSOCIATION, 14, 1999, Detroit. **Proceeding**... Detroit, IOA, 1999. p.337-341.

CAPÍTULO I – CARACTERIZAÇÃO DA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA E ENVELHECIMENTO ACELERADO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS DO CERRADO

INTRODUÇÃO

Um dos fatores que dificultam a propagação das sementes da família das Leguminosas é o alto grau de dormência das sementes, impedindo a sua germinação. A dormência é o fenômeno pelo qual sementes de determinada espécie, mesmo sendo viáveis e tendo todas as condições ambientais favoráveis à germinação, deixam de germinar. Na natureza é um recurso usado pelas plantas produtoras de sementes para perpetuação de suas espécies, uma vez que o fenômeno da dormência impede que todas as sementes germinem na mesma época, aumentando sua chance de sobrevivência e diminuindo o risco de extinção da espécie (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Essa dormência provavelmente pode ocorrer devido à impermeabilidade do tegumento à água, fenômeno considerado como uma das causas mais comuns da dormência nas leguminosas e em algumas espécies das famílias Malvaceae, Chenopodiaceae, Convolvulaceae, Liliaceae e Solanaceae. Esse tipo de impermeabilidade causa demora e desuniformidade na germinação (POPINIGIS, 1985). No entanto, existem vários métodos de escarificação que podem superar essa restrição, como tratamentos com ácidos, imersão em água quente, escarificação mecânica e choque térmico (CLEMENS et al., 1977; TOLEDO & MARCOS FILHO, 1977; DUGUMA et al., 1988; VARELA et al., 1991; DANTHU et al., 1992).

O vigor é um dos aspectos mais importantes na análise da qualidade de sementes, considerando que o processo de deterioração destas está diretamente relacionado com a perda de vigor. Segundo Marcos Filho (1994), o vigor das sementes é o reflexo de um conjunto de características ou propriedades que determinam o seu potencial fisiológico, ou seja, a capacidade de apresentar desempenho adequado quando expostas a diferentes condições ambientais. Diante dessas constatações, foram desenvolvidos vários métodos para se testar o vigor de sementes, como complemento ao teste de germinação.

O teste de envelhecimento acelerado consiste em se verificar o desempenho das sementes, após serem submetidas às condições desfavoráveis de temperatura e umidade. É uma metodologia auxiliar cujo emprego se mostra bastante promissor em sementes

florestais, não só na área de tecnologia e análise de sementes como também em outras (PIÑA-RODRIGUES, 1984). Segundo Ramos et al. (1992) e Chaisurisri et al.(1993), a técnica de envelhecimento artificial tem utilidade como teste de vigor em sementes agrícolas e florestais, bem como pode ser também utilizada como meio para avaliar a eficácia da conservação *ex situ* de sementes de espécies florestais. O teste de envelhecimento tem como base o fato de que a taxa de deterioração das sementes é aumentada consideravelmente pela sua exposição a níveis muito adversos de temperatura e umidade relativa (MARCOS FILHO, 1994).

Outro teste de vigor muito utilizado e que se baseia no desempenho de plântulas onde procura determinar atividade fisiológica específica, cuja manifestação depende do vigor. Os testes que avaliam o crescimento de plântulas são testes sugeridos pelas duas associações mundiais que congregam tecnologistas de sementes (AOSA – Association of Official Seed Analysts / ISTA - International Seed Testing Association). As vantagens destes testes são: baixo custo; não necessitam de equipamentos especiais; não demandam treinamento adicional específico sobre a técnica empregada e são relativamente rápidos. O crescimento de plântulas pode ser mensurado através do comprimento e da massa de matéria seca de plântula. Ambos são medidas de grandeza física (dimensão e massa, respectivamente); independem de subjetividade do analista, tornando mais fácil a reprodutibilidade dos resultados. Isto ocorre, desde que as condições e os procedimentos sejam bem definidos (NAKAGAWA, 1999).

Para se determinar o vigor de determinado lote de sementes, não se deve avaliar apenas uma única característica, desse modo deve-se relacionar o vigor com a velocidade de germinação, a uniformidade de emergência e o vigor da plântula resultante (VIEIRA et al., 1994). Geralmente, as sementes mais vigorosas retêm a capacidade de produzir plântulas normais e apresentam germinação mais elevada, após serem submetidas ao envelhecimento acelerado, enquanto que as de baixo vigor se caracterizam por apresentar maior redução de viabilidade.

A realização de estudos com sementes florestais pode contribuir para o aprimoramento das técnicas, levando em consideração os fatores causadores de alterações e as diferentes respostas das espécies, nesse trabalho objetivou-se estudar a influência da superação de dormência e do envelhecimento acelerado na qualidade fisiológica das

sementes de três espécies *Dimorphandra mollis* Benth, *Enterolobium gummiferum* (Mart.) e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville.).

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos maduros foram coletados do chão e das árvores no período de julho a setembro de 2011, em área de Cerrado *sensu stricto*, localizado na Fazenda Água Limpa - FAL, Vargem Bonita – DF, foram coletadas 10 matrizes, sendo formado um único lote. As matrizes foram georreferenciadas com auxílio de um GPS modelo: eTrex 30 Portátil – Garmin (Tabela 1). Os frutos foram transportados para o Laboratório de Análise de Sementes Florestais do Departamento de Engenharia Florestal, na Faculdade de Tecnologia, da Universidade de Brasília. No beneficiamento, as sementes foram extraídas manualmente das vagens e retiradas as sementes chochas, malformadas e danificadas por fungos e insetos. Em seguida, as sementes foram armazenadas em sacos de papel Kraft, em condições de laboratório (temperatura em torno de 22°C e 60% de umidade), por um ano.

Tabela 1. Coordenadas das três espécies *D. mollis*, *E. gummiferum* e *S. adstringens*.

ESPÉCIE	MATRIZES	COORDENADAS
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	1	S15°54'51,4"; W47°53'19"
	2	S15°57'58,2"; W47°55'06,6"
	3	S15°57'57,7"; W47°55'05,4"
	4	S15°58'00,4"; W47°55'22,9"
	5	S15°57'58,6"; W47°55'16,1"
	6	S15°57'58,3"; W47°55'11,7"
	7	(S15°57'58,3"; W47°55'08,3"
	8	S15°57'57,4"; W47°55'05,3"
	9	S15°57'56,2"; W47°54'57,9"
	10	S15°57'58,9"; W47°55'17,5"
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.)	1	S15°57'58,3" W47°55'12,8"
	2	S15°57'58,3" W47°55'11,3"
	3	S15°57'58,2" W47°55'06,7"
	4	S15°57'59,5" W47°55'19,7"
	5	S15°58'01,9" W47°55'26,6"
	6	S15°57'14,4" W47°55'34,5"
	7	S15°54'21,9" W47°56'44,5"
	8	S15°57'58" W47°55'09,8"
	9	S15°57'34,7" W47°55'16,9'
	10	S15°57'18,9" W47°55'24,6"
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	1	S15°56'56,1" W47°55'55,0"
	2	S15°54'21,9" W47°56'44,5"
	3	S15°57'58,3" W47°55'09,5"
	4	S15°57'58,4" W47°55'07,1"
	5	S15°57'57,4" W47°55'06,9"
	6	S15°58'01,7" W47°55'26,1"
	7	S15°58'02,5" W47°55'29,0"
	8	S15°59'14,5" W47°55'31,3"
	9	S15°54'28,9" W47°56'42,8"
	10	S15°55'23,5" W47°43'54,3"

Em laboratório, o lote das sementes de *Dimorphandra mollis*, *Enterolobium gummiferum* e *Stryphnodendron adstringens* foram submetidos aos seguintes testes:

a) Teor de água: determinado conforme RAS - (BRASIL, 2009), utilizando-se duas subamostras de 20 sementes, colocadas em latas de alumínio em estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 horas; os resultados foram expressos em porcentagem;

b) Sanidade das sementes: As sementes foram submetidas a desinfestação superficial com hipoclorito de sódio 2%, durante cinco minutos. Após a desinfestação, foram lavadas em água destilada por três vezes e colocadas para secar a temperatura ambiente (FERREIRA, 2001);

c) Superação de dormência - Os tratamentos de superação de dormência utilizados foram: Tratamento 1: Testemunha (sementes sem tratamento); Tratamento 2: Água quente por 10 min ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$), seguida de secagem à sombra por 6 h; Tratamento 3: Ácido sulfúrico (P.A. 98%), por 10 minutos; em seguida, as sementes foram lavadas com água corrente e secas a sombra por 6 horas (MARTINS & NAKAGAWA, 2008); Tratamento 4: Desponte (corte da semente no lado oposto ao eixo embrionário);

d) Envelhecimento acelerado: O teste foi conduzido logo após os tratamentos de superação de dormência. Foram utilizadas caixas plásticas tipo gerbox (11 x 11 x 3 cm), com suportes para apoio de uma tela metálica, onde as sementes foram distribuídas em camada simples, sem contato com a água (MARCOS FILHO, 1999). Para o controle da umidade relativa no interior do gerbox, foram colocados 40 mL de água destilada e, logo após, as caixas foram tampadas e acondicionadas em câmara à temperatura de $42\text{ }^{\circ}\text{C}$, utilizando-se cinco tempos diferentes: 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Para cada período, foram utilizadas cinco repetições de 20 sementes. Determinou-se o teor de água das sementes antes e após o teste de envelhecimento acelerado, visando avaliação da uniformidade dos procedimentos adotados;

e) Teste de germinação: Logo após aplicação do teste de envelhecimento acelerado, as sementes foram conduzidas para o teste de germinação, com 5 repetições de 20 sementes em rolo de papel-toalha umedecido, com duas vezes o peso do papel em água e colocadas para germinar sob temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ constante, em câmara de germinação B.O. D. (BRASIL, 2009). Foram efetuadas as seguintes avaliações após a aplicação dos tratamentos de superação de dormência e envelhecimento acelerado:

a.) Primeira contagem de germinação: Foi realizada em conjunto com o teste de germinação, sendo o resultado expresso pela porcentagem das plântulas normais avaliado aos sete dias após a sementeira;

b) Índice de Velocidade de Germinação (IVG): Determinou-se através do critério estabelecido por Maguire (1962), com adaptações, contabilizando-se diariamente as sementes germinadas do sétimo ao 42º dia da sementeira;

c) Comprimento de plântulas: A medição do comprimento da parte aérea (epicótilo-colo), da raiz primária (colo meristema radicular) e do comprimento total de plântulas foi realizada com régua graduada em centímetros, aos 15 dias após a sementeira;

d) Massa fresca das plântulas: Ao 42º dia da sementeira as plântulas normais foram medidas e pesadas em balança com precisão de 0,001g, em seguida foram acondicionadas em sacos de papel e os resultados médios expressos em gramas por plântula/tratamento;

e) Massa seca das plântulas: As repetições de cada lote que foram acondicionadas em sacos de papel, identificados, foram levadas à estufa com circulação de ar forçada, mantida à temperatura de 80°C por um período de 24 horas (NAKAGAWA, 1999). Após este período, cada repetição foi pesada em balança com precisão de 0,001g, e os resultados médios expressos em gramas por plântula/tratamento.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial simples: 4 (métodos de superação de dormência) x 5 (tempos de envelhecimento acelerado), totalizando 20 tratamentos, com 5 repetições de 20 sementes para cada espécie. Os dados foram submetidos à ANOVA, sendo os dados de porcentagem (%) transformados em $\arcsin \sqrt{x/100}$. As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa ASSISTAT versão 7.6 beta (SILVA, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

I. *Dimorphandra mollis*

Para os valores de umidade (Figura 1) observou-se uma variação em relação à umidade inicial das sementes e após aplicação dos métodos de superação de dormência e envelhecimento acelerado, aumentando a medida que se elevou o tempo de exposição. A umidade anterior ao período de envelhecimento acelerado foi de 7,97%.

As sementes sem aplicação dos métodos de superação só apresentaram umidade inferior aos demais tratamentos nos tempos de 24 e 48 horas de envelhecimento, só não inferior ao tratamento utilizando-se ácido sulfúrico. Para estas sementes sem métodos de superação a umidade após as 96 horas de envelhecimento foi aproximadamente 17%, inferior aos demais tratamentos, os quais no final do envelhecimento apresentaram valores de umidade: 22% desponte; 24% ácido sulfúrico; 36% água quente.

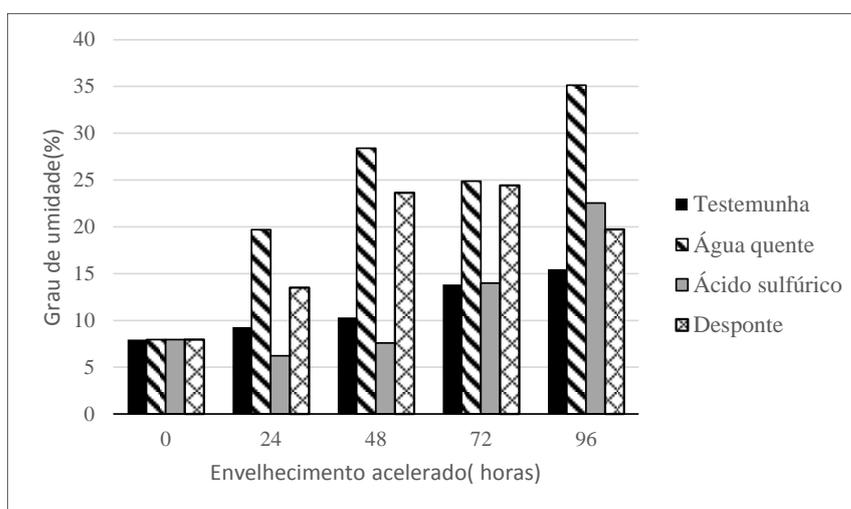


Figura 1. Grau de umidade (%) após os tratamentos de superação de dormência e o tempo de envelhecimento acelerado (E.A.) de sementes de *Dimorphandra mollis*.

Para as sementes as quais se utilizou a água quente como método de superação, foi observado um aumento gradual da umidade à medida que se aumentou o tempo de envelhecimento, exceto às 72 horas. Comportamento semelhante foi observado para as sementes despontadas, onde houve um decréscimo da umidade de 72 para 96 horas de

envelhecimento. Para as sementes as quais se utilizou o ácido, houve um decréscimo da umidade em nas primeiras horas de envelhecimento em relação à testemunha e posteriormente houve um aumento gradual desta à medida que se aumentou a exposição ao envelhecimento.

O grau de umidade das sementes, que é influenciado pelo estresse decorrente da alta umidade relativa e temperatura elevada, foi crescente com o aumento da exposição das mesmas ao envelhecimento acelerado, que leva a maior deterioração, provocando menor integridade do sistema de membranas e/ou menor seletividade; permitindo, assim, a entrada de água mais rapidamente nas células e elevação no grau de umidade. Segundo Delouche (2002), a duração do processo de deterioração é determinada, principalmente, pela interação entre herança genética, o grau de umidade da semente e a temperatura.

Na Tabela 2 estão apresentadas as análises de variância para os parâmetros avaliados, bem como as estimativas da média geral e coeficiente de variação.

Verificou-se efeito significativo dos tratamentos para todos os parâmetros avaliados, indicando que tanto os métodos de superação quanto os diferentes tempos de envelhecimento acelerado influenciaram a germinação e o vigor de sementes de *D. mollis*.

Em todo o experimento a média geral da germinação foi de 41%, o índice de velocidade de germinação (IVG) foi de 3, o comprimento das plântulas foi de 4 cm, e as massas fresca e seca, 0,22 e 0,061 gramas respectivamente (Tabela 2).

O coeficiente de variação variou de 19,08 a 32,72% em todo o experimento. Oliveira (2013) trabalhou com germinação de sementes de *Dalbergia miscolobium* e encontrou coeficiente de variação de 18%. Já para Santos & Paula (2007), estudando a germinação de sementes de *Sebastiania commersoniana*, encontraram um coeficiente de variação de 24%. Assim, os valores encontrados neste trabalho estão de acordo com os encontrados para outras espécies florestais.

Tabela 2. Análise de variância para o efeito da qualidade fisiológica de sementes de *Dimorphandra mollis*.

FV	Gl	Quadrados Médios				
		G	IVG	C (cm)	MF (g)	MS (g)
SD	3	2,81**	14,39**	98,02**	0,13**	0,0075**
Tempos do EA	4	0,05**	7,58**	11,96**	0,05**	0,0081**
SD x E.A	12	0,04**	5,41**	5,54**	0,01**	0,0034**
Média geral		0,41	3,29	4,07	0,22	0,061
CV (%)		19,08	26,39	20,98	20,29	32,72

FV: fonte de variação; Gl: graus de liberdade; IVG: Índice de velocidade de germinação; C: comprimento da plântula, MF: massa fresca total; MS: massa seca total; SD: superação de dormência, EA: envelhecimento acelerado; CV: coeficiente de variação; ** significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

Os valores médios da interação entre os dois fatores (Figura 2), mostraram que o método de superação desponte promoveu a maior taxa de germinação em todos os tempos de envelhecimento acelerado (germinação de 90 a 95%). Para o método de superação água quente, o melhor tempo de envelhecimento foi o de 24 horas, o qual promoveu uma taxa de germinação de aproximadamente 45%. Estes dois tratamentos de superação apresentaram taxas de germinação superiores à testemunha em todos os tempos de envelhecimento, exceto o tratamento com ácido sulfúrico, o qual foi inferior à testemunha até as 48 horas de envelhecimento. O método de superação com ácido sulfúrico, após às 48 horas de envelhecimento apresentou um aumento na taxa de germinação das sementes (de 10 para 30%), porém bastante inferior quando comparado com o tratamento de desponte. Esses resultados evidenciam que sementes de *D. mollis* possuem dormência e necessitam de métodos de escarificação para acelerar e aumentar o processo germinativo. Segundo Zaidan & Barbedo (2004), quando a dormência é causada pela impermeabilidade do tegumento à água, devem-se priorizar métodos que promovam a embebição. Nesse sentido, provavelmente a escarificação mecânica promoveu a entrada de água nas sementes de *D. mollis* e, conseqüentemente, reativação dos processos metabólicos estando de acordo com os resultados encontrados nesse trabalho (BORGES, RENA, 1993; MELO et al., 1998).

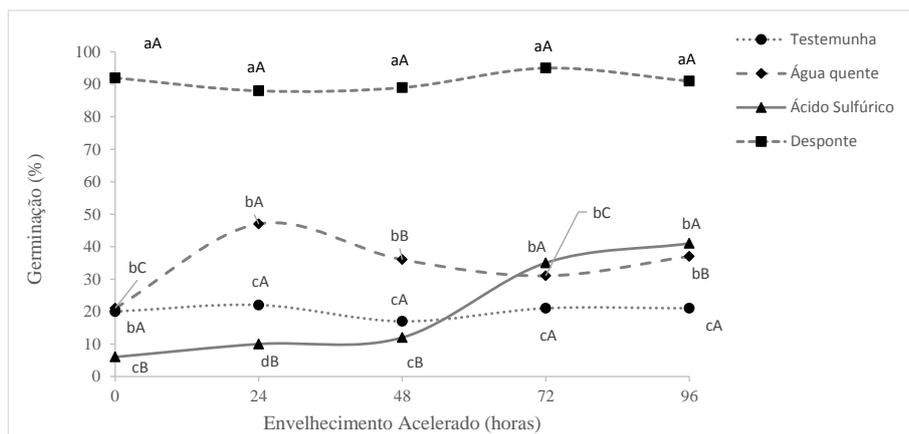


Figura 2. Valores médios da taxa de germinação de sementes de *Dimorphandra mollis*, submetidas à métodos de superação de dormência e tempos de envelhecimento acelerado.

Em estudos realizados por Oliveira et al. (2009), com sementes de feveiro (*D. mollis*), foram encontrados para sementes escarificadas mecanicamente o potencial germinativo de 90% e para sementes escarificadas quimicamente (ácido sulfúrico) de 30 a 40% de germinação. Silva et al. (2011), obtiveram resultados semelhantes com a escarificação física de 63% de germinação.

Segundo Brandão (2000), as sementes de *Dimorphandra mollis* apresentam dormência física, resultante do tegumento rígido que dificulta a embebição e as trocas gasosas, e conseqüentemente a germinação das mesmas. Geralmente a superação da dormência de espécies com esta característica é realizada por meio do rompimento da impermeabilidade do tegumento. Oliveira et al. (2008) mostraram que para as sementes de *D. mollis* entre os métodos de quebra de dormência testados, as sementes que foram escarificadas mecanicamente apresentaram maior potencial germinativo. Por outro lado, Silva Junior et al.(2005), encontraram que a taxa de germinação de *D. mollis* varia de 30 a 70% quando as sementes são escarificadas, contrariando os resultados encontrados neste trabalho cuja germinação ficou próxima aos 90% em todos os tempos de envelhecimento acelerado.

Maiores valores de IVG (Figura 3) foram encontrados para o tratamento de superação com água quente até às 48 horas de envelhecimento sendo que, posteriormente a esse tempo, o tratamento utilizando ácido apresentou valores superiores. Este mesmo tratamento não apresentou diferença estatística para os diferentes tempos de envelhecimento, porém as sementes sem envelhecimento apresentaram os menores valores de IVG. Tanto as sementes

sem superação quanto as com desponte, não apresentaram diferença significativa entre os diferentes tempos de envelhecimento. O método de superação utilizando ácido sulfúrico, à partir de 72 horas de envelhecimento, apresentou valores de IVG superiores aos demais métodos de superação.

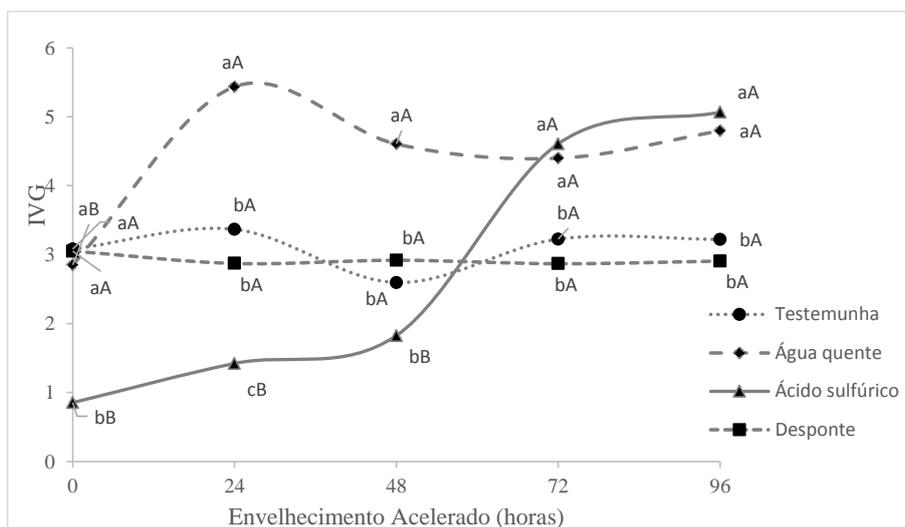


Figura 3. Valores médios do Índice de Velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Dimorphandra mollis*, submetidas à métodos de superação de dormência e tempos de envelhecimento acelerado.

Esses resultados demonstraram que embora o IVG tenha sido considerado baixo para os quatro métodos de superação (entre 0 e 6), as sementes suportaram bem as condições em que foram submetidas, mantendo seu vigor até 96 horas de envelhecimento acelerado.

Para Gonçalves (2003), a redução do índice de velocidade de germinação não está relacionada com o início do processo de deterioração das sementes; porém, esse índice tem sido bastante utilizado, apresentando resultados coerentes com o potencial fisiológico das sementes. Isto não foi observado neste estudo, visto que, para o IVG, as sementes de *D. mollis* oscilou entre os tempos de envelhecimento acelerado.

Os valores médios da interação método de superação e tempo de envelhecimento acelerado para o comprimento de plântulas (Figura 4) apresentou os maiores valores para o método de superação usando o desponte em todos os tempos de envelhecimento acelerado. Porém, com menores plântulas à partir de 48 horas de envelhecimento. Este comportamento pode estar relacionado com a ativação de certas enzimas que podem influenciar nas atividades metabólicas e, desta forma promover um maior crescimento verificado pelo

aumento do comprimento do hipocótilo e da raiz primária com exposição curta com uma temperatura mais elevada.

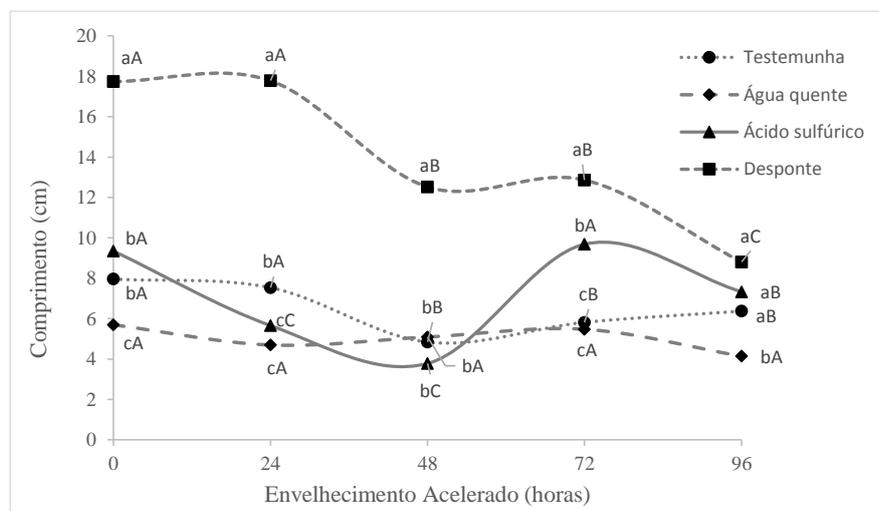


Figura 4. Valores médios do comprimento de plântulas de *Dimorphandra mollis*, submetidas à métodos de superação de dormência e tempos de envelhecimento acelerado.

As sementes sem método de superação apresentaram maiores valores de IVG, até 48 horas, posterior a este tempo, houve um decréscimo nos valores desta variável. Já o método de superação com água quente não apresentou diferença significativa entre os diferentes tempos de envelhecimento. O método utilizando ácido sulfúrico apresentou um decréscimo nos valores de IVG até às 48 horas, um aumento às 72 horas e posterior decréscimo às 96 horas.

Segundo Marcos Filho (1994) a manifestação inicial mais óbvia do processo de envelhecimento é o declínio da velocidade de germinação das sementes viáveis, ocorrendo, em seguida, a redução do tamanho das plântulas e o aumento da incidência de plântulas anormais. Para esse tratamento ocorreu uma taxa de 40% de plântulas anormais.

Nos valores médios da interação para a variável massa fresca (Figura 5) obtiveram os melhores resultados com o método de superação utilizando-se desponte, seguido das sementes sem superação. Para estes dois tratamentos, os valores foram decrescendo à medida que se aumentou o tempo de envelhecimento, estando os menores valores à partir das 48 horas de envelhecimento. Para o método de superação com ácido sulfúrico, maiores valores de massa seca foram encontrados às 72 horas de envelhecimento, superior até mesmo ao desponte.

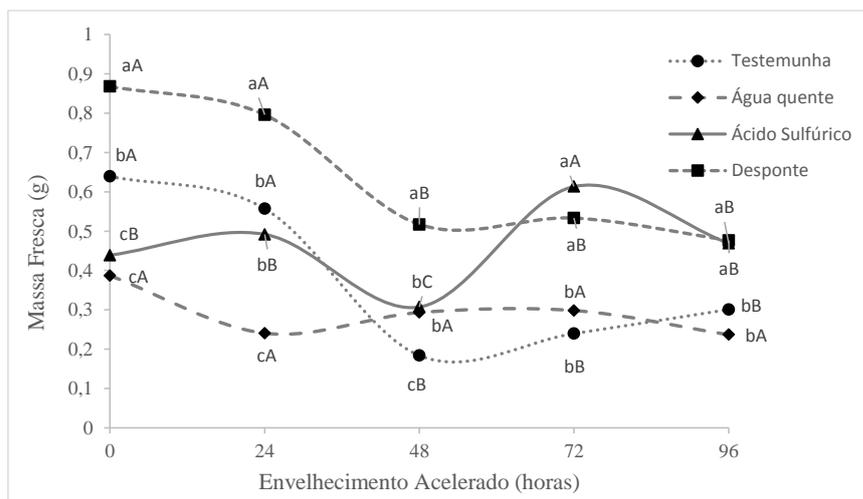


Figura 5. Valores médios da massa fresca de plântulas de *Dimorphandra mollis*, submetidas à métodos de superação de dormência e tempos de envelhecimento acelerado.

Na Figura 6 estão representados os dados médios para as massas seca. Os dados mostram uma queda no valor da massa seca à medida que se aumenta o tempo de envelhecimento acelerado, isto nas sementes sem superação e com desponte. Isto por sua vez, evidencia como o vigor das sementes é influenciado negativamente pelo aumento do período de exposição ao envelhecimento acelerado, comprometendo o crescimento inicial das plântulas. Desta forma, fica evidente que uma plântula mal formada poderá afetar a atividade autotrófica da planta, refletindo-se no seu crescimento e acúmulo de matéria seca. Valentini & Piña-Rodrigues (1995) consideram que o teste de envelhecimento acelerado para espécies florestais, principalmente para as espécies nativas é pouco utilizado.

As sementes utilizando-se a água quente como método de superação não apresentaram diferenças estatísticas para os tempos de envelhecimento, e também apresentaram os menores valores de massa seca, quando comparadas com os outros métodos de superação. As sementes com superação com ácido, apresentaram maiores valores de massa seca às 72 horas de envelhecimento, porém nos demais tempos apresentaram valores menores que o desponte e as sem superação.

Segundo Paula (2007), eventuais erros, dificilmente controlados ou corrigidos, podem interferir diretamente na massa da matéria seca, a exemplo da variação da hidratação de determinada repetição ou tratamento no momento da avaliação podendo, inclusive, comprometer a distinção da melhor condição para a realização do teste de germinação. O que possivelmente possa ter ocorrido nesse experimento (Figura 6).

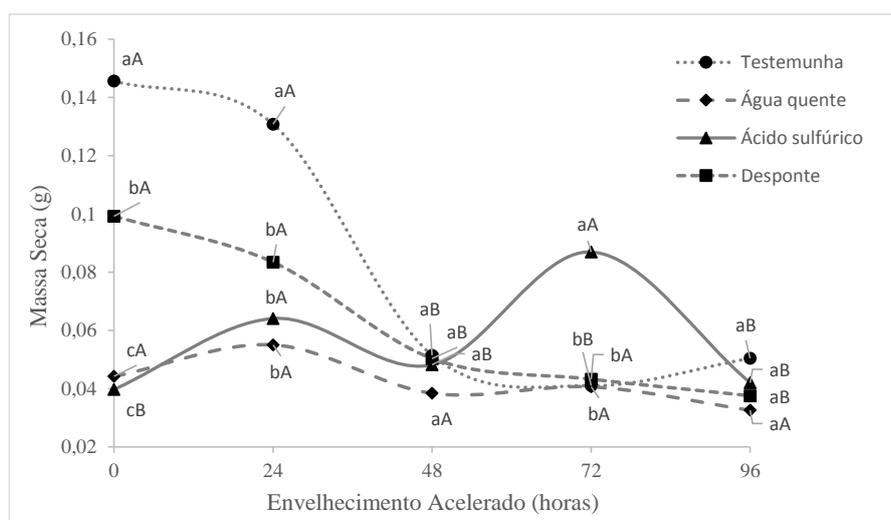


Figura 6. Valores médios da massa seca de plântulas de *Dimorphandra mollis*, submetidas à métodos de superação de dormência e tempos de envelhecimento acelerado.

II. *Enterolobium gummiferum*

Para os valores de umidade das sementes de *Enterolobium gummiferum* (Figura 7), observou-se uma variação em relação à umidade inicial das sementes e após aplicação dos métodos de superação de dormência e envelhecimento acelerado. A umidade anterior ao período de envelhecimento acelerado foi de 8,21%. Maiores percentuais de umidade foram encontrados após as 48 horas de envelhecimento, para as sementes submetidas à água quente (53%) e desponte (17%). Para as sementes sem superação, maior umidade (18%) foi encontrada após as 72 horas de envelhecimento, e para as submetidas ao ácido sulfúrico, os maiores valores foram encontrados após as 24 horas de envelhecimento (14%). Os métodos de superação de dormência não alteraram consideravelmente o valor da umidade das sementes após os diferentes tempos de envelhecimento, com exceção para o tratamento com água quente que após 48 horas de envelhecimento, aumentou a umidade das sementes em aproximadamente 44%.

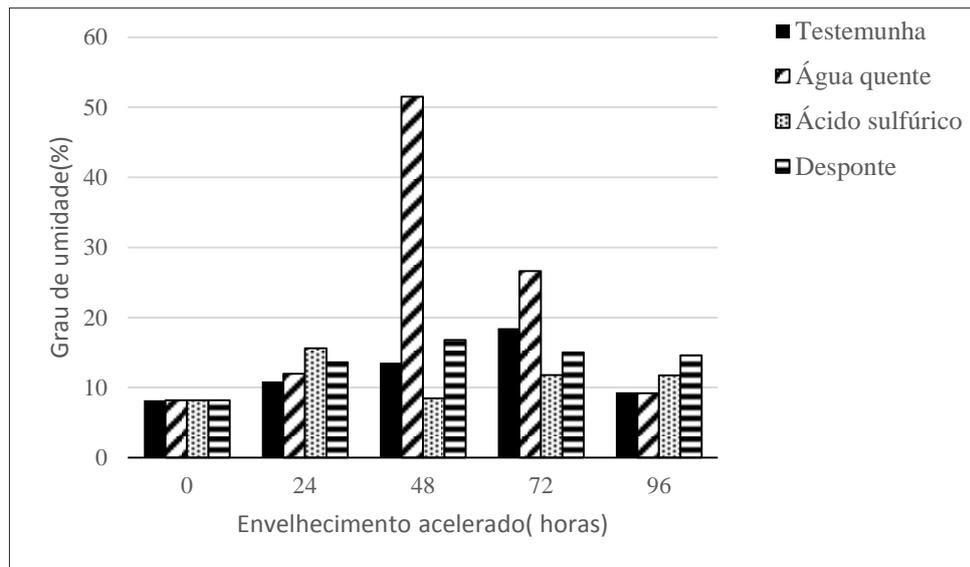


Figura 7. Grau de umidade de sementes de *Enterolobium gummiferum* após os superação de dormência e de envelhecimento acelerado.

As sementes após submetidas aos diferentes tempos de envelhecimento, apresentaram embora pequeno, um aumento no teor de umidade, independente do tratamento de superação, o que por sua vez, pode ter sido influenciado pelo estresse decorrente da alta umidade relativa e temperatura elevada, que leva a uma maior deterioração, provocando uma menor integridade do sistema de membranas e/ou menor seletividade; permitindo, assim, a entrada de água mais rapidamente nas células e elevação no grau de umidade. Segundo Delouche (2002), a duração do processo de deterioração é determinada, principalmente, pela interação entre herança genética, o grau de umidade da semente e a temperatura.

A análise de variância (Tabela 4) mostrou efeito significativo para a utilização dos métodos de superação e os diferentes tempos de envelhecimento acelerado, indicando que os tratamentos influenciaram na germinação e no vigor das sementes de *Enterolobium gummiferum*.

Tabela 3. Análise de variância para o efeito das variáveis de sementes de *Enterolobium gummiferum*.

FV	Gl	Valores de Quadrados Médios				
		G	IVG	C	MF	MS
S	3	2,38**	167,23**	771,89**	7,36**	0,16**
E.A.	4	0,073**	0,98ns	18,31**	0,07*	0,0037*
S x E.A	12	0,086**	2,36**	22,30**	0,09**	0,0064**
Média geral		0,45	3,32	8,19	0,75	0,11
CV (%)		25,76	26,40	17,38	19,23	31,67

FV= fonte de variação; Gl: graus de liberdade; IVG: Índice de velocidade de germinação; C= comprimento da plântula(cm), MF= massa fresca total(g); MS= massa seca total(g); S= superação de dormência, E.A.= envelhecimento acelerado; CV= coeficiente de variação; ns= não-significativo; * significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ** significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

A média geral da germinação para o experimento foi de 45%, o índice de velocidade de germinação foi de 3,32, o comprimento das plântulas foi de 8,19 centímetros, e as massas fresca e seca foram respectivamente de 0,75 e 0,11 gramas.

Os valores médios da interação entre os dois fatores (Figura 8), mostraram uma maior taxa de germinação para as sementes despontadas, até as 72 horas de envelhecimento (de 80 a 95%), após houve uma queda na germinação de 45%. As sementes sem superação (testemunha) e as submetidas ao ácido sulfúrico, apresentaram um aumento no percentual de germinação com o aumento do tempo de envelhecimento, com maiores germinação às 72 horas de envelhecimento. Já as sementes submetidas à água quente, apresentaram menor percentual de germinação em relação às demais, sendo verificado um decréscimo na germinação, à medida que se aumentou o tempo de envelhecimento.

Silva Junior (2005) relatou que a taxa de germinação para *E. gummiferum* foi de 90% em quinze dias com escarificação mecânica. Ribeiro et al. (2009) utilizaram como tratamentos para a superação da dormência das sementes de *Anadenanthera pavonina* a escarificação mecânica com lixa de ferro e a imersão em ácido sulfúrico concentrado (98%), por 15 e 30 minutos. Nesse estudo, os autores concluíram que todos os tratamentos mostraram-se eficientes, promovendo a superação da dormência. Já Sampaio et al. (2001) observaram, com o aumento do período de imersão das sementes de sucupira preta

(*Bowidichia viglioides*) em ácido sulfúrico, a redução na porcentagem de emergência; o que, provavelmente, pode estar relacionado aos efeitos danosos ao embrião.

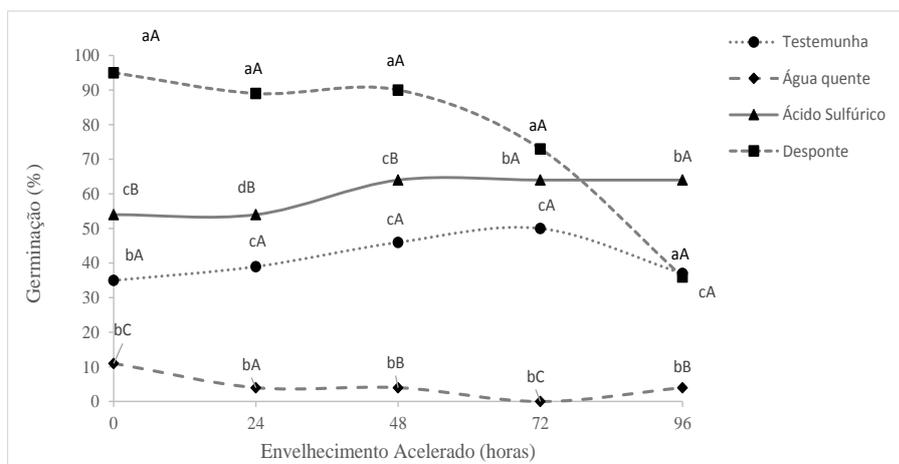


Figura 8. Valores médios da taxa de germinação de sementes de *Enterolobium gummiferum*, submetidas à métodos de superação de dormência e diferentes tempos de envelhecimento acelerado.

Alves et al. (2000 e 2004), também verificaram, para sementes de *Bauhinia divaricata* e *Bauhinia monandra*, que os tratamentos com água quente (imersão em água nas temperaturas de 80°C, por seis e nove minutos; a 100°C, por um e dois minutos) provocaram a morte de todas as sementes. Em contrapartida, Maciel et al. (2004) verificaram que para sementes de mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*) o tratamento mais eficiente para a superação de dormência foi imersão em água fervente por 24 horas, apresentando 79% de sementes germinadas.

Os maiores índices de velocidade de germinação (IVG) foram observados nos métodos de ácido sulfúrico e testemunha respectivamente 6 e 4,4, (Figura 9). Estes dois tratamentos de superação apresentaram aumento no valor do IVG, a medida que se aumentou o tempo de envelhecimento acelerado. O método de superação água quente apresentou menor IVG (1,8), seguido pelo método do desponte. Em ambos, foi observado uma redução nos valores de IVG, à medida que se aumentou os tempos de envelhecimento.

Em sementes de leguminosas, a água fervente tem apresentado resultados inferiores aos de outros métodos também encontrado por Rodrigues et al., (1990); com três espécies do gênero *Cassia* e como verificado no presente trabalho.

Costa et al. (2010) estudaram sementes de *Adenantha pavonina* L., e também encontraram para o método de água quente (95°C) e repouso por 24 horas, na mesma água IVG baixo (0,78), e para a imersão das sementes em ácido sulfúrico, por 5 e 10 minutos, os maiores índices (29,6 e 32,2, respectivamente). Dessa forma, a escarificação ácida pode ter ocasionado o desgaste do tegumento, favorecendo a permeabilidade do tegumento (PEREZ, 2004).

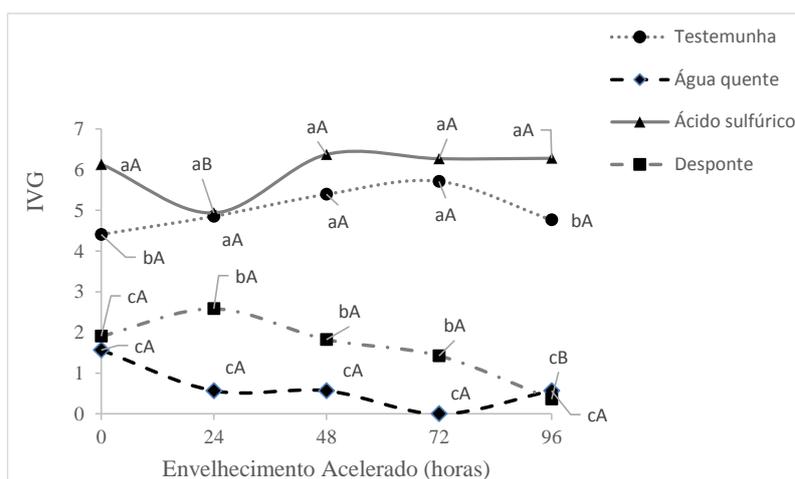


Figura 9. Valores médios do índice de velocidade germinação de sementes de *Enterolobium gummiferum*, submetidas à métodos de superação de dormência e diferentes tempos de envelhecimento acelerado.

Os valores médios da interação método de superação e diferentes tempos de envelhecimento acelerado para o comprimento de plântulas (Figura 10) foram inferiores para o ácido sulfúrico até as 72 horas de envelhecimento. As sementes sem superação de dormência e com desponte não apresentaram diferença estatística após serem submetidas aos diferentes tempos de envelhecimento.

Os valores médios da interação método de superação e diferentes tempos de envelhecimento acelerado para as variáveis comprimento, massa fresca e massa seca não foram representados nas Figuras 4, 5 e 6, para o método de superação água quente, pois esses parâmetros não foram avaliados, devido a morte das plântulas. Provavelmente a alta temperatura empregada afetou os tecidos do embrião, causando a morte das sementes, que já apresentavam baixa taxa de germinação e índice de velocidade de germinação. Alves et al. (2000) encontraram o mesmo comportamento para sementes de *Bauhinia monandra* Britt, que apresentou redução drástica da taxa de germinação com água quente, a 85°C.

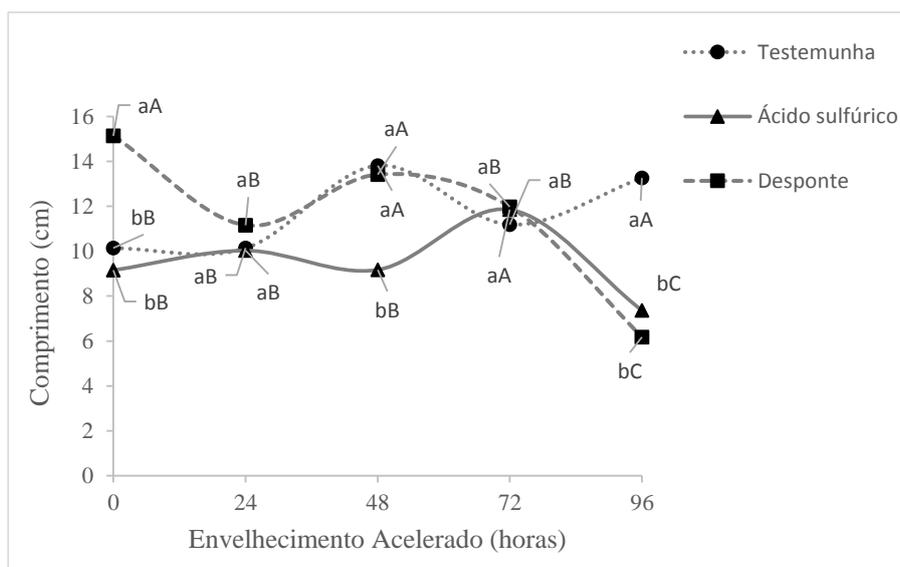


Figura 10. Valores médios do comprimento de plântulas de *Enterolobium gummiferum*, submetidas à métodos de superação de dormência e diferentes tempos de envelhecimento acelerado.

Os valores médios da interação para a variável massa fresca (Figura 11) obtiveram os melhores resultados para o método de superação com desponte, seguido da testemunha. Para o desponte, à medida que aumentaram os tempos de envelhecimento acelerado, a massa fresca manteve-se constante, decrescendo após as 72 horas de envelhecimento. Já para a testemunha, a massa fresca manteve-se constante após as 48 horas de envelhecimento.

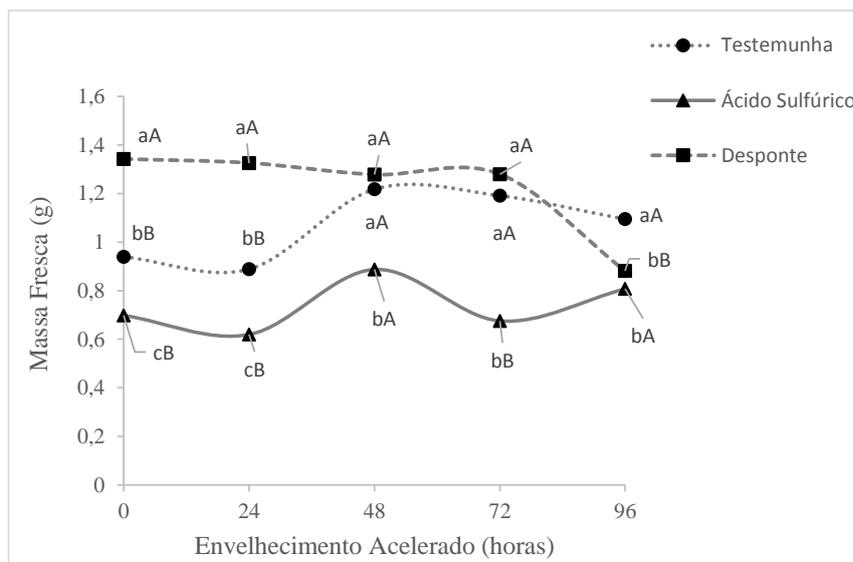


Figura 11. Valores médios da massa fresca de plântulas de *Enterolobium gummiferum*, submetidas à métodos de superação de dormência e diferentes tempos de envelhecimento acelerado.

Os menores valores médios da interação foram encontrados para o método de superação ácido sulfúrico, onde as curvas tanto para massa fresca (Figura 11) quanto para massa seca (Figura 12) apresentaram comportamento similar, com o máximo encontrado no tempo de 48 horas de exposição das sementes ao envelhecimento acelerado.

Os valores médios da interação métodos de superação e diferentes tempos de envelhecimento acelerado para as massas secas estão representados na Figura 12. As plântulas mais vigorosas foram obtidas no tratamento de desponte.

Segundo Menezes et al. (2006), condições que não prejudiquem o processo de germinação favorecem o desenvolvimento de plântulas mais vigorosas. Existe uma relação direta entre o desenvolvimento inicial das plântulas e o rendimento final (FLECK et al. 2003).

O método de superação da dormência em sementes de *Enterolobium gummiferum* do ácido sulfúrico promoveu os menores valores para a massa seca. Já para Bezerra et al. (2007), trabalhando com *Copaifera langsdorffii* Desf., observaram que a escarificação química (ácido sulfúrico) não teve reflexo no crescimento e na produção de massa seca da plântula.

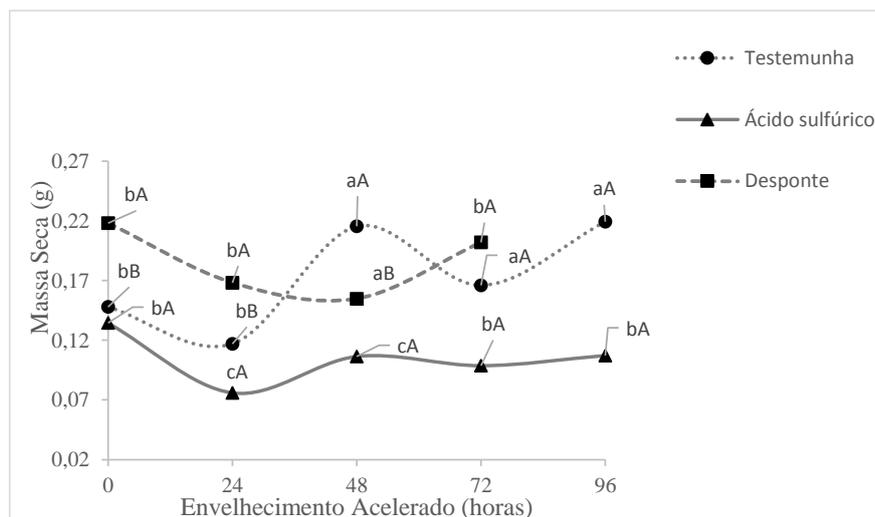


Figura 12. Valores médios da massa seca de plântulas de *Enterolobium gummiferum*, submetidas à métodos de superação de dormência e diferentes tempos de envelhecimento acelerado.

III. *Stryphnodendron adstringens*

Para os valores de umidade (Figura 13) observou-se uma variação em relação à umidade inicial das sementes e após aplicação dos métodos de superação de dormência e envelhecimento acelerado, aumentando conforme o tempo de exposição. O teor de água, anterior ao período de envelhecimento acelerado foi de 7,21%. Nas sementes que não sofreram nenhum tratamento (testemunha), foi observado um aumento gradual da umidade à medida que se aumentou o tempo de envelhecimento, respectivamente 7,21%, 16,66%, 20,05%, 31,75% e 53,16%.

Para as sementes as quais se utilizou a água quente como método de superação, foi observado um aumento na umidade à medida que se aumentou o tempo de envelhecimento, com maiores valores às 24 e 96 horas de envelhecimento. Comportamento semelhante foi observado o método de superação com ácido sulfúrico. Para as sementes as quais se utilizou o desponte, houve o acréscimo da umidade em todos os tempos de envelhecimento, porém crescente até às 72 horas de envelhecimento.

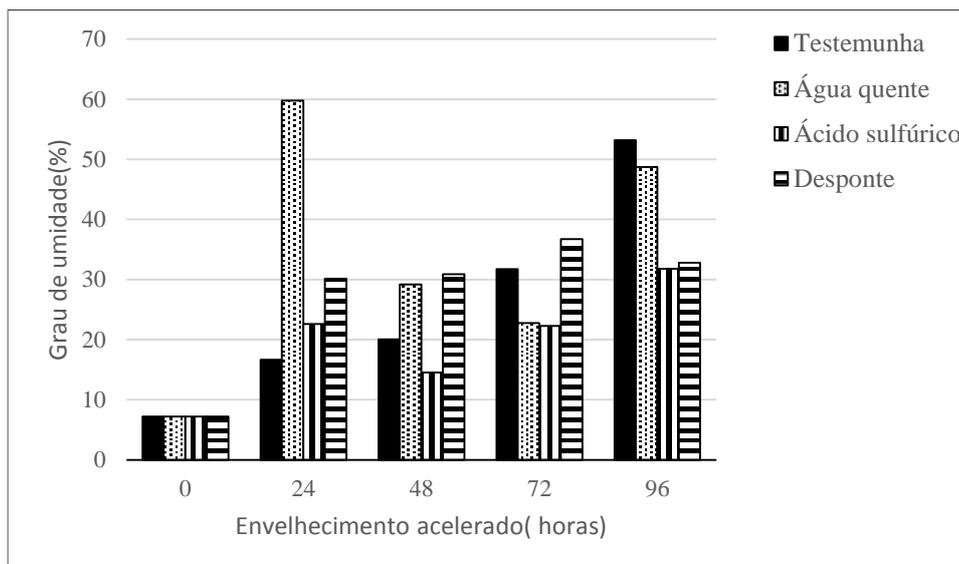


Figura 13. Grau de umidade (%) após os tratamentos de superação de dormência e o tempo de envelhecimento acelerado (E.A.) de sementes de *Stryphnodendron adstringens*.

Para Delouche (2002), a duração do processo de deterioração é determinada, principalmente, pela interação entre herança genética, o grau de umidade da semente e a temperatura. O grau de umidade das sementes, que é influenciado pelo estresse decorrente da alta umidade relativa e temperatura elevada, foi crescente com o aumento da exposição das mesmas ao envelhecimento acelerado, que leva a uma maior deterioração, provocando uma menor integridade do sistema de membranas e/ou menor seletividade; permitindo, assim, a entrada de água mais rapidamente nas células e elevação no grau de umidade.

Na Tabela 4 estão apresentadas as análises de variância para os parâmetros avaliados, bem como as estimativas da média geral e coeficiente de variação.

Verificou-se efeito significativo na interação dos dois fatores somente para os parâmetros germinação e índice de velocidade de germinação (IVG). Para os parâmetros comprimento, massa fresca e massa seca não foi verificado a ocorrência de significância entre os fatores estudados.

Para todo o experimento a média geral de germinação foi de 29% e o IVG foi de 16,51. O coeficiente de variação oscilou entre 38,31 e 71,89%.

Tabela 4. Análise de variância referente à qualidade fisiológica de sementes de *Stryphnodendron adstringens*.

FV	Gl	Valores de Quadrados Médios				
		G	IVG	C	MF	MS
S	3	0,53**	125,07**	8,44ns	0,005ns	0,00023ns
E.A.	4	0,01ns	6,89ns	5,91ns	0,004ns	0,00025ns
S x E.A	12	0,03**	12,99**	8,45ns	0,005ns	0,00056ns
Média geral		0,29	16,51	8,89	0,20	0,025
CV (%)		38,31	13,79	24,10	31,13	71,89

FV: fonte de variação; Gl: graus de liberdade; IVG: Índice de velocidade de germinação; C: comprimento da plântula, MF: massa fresca total; MS: massa seca total; SD: superação de dormência, EA: envelhecimento acelerado; CV: coeficiente de variação; ** significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

Os valores médios da interação entre os dois fatores (Figura 14), mostraram que o método de superação desponte promoveu a maior taxa de germinação (60%) em todos os tempos de envelhecimento acelerado. O método de superação com água quente proporcionou após as 24 horas de envelhecimento um aumento gradual na germinação em função dos demais tempos de envelhecimento (18; 27 e 41%). As sementes sem superação apresentaram maior taxa de germinação às 72 horas de envelhecimento (43%). Já as sementes superadas com ácido sulfúrico, não apresentaram diferença no percentual de germinação nos diferentes tempos de envelhecimento.

Segundo Zaidan & Barbedo (2004), quando a dormência é causada pela impermeabilidade do tegumento à água, devem-se priorizar métodos que promovam a embebição. Nesse sentido, provavelmente a escarificação mecânica tenha promovido a entrada de água nas sementes de *S. adstringens* e, conseqüentemente, reativação dos processos metabólicos (BORGES & RENA, 1993; MELO et al., 1998). Esses resultados concordam com os obtidos para sementes de *S. adstringens* e *S. polyphyllum* (MARTINS et.al., 2008), nos quais o tratamento com água quente proporcionou menor superação de dormência e promoção de germinação das sementes quando comparadas aos tratamentos com ácido sulfúrico.

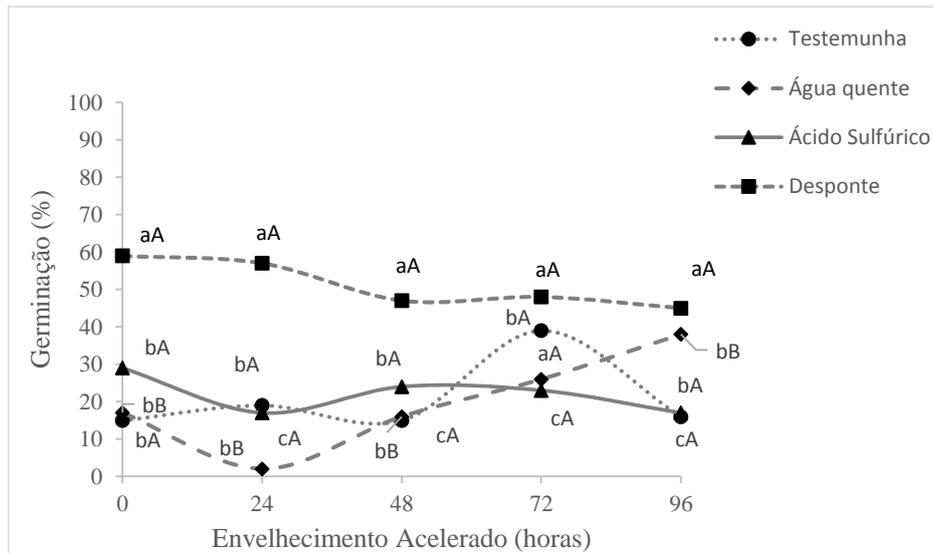


Figura 14. Valores médios da taxa de germinação de sementes de *Stryphnodendron adstringens*, submetidas à métodos de superação de dormência e tempos de envelhecimento acelerado.

Para todos os tratamentos o IVG foram considerados altos entre 10 e 20, demonstrando que quanto maior o valor do IVG, maior a germinação média diária. Os maiores valores de IVG (Figura 15) foram encontrados para o tratamento de superação com água quente, em todos os tempos envelhecimento acelerado. O tratamento utilizando ácido sulfúrico apresentou uma diminuição no valor de IVG, à medida que se aumentou o tempo de envelhecimento. Comportamento semelhante foi encontrado para as sementes sem superação, já as sementes despontadas maiores valores de IVG foram encontrados às 48 e 96 horas de envelhecimento.

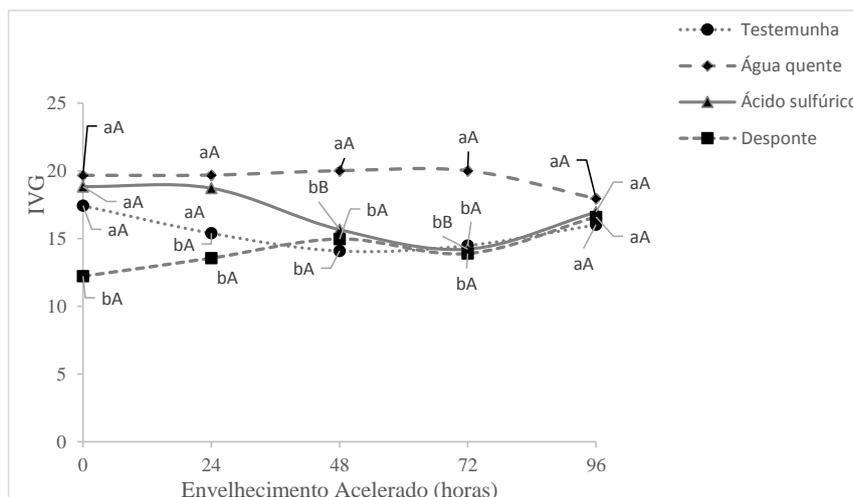


Figura 15. Valores médios do Índice de Velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Stryphnodendron adstringens*, submetidas à métodos de superação de dormência e tempos de envelhecimento acelerado.

Esses resultados demonstraram que embora o IVG tenha sido considerado alto para os quatro métodos de superação (entre 10 e 20), as sementes suportaram bem as condições em que foram submetidas, mantendo o seu vigor até 96 horas de envelhecimento.

O envelhecimento acelerado empregado nas sementes de *S. adstringens*, não interferiu na qualidade fisiológica, os dados obtidos para o IVG concordam com os da porcentagem de germinação onde a medida que aumenta o tempo de exposição ao teste de envelhecimento acelerado, reduz a porcentagem de germinação e conseqüentemente diminui o vigor das sementes, representado pelo valores obtidos no índice de velocidade de germinação, pois segundo CARVALHO & NAKAGAWA (2000) quanto maior o valor do IVG maior é o vigor das sementes. A medida que esse valor diminui ocorre redução no vigor. As condições a qual as sementes foram submetidas do teste de envelhecimento acelerado, provavelmente promoveu a deterioração das sementes mais rápido afetando assim sua capacidade de germinação e vigor. Resultados semelhantes foram observados para sementes de *Anadenanthera colubrina*, o teste de envelhecimento provocou baixa porcentagem de plântulas normais (GARCIA et al., (2004).

Foi observado no decorrer do experimento que as sementes nos tratamentos submetidos à câmara de envelhecimento acelerado apresentaram alta incidência de fungos *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Cladosporium* sp., sendo maior a partir de 48 horas de

envelhecimento acelerado que, provavelmente, contribuiu para o processo de degeneração dessas sementes. Segundo Popinigis (1985), esses patógenos têm a capacidade de reduzir o poder germinativo da semente, bem como causar a morte do embrião.

CONCLUSÕES

I. *Dimorphandra mollis*

Tanto os métodos de superação como os tempos de envelhecimento acelerado influenciaram a qualidade fisiológica das sementes de *Dimorphandra mollis*. Os tempos de envelhecimento acelerado mostraram que com seu aumento há um maior comprometimento nos parâmetros associados ao vigor e não na germinação. O método de superação utilizando-se o desponte apresentaram os maiores valores tanto para a germinação quanto para o vigor.

II. *Enterolobium gummiferum*

As sementes de *Enterolobium gummiferum*, apresentam dormência tegumentar. O melhor método de superação de dormência aplicado foi o desponte, e os diferentes tempos de envelhecimento demonstrou-se eficiente para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes não comprometendo a germinação e o vigor das plântulas.

O método água quente por 10 min (100 °C) não demonstrou eficiência apresentando taxa de germinação e índice de velocidade de germinação baixos em seguida a morte das sementes inviabilizando os dados para comprimento, massa fresca e massa seca.

III. *Stryphnodendron adstringens*

Para as sementes de *S. adstringens*, o melhor método de superação de dormência aplicado foi o desponte promovendo a maior taxa de germinação (60%) em todos os tempo de envelhecimento acelerado. O método de superação ácido sulfurico obteve uma taxa de 30% de germinação em todos os tempos de envelhecimento acelerado ocorrendo um decréscimo apenas no tempo de 24 h. Os índices de velocidade de germinação (IVG) foram considerados altos para todos os tratamentos, os maiores valores de IVG foram encontrados para o tratamento de superação com água quente, isto até às 72 horas de envelhecimento acelerado. Os tratamentos de ácido sulfúrico, testemunha e desponte não apresentaram diferença significativa para os diferentes tempos de envelhecimento.

Esses resultados demonstraram que as sementes suportaram bem as condições em que foram submetidas, mantendo o seu vigor até 96 horas de envelhecimento, mas porém não foi aplicado o teste de comparação de médias para os parâmetros comprimento, massa fresca e massa seca não foram significativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.U.; DORNELAS, C.S.M.; BRUNO, R.L.A.; ANDRADE, L.A.; ALVES, E.U. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia divaricata* L. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v.18, n.4, p.871-879, 2004.

ALVES, E.U.; BRUNO R.L.; OLIVEIRA, A.P.; ALVES, A.U. & ALVES, A.U. Ácido sulfúrico na superação da dormência de unidades de dispersão de Juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.). **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.187-195, 2006.

ALVES, M. C. S.; MEDEIROS FILHO, S.; ANDRADE-NETO, M.; TEÓFILO, E. M. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia monandra* Kurz e *B. unguolata* L. – Caesalpinioideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.139-144, 2000.

ALVES, M.C.S.; MEDEIROS-FILHO, S.; ANDRADE-NETO, M. & TEÓFILO, E.M. 2000. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia monandra* Britt e *Bauhinia unguolata* L. - Caesalpinioideae. **Revista Brasileira de Sementes** 22(2):139-144

AOSA – **Association Of Official Seed Analysts**. Seed vigor testing handbook. East Lansing: AOSA, 1983. 93p. (Contribution, 32).

BEZERRA, A.M.; FILHO, S.M.; MOREIRA, M.G.; MOREIRA, F.J.C.; ALVES, T.T.L. Germinação e desenvolvimento de plântulas de copaíba em função do tamanho e da imersão da semente em ácido sulfúrico. **Revista Ciência Agronômica**, v.33, n.2, p.79-84, 2007.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. GERMINAÇÃO DE SEMENTES. IN: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Eds.). Sementes florestais tropicais. Brasília: **ABRATES**, 1993. p.83-135.

BRANDÃO, M. CAATINGA. IN: MENDONÇA, M.P.; LINS, L.V. (Orgs.). Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas E Fundação Zoo-Botânica De Belo Horizonte, 2000. P.75-85.

BRASIL. Ministério da Agricultura e reforma agrária. **Regras para análise de sementes.** (RAS) Brasília, D.F.: snda/dnd/clav, 365 p., 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes RAS.** Brasília: SNDA/DNDV CLAV, 2009. 365p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA. J; **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** In: Vigor de sementes. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000.

COSTA P. A.; LIMA, A. L. S.; ZANELLA, F.; FREITAS, H. Quebra de dormência em sementes de *Adenantha pavonina* L. e-ISSN 1983-4063 - www.agro.ufg.br/pat - **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 40, n. 1, p. 83-88, jan./mar. 2010)

DELOUCHE, J. Germinação, Deterioração e Vigor da Semente. **Seed News**, Pelotas, N. 6, P. 24-31, 2002.

FELFILI, J.M.; SILVA JR. M.C.; DIAS, J.B. & RESENDE, A.V. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado sensu stricto da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Revista brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 1, abr. 1999. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010084041999000100011&lng=pt&nrm=iso>. Acessos em 31 out. 2014.

FELFILI, J.M.; SILVA JUNIOR, M.C. Diversidade Alfa e Beta no cerrado *sensu stricto*, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais, e Brasília. Scariot, A.; Sousa-Silva, J. C.; Felfili J.M. (Orgs.). **CERRADO: Ecologia, Biodiversidade e Conservação.** Brasília, 2005: Ministério do Meio Ambiente, Cap. 7, p. 141-154.

FERREIRA, A.G. & BORGUETTI, F. (Orgs.) Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, p.209-222, 2004.

FERREIRA, R. A. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *dimorphandra mollis* benth. – faveira (leguminosae-caesalpinioideae). **Revista brasileira de botânica**, v.24, n.3, p.303-309, 2001.

FLECK, N. G., BALBINOT JR., A. A., AGOSTINETTO, D. Velocidade de estabelecimento em cultivares de arroz irrigado como característica para aumentar a habilidade competitiva com plantas concorrentes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.4, p.635 - 640, 2003.

FOWLER, A. J. P.; BIANCHETTI, A. Dormência em sementes florestais. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2000. 27p. (Embrapa Florestas. Documentos, 40).

FREITAS, V. L. O.; ALVES, T. H. S.; LOPES, R. M. F.; LEMOS FILHO, J. P. L. Biometria de frutos e sementes e germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. e *Dimorphandra wilsonni* Rizz. (Fabaceae - Caesalpinoideae). *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 37, n. 81, p. 27-35, 2009.

GARCIA, L.C. NOGUEIRA, A.C.; ABREU, D.A. Influência do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Brenan- Mimosaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 85-90, 2004

GONÇALVES, E.P. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* lam.) Por meio de diferentes testes de vigor. 2003. 64p. Tese (doutorado em agronomia – Produção e tecnologia de sementes). – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

ISTA – International Seed Testing Association. Handbook of vigour test methods. Zürich: **ISTA**, 1995. 117p.

LOPES, J. C.; DIAS, P. C.; MACEDO, C. M. Tratamentos para acelerar a germinação e reduzir a deterioração das sementes de *Ormosia nitida* Vog. *Revista Árvore*, v.30, n.2, p.171-177, 2006.

MACIEL, G. M.; MINETTO, R. M.; BAVUSO NETO, P.; MONTEIRO, W. S.; LANDGRAF, P. R. C. Avaliação do índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*) submetidas a diferentes tratamentos para superar a dormência. In: **SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, 3, 2004, Alfenas. Anais eletrônicos ... Alfenas: UNIFENAS, 2004. Disponível em:<
<http://www.unifenas.br/pesquisa/semic/iiiisemic/anais/trab/Agronomia/resumos/agro6>.
PDF>. Acesso em: 08 jul. 2011.

MAGUIRE, J.D. Speed of Germination-aid in Selection and Avaliation for seedling emergence and vigour. **Crop sci.**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedlig emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177,1962.

MARCOS F., J. Teste de Envelhecimento Acelerado. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D.; França-Neto, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**, 1999. cap.3, p.1-24

MARCOS F., J. Teste de envelhecimento acelerado. In: Viera, R.D.; Carvalho, N.M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.133-150.399 Sci. For., Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 391-399, set. 2010.

MARCOS F., J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; NETO, J. B. F. **Vigor das sementes: conceitos e teses**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3, p. 1-24.

MARCOS F., J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba: **FEALQ**, 1987.

MARTINS, C. C., CÂMARA, A. T. R. DA, C. G. MACHADO E NAKAGAWA, J. Métodos de superação de dormência de sementes de barbatimão. **Revista Acta Sci. Agron.** Maringá, v. 30, n. 3, p. 381-385, 2008.

MARTINS, C. C.; CARVALHO, N. M.; OLIVEIRA, A. P. Quebra de dormência de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.14, n.1, p.5-8, 1992.

MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; NAKAGAWA, J. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae). **Revista Árvore**, v.32, n.4, p.633-639, 2008.

MELO, J.T.; SILVA, J.A.; TORRES, R.A.A.T.; SILVEIRA, C.E. S.; CALDAS, L.S. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies nativas do Cerrado. In: SANO, S.M.; Almeida, S.P.(Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, p.195-243. 1998.

METIVIER, J.R. Dormência e germinação. In: Ferri, M.G. (Coord.). **Fisiologia Vegetal**, São Paulo: EPU, 1986, v.2, p.343-392.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanowski, F.C. et al. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**, 1999.p. 2.1-2.24.

OLIVEIRA, D.A.; NUNES, Y. R. F.; ROCHA, E.A.; BRAGA, R.F.; PIMENTA, M.A.S.; VELOSO, M. D.M. Potencial Germinativo de Sementes de Fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* benth. – Fabaceae: Mimosoideae) sob diferentes procedências, data de coleta e tratamentos de escarificação. Revista *Árvore*, Viçosa – M.G, v.32, n.6, p.1001-1009, 2008.

OLIVEIRA, D.V. Teste de Envelhecimento Acelerado para a Avaliação do Vigor de Sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. e *Jacaranda mimosifolia*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal, Publicação PPG EFL. DM-196/2013, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, p.61, 2013.

ORLANDO S.C. Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato hidroalcoólico bruto da casca de *Stryphnodendron adstringens* (Martius) Coville (Barbatimão) [**dissertação de mestrado**]. Franca (SP): Universidade de Franca; 2005.

PAULA, R. C. Repetibilidade e divergência genética entre matrizes de *Pterogyne nites* Tul. (Fabaceae – Caesalpinioideae) por caracteres biométricos de frutos e de sementes e parâmetros da qualidade de sementes. 2007. 129 p. Tese (Livre –Docência em Silvicultura) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

PEREIRA, S.A; FERREIRA, S.A.N. Superação da dormência em sementes de visgueiro-do-igapó (*Parkia discolor*). **Acta Amazônica**, Manaus, vol. 40, p.151–156, 2010.

PEREZ, S. C. J. G. A. Envoltórios. In: Ferreira, A. G.; Borghetti, F. (Orgs.). Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: **Artmed**, 2004. p. 125-134.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: ABEAS, 1985. 289p.

RIBEIRO, V. V.; BRAZ, M. S. S.; BRITO, N. M. Tratamentos para superar a dormência de sementes de tento. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 22, n. 4, p. 25-32, 2009.

RIZZINI, C. T. Estudos preliminares sobre o xilopódio e outros órgãos tuberosos de plantas do cerrado. Anais da academia brasileira de ciências, v.37, n.1, p.87-113, 1965.

RODRIGUES, E. H. A.; AGUIAR, I. B. DE; SADER, R. Quebra de dormência de sementes de três espécies do gênero *Cassia*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 12, n. 2, p. 17-25, out./dez. 1990.

SAMPAIO, L. S. DE V.; PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. DE F. DA S. P.; COSTA, J. A.; GARRIDO, M. DA S.; MENDES, L. N. Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* H.B.K.-Fabacea). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, p.184-190, jan./mar. 2001.

SANTOS, S.R.G. DOS & PAULA, R.C. Teste de Envelhecimento Acelerado para Avaliação do Vigor de Lotes de Sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (BRANQUILHO) – EUPHORBIACEAE. Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-12, jun. 2007..

SANTOS, T.O.; MORAIS, T.G.O.; MATOS, V.P. Escarificação mecânica em sementes de Chichá (*Sterculia Foetida* L.). **Revista Árvore**, Viçosa, vol. 28, n. 1, p. 1-6, 2004.

SCALON, S. P. Q.; SCALON FILHO, H.; MUSSURY, R. M.; MACEDO, M. C.; KISSMANN, C. Potencial germinativo de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. em armazenamento, tratamentos pré-germinativos e temperatura de incubação. Cerne, Lavras, v. 13, n. 3, p. 321-328, 2007.

SILVA JÚNIOR, M.C.; SANTOS, G.C.; NOGUEIRA, P.E.; MUNHOZ, C.B.R.; RAMOS, A.E. 100 Árvores do Cerrado: Guia de Campo. Brasília, **Ed. Rede de Sementes do Cerrado**, 278p. 2005.

SILVA, E.M., TESTA, K., TEIXEIRA, L.M.MACIEL, K.C.DIAS, D.P. Comparação entre métodos de quebra de dormência de sementes de *Dimorphandra mollis* benth. Submetidas a duas condições de luminosidade após armazenamento. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, Vol.7, N.13; p. 230-236, .2011.

SILVA, F. de A. S. ASSISTAT versão 7.6 beta (2012). Campina Grande-PB: Assistência Estatística, Departamento de Engenharia Agrícola do CTRN - Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina. Disponível em: < <http://www.assistat.com/index.html> >. Acesso em: 20 jul. 2012.

SILVA, L.M.M. Efeito dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cnidoscopus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm. (faveleira). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p.9-14, 2004.

SILVA, L.M.M.; MATOS, V.P. Quebra de dormência de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.) e jucá (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tull). Informativo **ABRATES**, Brasília, v.1, n.4, p.81, 1991.

SOARES, S.P., VINHOLIS, A.H.C., CASSEMIRO, L.A., SILVA, M.L.A., CUNHA, W.L., MARTINS C.H.G. Atividade antibacteriana do extrato hidroalcoólico bruto de *Stryphnodendron adstringens* sobre microrganismos da cárie dental. **Revista Odontológica Ciências**. 2008; 23(2):141-144

TORRES, S. B.; MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 23, n. 2, p. 108-112, 2001.

VALENTINI, S.R.T.; PIÑÁ-RODRIGUES, F.C.M. Aplicação do teste de vigor em sementes. IF Série. **Registros**, São Paulo, n.14, p.75-84, 1995.

VALENTINI, S.R.T.; PIÑÁ-RODRIGUES, F.C.M. Aplicação do teste de vigor em sementes. In: Silva, A.; Piña-Rodrigues, F.C.M.; Figliolia, M.B. (Coord.). Manual técnico de sementes florestais. São Paulo: **Instituto Florestal**, 1995. p.75-84 (Série Registros, 14).

VASCONCELOS, M.C.A., RODOVALHO, N.C.M., POTT, V.J., FERREIRA, A.M.T., ARRUDA, A.L.A., MARQUES, M.C.S., CASTILHO, R.O., BUENO, N.R. Avaliação de atividade biológicas das sementes de *Stryphnodendron obovatum* Benth (Leguminosae). **Rev Bras Farmacogn** 2004; 14:121-7.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Testes de Vigor e suas possibilidades de uso. In: Vieira, R.D.; Carvalho, N.M. (Ed.). **Teste de Vigor em Sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. P.31-47.

ZAIDAN, L. B. P.; BARBEDO, C. J. Quebra de dormência em sementes. In: Ferreira, A. G.; Borghetti, F. (Eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.135-146.

CAPÍTULO II – VIGOR FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS NATIVAS DO CERRADO.

INTRODUÇÃO

Nos ecossistemas brasileiros, a família das leguminosas são representativas em diversidade e densidade, além de terem grande importância econômica e ecológica. É o terceiro maior grupo do reino vegetal, sendo constituído, em sua maioria, por árvores tropicais (SPRENT, 2001). Classifica-se em três subfamílias: Caesalpinioideae, Mimosoideae e Papilionoideae ou Faboideae, (SPRENT, 2001), com plantas arbóreas, arbustivas e herbáceas (HUNGRIA & ARAÚJO 1994). Muitas sementes de leguminosas, devido à dormência, não germinam em condições adequadas, o que constitui um dos principais problemas para a utilização dessas espécies em projetos florestais (OLIVEIRA et al. 2003).

Segundo FERREIRA & BORGUETTI (2004), dormência é o período ou condição em que a semente viável fica sem germinar mesmo estando sob condições ambientais propícias à germinação. Na natureza é um recurso utilizado pelas plantas produtoras de sementes para perpetuação de suas espécies, uma vez que o fenômeno da dormência impede que todas as sementes germinem na mesma época, aumentando sua chance de sobrevivência e diminuindo o risco de extinção da espécie (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Embora a dormência seja uma estratégia adaptativa das espécies, ela é uma característica negativa para a produção de mudas.

A qualidade fisiológica da semente pode ser avaliada por meio de dois parâmetros fundamentais: viabilidade e vigor, os quais representam diferentes atributos da semente. A viabilidade procura determinar se a semente encontra-se viva ou morta. O vigor representa atributos de qualidade fisiológica, não revelados no teste de germinação, sendo determinado sob condições de estresse ou medindo o declínio de alguma função bioquímica ou fisiológica (NAKAGAWA, 1999). Pode ser entendido como o nível de energia que uma semente dispõe para realizar as tarefas do processo germinativo (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

A avaliação do vigor permite detecção de diferenças na qualidade fisiológica de lotes que apresentam poder germinativo semelhante e que podem exibir comportamentos distintos, em condição de campo ou durante o armazenamento. Essas diferenças podem ser

explicadas pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímico-fisiológicos associados à deterioração, normalmente, ocorrem antes que se observe o declínio na capacidade germinativa (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

Por esse motivo, a pesquisa tem atuado de forma permanente no sentido de desenvolver métodos que permitam a avaliação do potencial fisiológico das sementes, considerado atualmente como sinônimo de vigor (KRZYZANOWSKI et al., 1999).

Dentre os testes utilizados para a avaliação do vigor tem-se os testes de envelhecimento acelerado e o de condutividade elétrica. O teste de envelhecimento acelerado é um dos mais estudados e recomendados para várias espécies cultivadas. Este teste tem como princípio o aumento considerável da taxa de deterioração das sementes através de sua exposição a níveis elevados de temperatura e umidade relativa do ar, considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração (MARCOS FILHO et al.1985). Juntamente, o teste de condutividade elétrica visa avaliar os íons na água de embebição e o vigor das sementes, baseando-se no fato de que o vigor está relacionado à integridade dos sistemas de membranas celulares (MARCOS FILHO et al.1987).

Em razão da forte pressão antrópica e dos desmatamentos para fins agropecuários que têm causado grande devastação dos recursos florestais ao longo dos anos. Esta devastação tem gerado uma preocupação com as questões ambientais e, como resultado desta apreensão, pode-se citar os plantios com intuito de recuperação de ecossistemas degradados, recomposição de matas ciliares e reposição de reserva legal (SENA & GARIGLIO, 2008). Entretanto, a falta de sementes de boa qualidade genética, principalmente de espécies nativas, é um fator limitante para a produção de mudas e, conseqüentemente, para a formação de povoamentos florestais (SILVA & HIGA, 2006).

Considerando-se o aumento da procura por sementes de espécies arbóreas nativas para formação de mudas, visando ao atendimento da legislação ambiental quanto à necessidade de reflorestamento de áreas degradadas, áreas de preservação permanente e reconstituição da reserva legal, estudos sobre produção e tecnologia de sementes dessas espécies, como a avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes, assumem grande importância.

Face à relevância de tais estudos e a escassez de informações neste aspecto com sementes de espécies florestais, este capítulo tem por objetivo avaliar a qualidade fisiológica

através dos testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica das sementes de *Dimorphandra mollis* Benth, *Enterolobium gummiferum* (Mart.) e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville.).

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos maduros de *D. mollis*, *E. gummiferum* e *S. adstringens* foram coletados no período de julho a setembro de 2011, em área de Cerrado *sensu stricto*, localizado na Fazenda Água Limpa - FAL, Vargem Bonita – DF, foram coletadas 10 matrizes, sendo formado um único lote. As matrizes foram georreferenciadas com auxílio de um GPS modelo: eTrex 30 Portátil – Garmin. Os frutos foram transportados para o Laboratório de Análise de Sementes Florestais do Departamento de Engenharia Florestal, na Faculdade de Tecnologia, da Universidade de Brasília. No beneficiamento, as sementes foram extraídas manualmente das vagens e retiradas as sementes chochas, malformadas e danificadas por fungos e insetos. Em seguida, as sementes foram armazenadas em sacos de papel Kraft, em condições de laboratório (temperatura em torno de 22°C e 60% de umidade), por um ano.

Em laboratório, o lote das sementes foram submetidos aos seguintes testes: **a) Teor de água:** determinado conforme BRASIL (1992), utilizando-se duas subamostras de 20 sementes, colocadas em recipientes de alumínio em estufa a 105 °C ± 3 °C por 24 horas, sendo os resultados expressos em porcentagem; **b) Sanidade das sementes:** As sementes foram desinfestadas superficialmente com hipoclorito de sódio 2%, durante cinco minutos. Após a desinfestação, foram lavadas em água destilada por três vezes e colocadas para secar a temperatura ambiente (FERREIRA, 2001); **c) Superação de dormência:** O tratamento de superação de dormência escolhido foi o desponte para todas as sementes (corte da semente no lado oposto ao eixo embrionário), em seguida as sementes foram lavadas com água corrente e secas a sombra por 6 horas (MARTINS & NAKAGAWA); **d) Envelhecimento acelerado:** Foram usadas caixas de plástico tipo gerbox (11 x 11 x 3 cm), com suportes para apoio de uma tela metálica isolando as sementes do contato com a água, sendo as sementes distribuídas em camada simples (MARCOS FILHO, 1999). Para o controle da umidade relativa no interior do gerbox foram colocados 40 mL de água destilada e, logo após, as caixas foram tampadas e acondicionadas em câmara à temperatura de 42 °C, utilizando cinco tempos diferentes: 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Para cada período, foram utilizadas cinco repetições de 20 sementes. Foi determinado o teor de água das sementes antes e após o teste

de envelhecimento acelerado, visando avaliação da uniformidade dos procedimentos adotados; **e) Condutividade elétrica:** Depois do teste de envelhecimento acelerado as sementes foram submetidas ao teste de condutividade elétrica individual em cinco repetições de 20 sementes por tratamento. As sementes foram distribuídas individualmente em copos plásticos de 50 ml de água destilada e deixadas para embeber a 25 °C por quatro tempos diferentes: 0, 16, 24 e 48h; decorrido cada período de embebição, a condutividade elétrica da solução foi determinada através do aparelho condutivímetro de bancada, marca QUIMIS, modelo: Q405M onde os valores de cada repetição foram expressos em $\text{mS cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de sementes (VIEIRA e CARVALHO, 1994); **f) Teste de germinação:** Foi conduzido com cinco repetições de 20 sementes em rolo de papel-toalha umedecido com duas vezes o peso do papel em água e colocadas para germinar sob temperatura de 25 °C em câmara de germinação B.O. D., utilizando-se a temperatura constante de 25 °C; **g) Primeira contagem da germinação:** Foi realizada aos sete dias após a semeadura do teste de germinação, contabilizando o número de plântulas normais (VIEIRA e CARVALHO, 1994); **h) Índice de Velocidade de Germinação (IVG):** Foi determinado por meio de adaptação do critério estabelecido por MAGUIRE (1962), contabilizando-se semanalmente as sementes germinadas do sétimo ao 42º dia da semeadura; **i) Comprimento de plântulas:** A medição do comprimento da parte aérea (epicótilo-colo), da raiz primária (colo meristema radicular) e do comprimento total de plântulas será realizado com régua (mm) aos 17 dias após a semeadura; **j) Massa fresca das plântulas:** As plântulas normais depois de medidas foram pesadas em balança com precisão de 0,001g, e os resultados médios expressos em miligramas por plântula; **k) Massa seca de plântulas:** Foram avaliadas as plântulas normais, obtidas a partir dos testes de germinação e do envelhecimento acelerado. As repetições de cada lote foram acondicionadas em sacos de papel, identificados, e levados à estufa com circulação de ar forçada, mantida à temperatura de 80°C por um período de 24 horas (Nakagawa, 1999). Após este período, cada repetição foi pesada em balança com precisão de 0,001g, e os resultados médios expressos em miligramas por plântula; **l) Delineamento estatístico:** O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial simples: 5 (tempos de envelhecimento acelerado) x 4 (tempos de embebição para a condutividade elétrica), totalizando 20 tratamentos, com 5 repetições de 20 sementes cada, para cada espécie. Os dados foram submetidos à ANOVA, sendo os dados de porcentagem (%) transformados em $\arcsin \sqrt{x/100}$. As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott, utilizando o programa ASSISTAT versão 7.6 beta (SILVA, 2012). Quando as interações entre os fatores foram significativas ($p < 0,05$), procedeu-se a análise de variância da

regressão múltipla utilizando o *software* Statistica 7 (STATSOFT INC, 2004), com análise gráfica em superfície de resposta. Nos casos em que a interação foi não significativa ($p > 0,05$), procedeu-se a regressão simples para cada parâmetro significativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

I. *Dimorphandra mollis*

As sementes da espécie *D. mollis* apresentaram interação significativa entre os fatores para todos os parâmetros avaliados. A taxa de germinação média foi de 52%. No final do experimento as plântulas obtidas apresentaram um comprimento de 6,2 cm, e um índice de velocidade de germinação de 6. As plântulas após secas apresentaram uma perda de massa em gramas de sete vezes o seu valor. Os coeficientes de variação experimental apresentaram valores entre 13 e 26% (Tabela 1).

O grau de umidade das sementes foi de 10% antes do envelhecimento, após os diferentes tempos de envelhecimento foi observado um aumento neste valor, sendo mais evidenciado nos dois últimos tempos (72 e 96 horas), onde o grau de umidade ficou em torno de 27 e 42% respectivamente (Figura 1).

Tabela 1. Análise de variância para as variáveis avaliados em sementes de *Dimorphandra mollis*.

FV	GL	Valores de Quadrados Médios						
		G	IVG	P.A.E.	C.E.	C	MF	MS
		%	G	G	mS cm ⁻¹ g ⁻¹	cm	g	g
E.A.	4	43,84**	60,23**	16,68**	18,00**	118,44**	76,29**	26,73**
EMB.	3	38,24**	0,23ns	121,17**	546,95**	10,22**	7,19**	1,43ns
E.A x EMB.	12	13,12**	11,80**	10,37**	36,70**	10,10**	6,90**	2,27**
Média geral		0,52	6,02	0,48	37,81	6,21	0,42	0,06
CV (%)		23,27	21,35	13,47	13,21	19,48	18,08	26,22

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; IVG: Índice de velocidade de germinação; P.A.E.: peso após embebição; C.E: condutividade elétrica; C: comprimento da plântula, MF: massa fresca total; MS: massa seca total; EA: envelhecimento acelerado; EMB.: embebição; CV: coeficiente de variação; ** significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

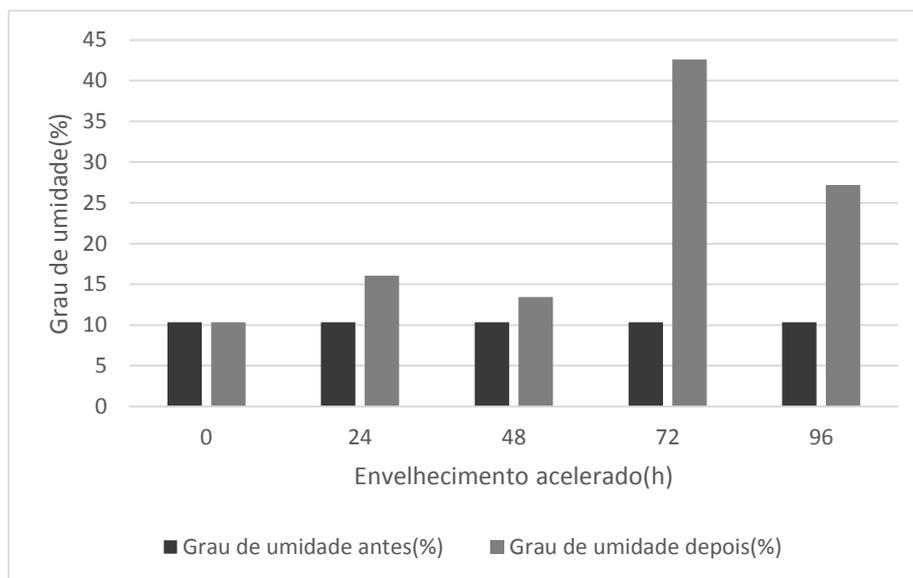


Figura 1. Grau de umidade (%) antes e após os tempos de exposição ao envelhecimento acelerado (E.A.) de sementes de *Dimorphandra mollis*.

A umidade das sementes, que é influenciado pelo estresse decorrente da alta umidade relativa e temperatura elevada, foi crescente com o aumento da exposição das mesmas ao envelhecimento acelerado, que leva a uma maior deterioração, provocando uma menor integridade do sistema de membranas e/ou menor seletividade; permitindo, assim, a entrada de água mais rapidamente nas células e elevação no grau de umidade. Segundo Delouche (2002), a duração do processo de deterioração é determinada, principalmente, pela interação entre herança genética, o grau de umidade da semente e a temperatura.

A interação significativa entre os fatores envelhecimento acelerado e embebição para a germinação, por meio do estudo de superfície de resposta, mostrou que os maiores valores da taxa de germinação (80%) foram encontrados até 24 horas de envelhecimento, em todos os tempos de embebição. Menores taxas de germinação foram observadas após os 48 horas de envelhecimento com um tempo de embebição superior a 24 horas (Figura 2a). Isto por sua vez, demonstra que as sementes de *Dimorphandra mollis* não são tolerantes à dessecação, quanto maior o tempo de exposição à dessecação, menor será a sua viabilidade.

Segundo CARNEIRO & GUEDES (2002), as temperaturas podem ser letais, dependendo do período de exposição, e esse período deve ser estabelecido em função da espécie avaliada. PEREZ & NASSIF (1998) encontraram o período de 24h o mais eficiente para evidenciar as diferenças de vigor em sementes de *Prosopis juliflora*.

Durante a avaliação do trabalho foi observado, a partir de 72h de envelhecimento a presença de fungos nas sementes que pode estar associada ao tempo de exposição ao envelhecimento acelerado. Essa observação também foi constatada por FANTI & PEREZ (2005), em sementes de *Chorisia speciosa* após 72 h de envelhecimento, na câmara de envelhecimento e no teste de germinação; em sementes de *Anadenanthera colubrina* por GARCIA et al., (2004), a partir de 48 h de envelhecimento e em sementes de *Copaifera langsdorffii* e por FERREIRA et al. (2004), a partir de 30 horas. Esses autores consideraram a possibilidade dos fungos terem contribuído para a redução da germinação e do vigor dessas sementes.

Para a condutividade elétrica que mede a quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes e está diretamente relacionado à integridade do sistema de membranas apresentaram valores máximos acima de $60 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. Maiores concentrações de lixiviados foram encontrados acima de 48 horas de envelhecimento e após as 40 horas de embebição. Sementes com até 8 horas de embebição, apresentaram menores concentrações de lixiviados na solução e por consequência espera-se uma maior viabilidade (Figura 2b). Os resultados obtidos, mostram que quanto maior tempo as sementes são submetidas à dessecação maior será os danos internos sofridos nas suas estruturas internas, o que por sua vez, faz com que haja uma maior liberação de lixiviados.

Segundo CARVALHO et al. (2002), para as sementes que apresentam dormência, o teste de condutividade elétrica não se mostra eficaz para determinar sua qualidade fisiológica. SILVA et al. (2012), não recomendam a averiguação do vigor de lotes de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) armazenadas por longos períodos pelo teste de condutividade elétrica. Para estes autores, sementes de feijão armazenadas por períodos superiores a 6 meses apresentam maior lixiviação de solutos, podendo não revelar o vigor dos lotes analisados.

Para BONNER (1998) o teste de condutividade elétrica em sementes florestais dificilmente terá o mesmo desempenho do que em sementes de grandes culturas, mas pode ser uma ferramenta para auxiliar, em combinação com outros testes, na identificação de lotes de diferentes qualidades fisiológicas.

Em relação ao peso após a embebição (P.A.E.) observou-se no presente trabalho que a ação conjunta dos tempos de envelhecimento acelerado e os tempos de embebição, os maiores pesos foram encontrados nas sementes submetidas até 72h de envelhecimento e após

32 horas de embebição (Figura 2c). Isto por sua vez, mostra que sementes mesmo que com poucas horas de dessecação são capazes de absorver água e entumescer, porém isto por si só não é garantia de obtenção de uma boa viabilidade de germinação, já que para o estabelecimento da plântula há a interação de vários fatores morfogenéticos.

As sementes de *D. mollis* possuem dormência física, resultante da existência de um tegumento rígido que dificulta a embebição e as trocas gasosas, e conseqüentemente a germinação das mesmas (BRANDÃO,2000). Geralmente a superação da dormência de espécies com esta característica é realizada por meio do rompimento da impermeabilidade do tegumento, com métodos que usam superfície abrasiva (escarificação física ou mecânica) ou soluções químicas ou água fervente (escarificação química) (SCALON et al. 2007; SANTOS et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2008; FREITAS et al., 2009). Também verificaram o mesmo comportamento para *D. wilsonii* e *D. exaltata*, que foi corroborado por ZAIDAN & BARBEDO, 2004; MARCOS FILHO, 2005; LOPES & MATHEUS (2008) Por esse motivo foi adotado como método de superação de dormência o desponte que favoreceu a embebição ocorrendo de forma gradual conforme os tempos de embebição.

Os comprimentos das plântulas da espécie *D. mollis* sofreram influência da interação entre os fatores, proporcionando os maiores valores de comprimento com o menor tempo de exposição ao envelhecimento acelerado de 0 e 24h e o tempo de embebição superior à 24 horas (Figura 2d). Plântulas maiores, acima de 10 cm foram obtidas até 24 horas de envelhecimento e nos maiores tempos de embebição (acima de 32 horas), o que demonstra o quanto a dessecação influencia no vigor fisiológico desta espécie. Isto por sua vez, mostrou quanto a viabilidade e o vigor são influenciados pela envelhecimento e embebição. Sementes menos dessecadas e submetidas a um menor tempo de embebição, terão maior viabilidade e por conseqüência maior vigor fisiológico.

Segundo NAKAGAWA (1999), para a correta avaliação da qualidade de lotes, é importante que, conjuntamente com os resultados obtidos pelo teste de crescimento de plântula, seja também levada em consideração a porcentagem de germinação, pois pode haver situações em que o lote apresenta alta porcentagem de germinação e baixo valor de comprimento médio de plântula, assim como lote com baixa porcentagem de germinação, mas com alto valor de comprimento médio de plântula, no presente trabalho foi encontrado uma alta porcentagem de germinação e baixo valor de comprimento médio das plântulas de *D. mollis*.

Para as variáveis massa fresca e seca o mesmo comportamento foi verificado, ou seja quanto maior o tempo de dessecação for submetida a semente, menor será a massa, independente do tempo de embebição, confirmando o quanto o vigor é influenciado pela dessecação (Figura 2e,2f). Assim, umas das recomendações para o manejo das sementes seria o máximo possível do controle sobre a dessecação das sementes tanto no período germinativo, quanto no estabelecimento da plântula.

Nas sementes de *Chorisia speciosa*, submetidas a diferentes períodos de envelhecimento precoce, a massa seca da parte aérea das plântulas diminuiu e a massa seca da parte subterrânea não apresentou diferenças significativas com o aumento do período de permanência na câmara de envelhecimento (FANTI & PEREZ, 2005).

Já nas espécies *Dyopsis lutescens*, *Euterpe edulis*, *Phoenix reclinata* e *Roystonea oleraceae* a massa seca não mostrou diferenças significativas entre os períodos de envelhecimento, embora houvesse diferenças significativas entre as espécies. Na massa seca do sistema radicular, tanto entre as espécies quanto entre os períodos de envelhecimento houve diferença significativa. De acordo com NEGREIROS & PEREZ (2004), fatores relacionados intrinsecamente com as sementes, como diferenças entre espécies, nível de vigor, teor de umidade, condições da planta-mãe e local de produção das sementes, são importantes na hora da avaliação do desenvolvimento das plântulas submetidas ao envelhecimento precoce.

A interação entre os fatores foi significativa para o índice de velocidade de germinação (IVG) que obteve o maior índice entre 8 e 10 para o tratamento sem envelhecimento (testemunha) e o melhor tempo de embebição permaneceu entre a faixa de superfície de 0 a 24 h (Figura 2g). O IVG indica que quanto maior o valor do índice, melhor o tratamento empregado (MAGUIRE, 1962), sugerindo que à medida que as sementes foram envelhecidas ocorreu uma redução no seu vigor. O índice de velocidade de germinação (IVG) decresceu com o aumento do tempo de envelhecimento.

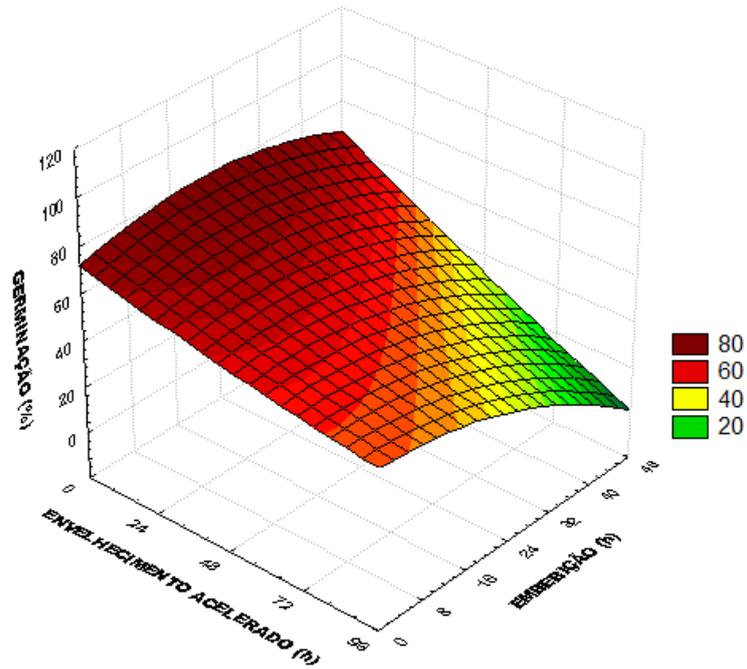
LEMES et al. (2010) estudando a influência do envelhecimento acelerado na germinação de sementes de *Poecilanthus parviflora* Benth. (Coração-de-negro), observaram que a partir de 24 horas afetou a qualidade fisiológica da semente promovendo redução da viabilidade e do vigor. PONTES et al. (2006), trabalhando com sementes de *Caesalpinia peltophoroides* também observou que as mesmas ao serem submetidas ao envelhecimento acelerado apresentaram redução de sua qualidade com o aumento do tempo de

envelhecimento, provavelmente devido aos danos causados às membranas celulares. Já GONÇALVES (2003) encontrou resultados diferentes trabalhando com sementes de *Guazuma ulmifolia* (mutamba), recomendou para o teste de envelhecimento acelerado os maiores períodos de exposição de 96 e 120 horas promovendo aumento da viabilidade e do vigor das sementes.

$$\text{GERMINAÇÃO} = 71,7574 - 0,3063 \cdot \text{EA} + 0,8087 \cdot \text{EMB} + 0,0007 \cdot \text{EA}^2 - 0,0092 \cdot \text{EA} \cdot \text{EMB} - 0,0192 \cdot \text{EMB}^2$$

$$R^2 = 0,4856^{**}$$

a)



$$\text{C. ELÉTRICA} = 11,9385 + 0,0658 \cdot \text{EA} + 1,8908 \cdot \text{EMB} - 0,0027 \cdot \text{EA}^2 + 0,0113 \cdot \text{EA} \cdot \text{EMB} - 0,0272 \cdot \text{EMB}^2$$

$$R^2 = 0,8277^{**}$$

b)

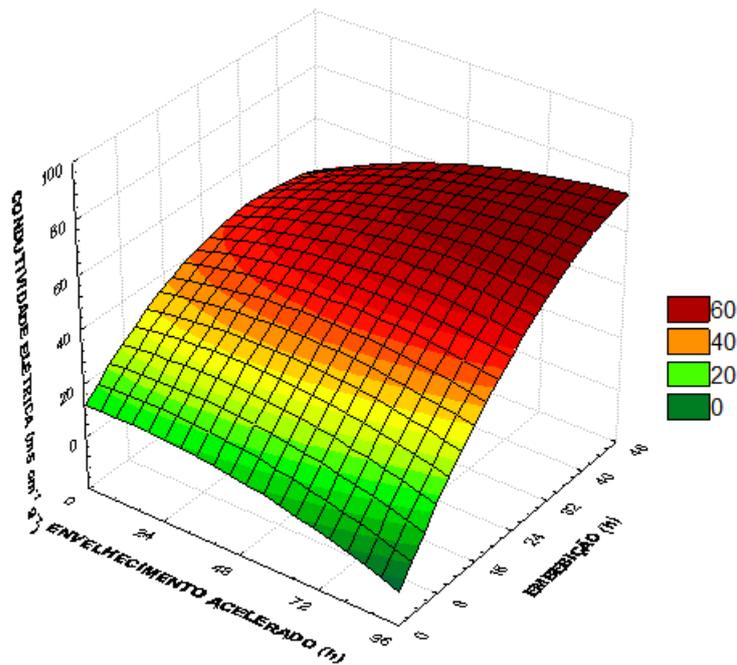
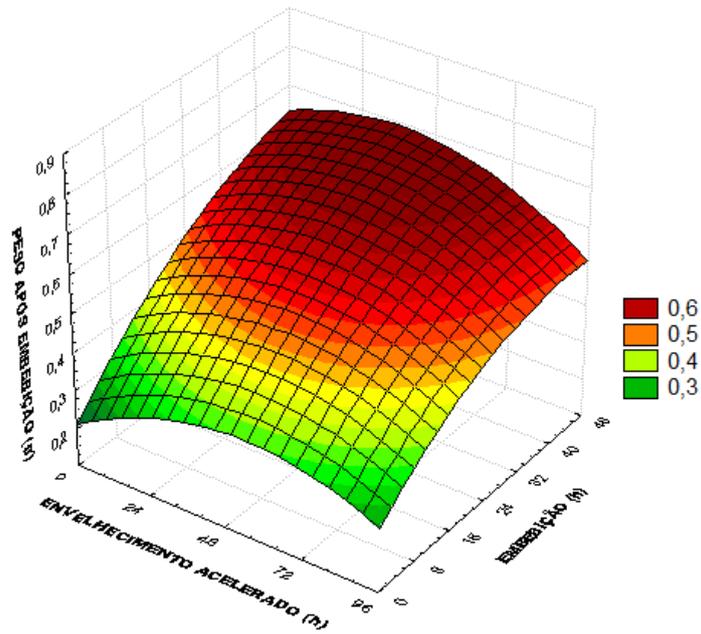


Figura 2a e 2b. Superfície de resposta em função da combinação entre os tempos de envelhecimento acelerado e os tempos de embebição: a) Germinação; b) Condutividade elétrica para a espécie *Dimorphandra mollis*.

$$\text{P.A.E.} = 0,2102 + 0,0052 \cdot \text{EA} + 0,0149 \cdot \text{EMB} - 4,7819 \cdot 10^{-5} \cdot \text{EA}^2 - 3,794 \cdot 10^{-5} \cdot \text{EA} \cdot \text{EMB} - 0,0001 \cdot \text{EMB}^2$$

$$R^2 = 0,6547^{**}$$

c)



$$\text{COMPRIMENTO} = 7,4422 - 0,0573 \cdot \text{EA} + 0,1904 \cdot \text{EMB} + 0,0002 \cdot \text{EA}^2 - 0,0016 \cdot \text{EA} \cdot \text{EMB} - 0,0023 \cdot \text{EMB}^2$$

$$R^2 = 0,6680^{**}$$

d)

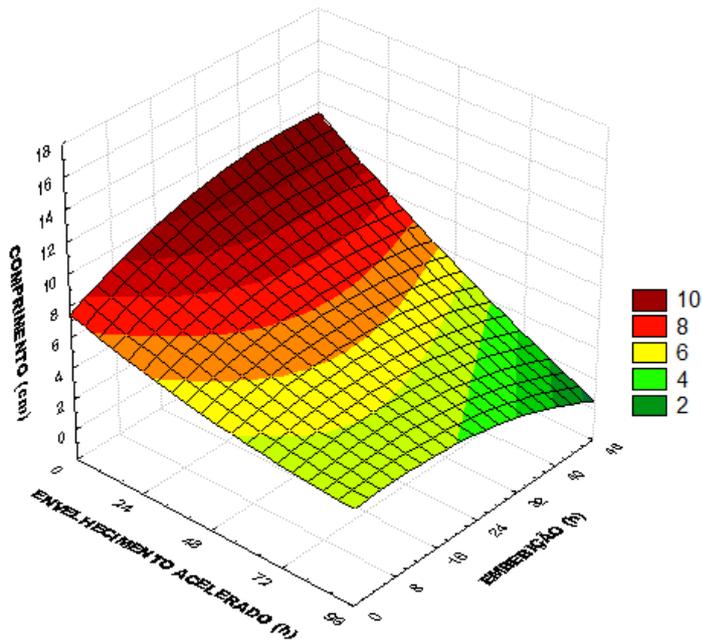
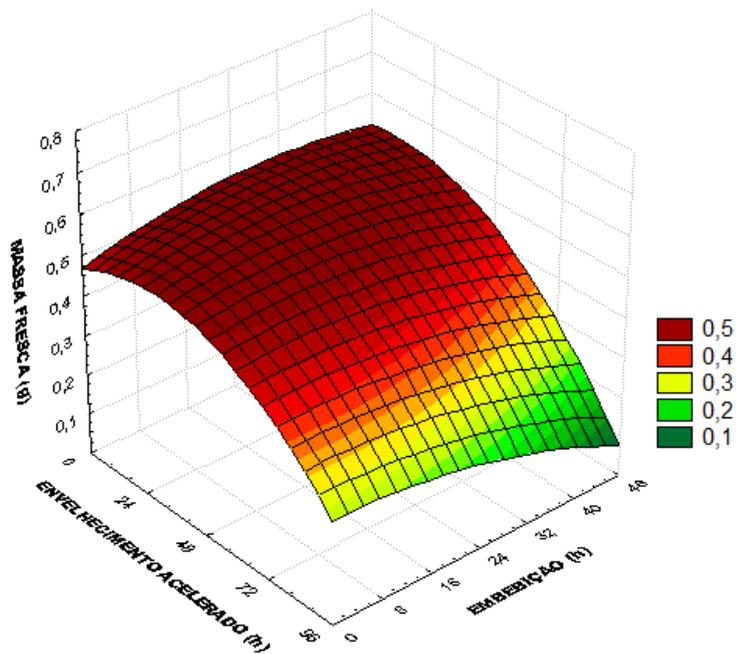


Figura 2c e 2d. Superfície de resposta em função da combinação entre os tempos de envelhecimento acelerado e os tempos de embebição: c) Peso após embebição (P.A.E.); d) comprimento para a espécie *Dimorphandra mollis*.

$$M. \text{ FRESCA} = 0,469 + 0,0037 * EA + 0,0047 * EMB - 6,1198E-5 * EA^2 - 4,9714E-5 * EA * EMB - 7,699E-5 * EMB^2$$

$$R^2 = 0,6243^{**}$$

e)



$$M. \text{ SECA} = 0,0769 + 0,0004 * EA - 9,4017E-5 * EMB - 8,0605E-6 * EA^2 - 1,1611E-6 * EA * EMB + 2,0313E-6 * EMB^2$$

$$R^2 = 0,4196$$

f)

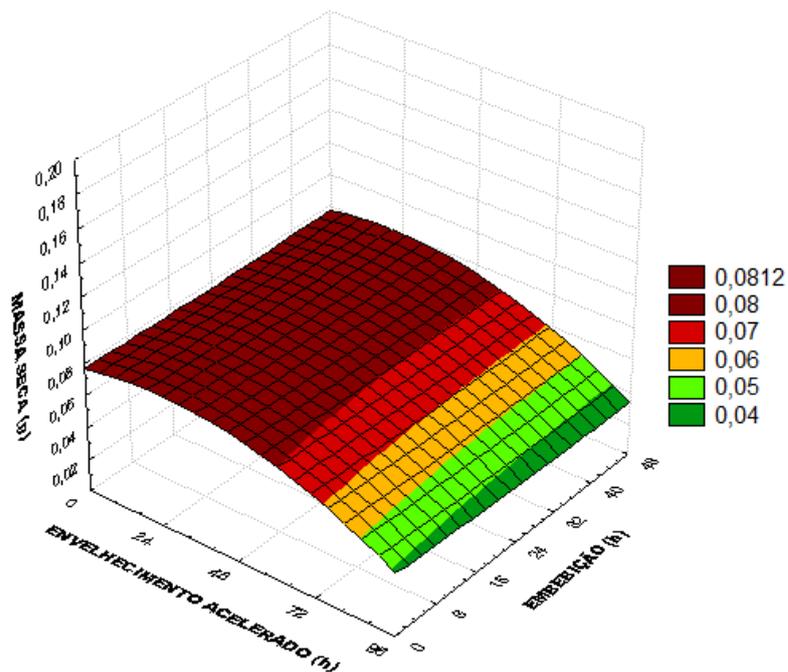


Figura 2e e 2f. Superfície de resposta em função da combinação entre os tempos de envelhecimento acelerado e os tempos de embebição: e) Massa fresca; f) Massa seca para a espécie *Dimorphandra mollis*.

$$I.V.G = 9,8509 - 0,1408 * EA - 0,0264 * EMB + 0,0009 * EA^2 + 0,0004 * EA * EMB + 0,0001 * EMB^2$$

$$R^2 = 0,4605^{**}$$

g)

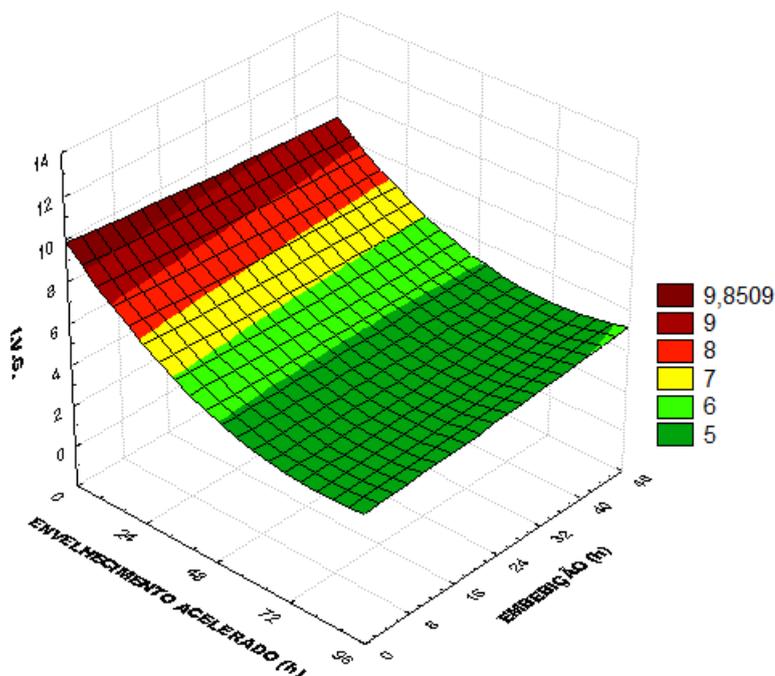


Figura 2g. Superfície de resposta em função da combinação entre os tempos de envelhecimento acelerado e os tempos de embebição: g) Índice de velocidade de germinação (IVG) para a espécie *Dimorphandra mollis*.

II. *Enterolobium gummiferum*

As sementes da espécie *Enterolobium gummiferum* apresentou interação significativa entre os fatores para todos os parâmetros avaliados. A taxa de germinação média foi de 43%. No final do experimento as plântulas obtidas apresentaram um comprimento de 9,4 cm, e um índice de velocidade de germinação de 6. As plântulas após secas apresentaram uma perda de massa em gramas de sete vezes o seu valor. Os coeficientes de variação experimental apresentaram valores entre 8 e 30% (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância para os parâmetros avaliados em sementes de *Enterolobium gummiferum*.

FV	GL	Valores de Quadrados Médios						
		G	IVG	P.A.E.	C.E.	COM..	MF	MS
		%		g	mS cm ⁻¹ g ⁻¹	Cm	g	g
E.A.	4	21,06**	60,23**	80,27**	20,81**	10,47**	10,96**	24,52**
EMB.	3	10,93**	0,23**	181,99**	351,61**	4,28**	10,64**	7,36**
E.A x EMB.	12	20,63**	11,80**	20,51**	19,25**	5,21**	5,13**	4,42**
Média geral		0,43	6,02	1,05	180,76	9,46	1,17	0,16
CV (%)		30,85	21,35	8,55	19,64	23,64	26,96	32,04

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; IVG: Índice de velocidade de germinação; P.A.E.: peso após embebição; C.E: condutividade elétrica; C: comprimento da plântula, MF: massa fresca total; MS: massa seca total; EA: envelhecimento acelerado; EMB.: embebição; CV: coeficiente de variação; ** significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

A umidade das sementes foi de 8% antes do envelhecimento, após os diferentes tempos de envelhecimento foi observado um aumento neste valor, sendo mais evidenciado às 48 e 96 horas de dessecação, onde o grau de umidade ficou em torno de 14 e 13% respectivamente (Figura 3).

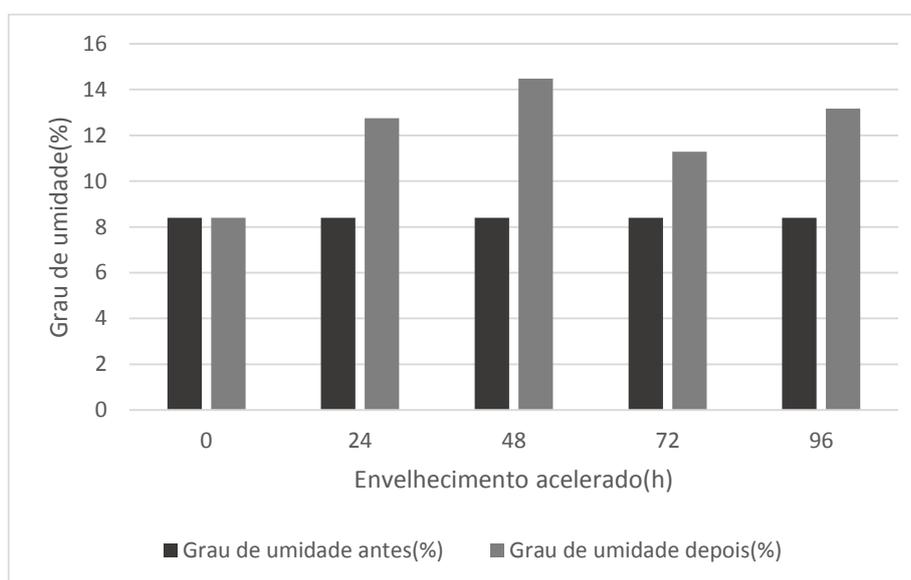


Figura 3. Grau de umidade (%) antes e após os tempos de exposição ao envelhecimento acelerado (E.A.) de sementes de *Enterolobium gummiferum*.

Segundo Delouche (2002), a duração do processo de deterioração é determinada, principalmente, pela interação entre herança genética, a umidade da semente e a temperatura. O grau de umidade das sementes foi influenciado pelo estresse decorrente da alta umidade relativa e temperatura elevada, que variou entre 8,40 e 14,48%. Com o aumento da exposição das sementes ao envelhecimento acelerado leva a uma maior deterioração, provocando uma menor integridade do sistema de membranas e/ou menor seletividade; permitindo, assim, a entrada de água mais rapidamente nas células e elevação no grau de umidade.

A interação significativa entre os fatores envelhecimento acelerado e embebição para a germinação por meio do estudo de superfície de resposta foi possível constatar que os tempos de envelhecimento acelerado de 0 a 24h associados aos tempos de embebição de 0 a 8h, obtiveram a melhor porcentagem de germinação 70% (Figura 4a). Isto por sua vez, mostra a sensibilidade desta espécie à dessecação, evidenciando o quanto a viabilidade pode ser comprometida se as sementes são expostas à condição de estresse.

Em sementes de *Piptadenia communis*, submetidas ao envelhecimento acelerado à temperatura 40oC e 100% de UR, Borges et al.(1992) encontraram resultados semelhantes. Para esses autores, a redução da viabilidade e da velocidade de germinação ocorreu em função do aumento do tempo de exposição das sementes ao envelhecimento. Para sementes de *Adenantha pavonina*, tanto o aumento da temperatura, quanto o aumento do período de permanência das sementes na câmara de envelhecimento provocaram a perda da viabilidade (FANTI & PEREZ, 1999).

Para o índice de velocidade de germinação (IVG) os maiores valores foram encontrados no tratamento sem envelhecimento ou dessecação, e anterior a 40 horas de embebição. Os menores valores de IVG foram encontrados após 24 horas de envelhecimento, independente do tempo de embebição da semente, reforçando a fragilidade das mesmas à condição de dessecação. O IVG indica que quanto maior o valor do índice, melhor o tratamento empregado (MAGUIRE, 1962), sugerindo que à medida que as sementes foram envelhecidas ocorreu uma redução no seu vigor. O índice de velocidade de germinação (IVG) decresceu com o aumento do tempo de envelhecimento (Figura 4b).

Para Guedes et al. (2013), trabalharam com três lotes de *Chorisia glaziovii*(O. Kuntze), o índice de velocidade de germinação (IVG) decresceu com o aumento do tempo de envelhecimento, especialmente a partir de 48h em dois lotes. Por outro lado, as sementes do terceiro lote eram mais vigorosas, sendo isto evidenciado pela sua maior velocidade de

germinação, mesmo quando submetidas a condições de estresse de 72h de envelhecimento. Os dados correspondem ao que mencionaram Carvalho & Nakagawa (2000) quando relataram que sementes de vigor alto geralmente germinam mais rapidamente.

Em relação ao peso após a embebição (P.A.E), os valores não ultrapassaram 1,4 g (Figura 4c). Os maiores pesos foram encontrados nos maiores tempos de envelhecimento, o que proporcionou que sementes com maiores tempos de envelhecimento e em maiores tempos de embebição apresentassem os maiores pesos. Os menores pesos foram encontrados nos menores tempos, independente do tratamento testado (envelhecimento ou embebição). Estes resultados mostram que quanto maior o tempo de dessecação está sujeita a semente, maior será os danos internos por ela sofridos, o que faz com que a água não encontre barreiras que a impesa de deslocar no interior da semente, como solutos ou outros solventes orgânicos.

Um grande número de espécies florestais e arbóreas da família das leguminosas possuem sementes com o tegumento impermeável à água, como *Erythrina variegata*(MATHEUS; LOPES, 2007), *Hymenaea courbaril*(ANDRADE et al., 2010), *Samanea tubulosa* (GIACHINI et al., 2010), *Adenanthera pavonina*(MANTOAN et al., 2012), *Mimosa caesalpinifolia*(NOGUEIRA et al., 2013), *Delonix regia* (LIMA et al., 2013; ZWIRTES et al., 2013), *Mimosa setosa* (SPERANDIO et al., 2013), *Hymenaea oblongifoliae* *Hymenaea courbaril*var. *Stilbocarpa* (FREITAS et al., 2013) e *schizolobium amazonicum* (DAPONT et al., 2014).

A eficiência do método de superação de dormência em sementes é muito variável. Para *Enterolobium contortisiliquum* muitos métodos foram descritos na literatura, entre os quais destacam-se: ácido sulfúrico (EIRA et al., 1993; LOPES et al., 2012) ácido sulfúrico concentrado por 10 minutos (SCALON et al., 2006); ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos e acetona 60% por 15 minutos (AQUINO et al., 2009); escarificação mecânica (lixa) (ALEXANDRE et al., 2009; MALAVASI, 2004; SANTOS, 2010), escarificação mecânica (corte) e escarificação mecânica (corte) seguida de imersão em água por 24 horas (SILVA, 2009).

A condutividade elétrica é medida pela quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes e está diretamente relacionado à integridade do sistema de membranas, os menores valores de condutividade elétrica foram observados em todos os

tempos de envelhecimento acelerado e para os tempos de embebição entre 24 e 48h (Figura 4d).

Borges et al. (1990), trabalhando com sementes de *Cedrela fissilis* Vell detectaram a queda da qualidade fisiológica através do teste de condutividade elétrica, mas não para sementes de *Piptadenia communis* Benth. (Borges et al., 1992), ambas submetidas ao envelhecimento acelerado.

Para Bonner (1998) o teste de condutividade elétrica em sementes florestais dificilmente terá o mesmo desempenho do que em sementes de grandes culturas, mas que é uma ferramenta que pode auxiliar, em combinação com outros testes, na identificação de lotes de diferentes qualidades fisiológicas.

Para as variáveis massa fresca e massa seca as interações envelhecimento acelerado e embebição foram significativas e ambas as variáveis obtiveram o comportamento similar. Os maiores valores para massa fresca (entre 1 e 1,2g) e para massa seca (0,15 e 0,20g) foram encontrados para a faixa de superfície entre 0 e 24 horas de envelhecimento acelerado e para um único tempo de embebição de 0 h (Figuras 4e e 4f). Esses resultados reforçam a sensibilidade das sementes desta espécie à dessecação, demonstrando que tanto a germinação quanto o vigor são altamente influenciados pelos tempos de envelhecimento e dessecação. Em condição de estresse as sementes podem tender a perder a sua viabilidade e vigor fisiológico.

Já Fanti & Perez (2005), trabalharam com sementes de *Chorisia speciosa* St.Hil. e obtiveram no período de 120 horas de envelhecimento o menor valor de massa seca da parte aérea, período que revelou ser bastante agressivo para sementes de paineira (baixa porcentagem de germinação e alto valor de condutividade elétrica), interferindo, portanto, no desenvolvimento das plântulas.

Para o parâmetro comprimento a interação significativa entre os fatores foram significativas porém a análise de variância da regressão múltipla não foi significativa. A análise gráfica em superfície de resposta não foi apresentada. Os maiores valores de comprimento (10 a 14 cm) foram observados para o menor tempo de envelhecimento acelerado (24h) e o menor tempo de embebição (16h).

Para Barbosa et al. (2011) estudaram sementes de espécies oleráceas e o envelhecimento acelerado de 72 horas afetou a qualidade das mudas, resultando em redução no comprimento e na massa seca das plântulas.

4a.)

$$\text{GER.} = 71,088 - 0,401 \cdot \text{EA} - 0,7561 \cdot \text{EMB} - 0,0009 \cdot \text{EA}^2 + 0,008 \cdot \text{EA} \cdot \text{EMB} - 0,0003 \cdot \text{EMB}^2$$
$$R^2 = 0,2553^{**}$$

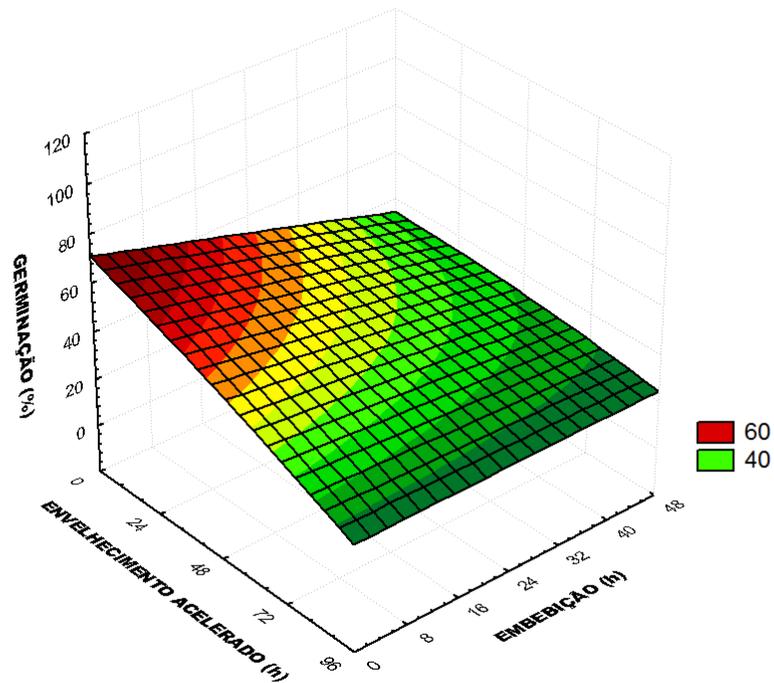
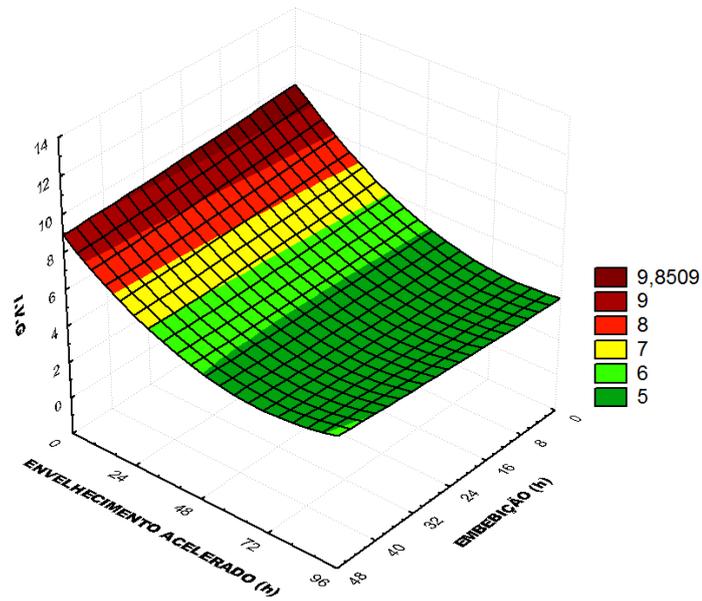


Figura 4a. Superfície de resposta em função da combinação entre os tempos de envelhecimento acelerado e os tempos de embebição: a) germinação da espécie *Enterolobium gummiferum*.

4b.)

$$\text{I.V.G} = 9,8509 - 0,0264 \cdot \text{EMB} - 0,1408 \cdot \text{EA} + 0,0001 \cdot \text{EMB}^2 + 0,0004 \cdot \text{EA} \cdot \text{EMB} + 0,0009 \cdot \text{EA}^2$$
$$R^2 = 0,4605^{**}$$



4c.)

$$\text{P.A.E} = 0,4158 + 0,0277 \cdot \text{EMB} + 0,0116 \cdot \text{EA} - 0,0003 \cdot \text{EMB}^2 - 0,000012 \cdot \text{EA} \cdot \text{EMB} - 0,000074 \cdot \text{EA}^2$$
$$R^2 = 0,7169^{**}$$

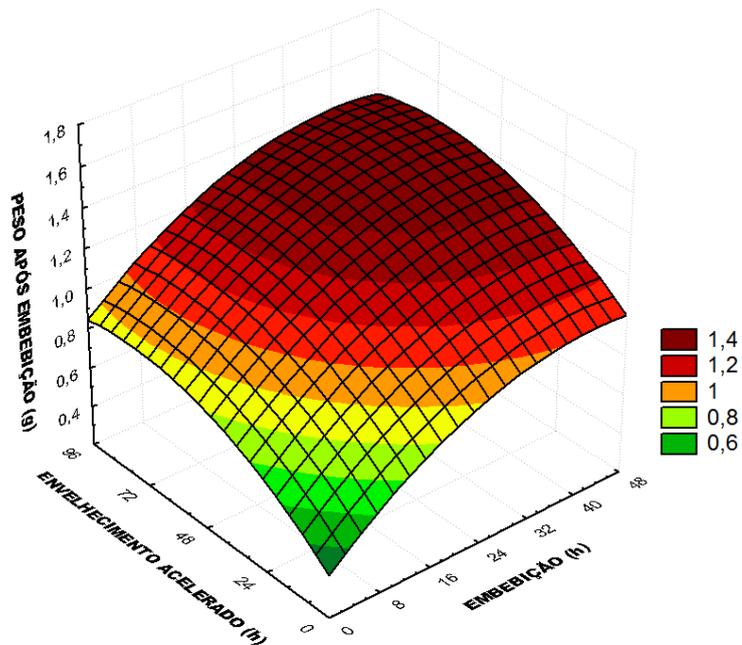
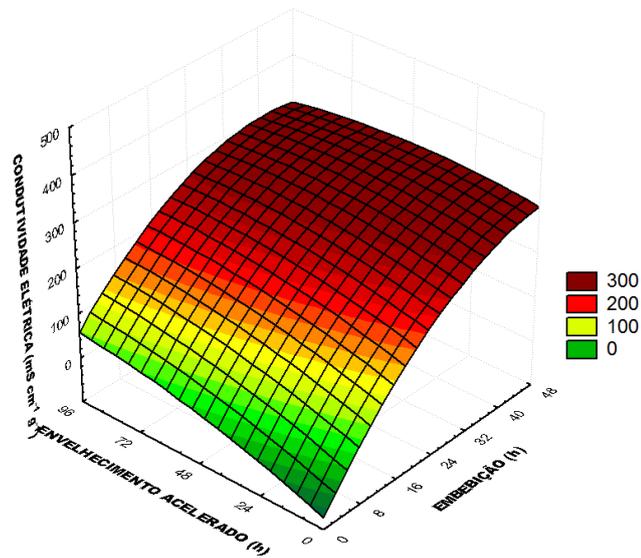


Figura 4b e 4c. Superfície de resposta em função da combinação entre os tempos de envelhecimento acelerado e os tempos de embebição. b) índice de velocidade de germinação (IVG); c) peso após embebição (P.A.E) para a espécie *Enterolobium gummiferum*.

4d.)

$$C. \text{ ELÉTRICA} = -73,1507 + 14,5519 \cdot EA + 2,1945 \cdot EMB - 0,1418 \cdot EA^2 - 0,029 \cdot EA \cdot EMB - 0,0086 \cdot EMB^2$$
$$R^2 = 0,7509^{**}$$



4e.)

$$M. \text{ FRESCA} = 1,5026 - 0,0088 \cdot EMB - 0,011 \cdot EA + 0,000024 \cdot EMB^2 - 0,00005 \cdot EA \cdot EMB + 0,00012 \cdot EA^2$$
$$R^2 = 0,2089^{**}$$

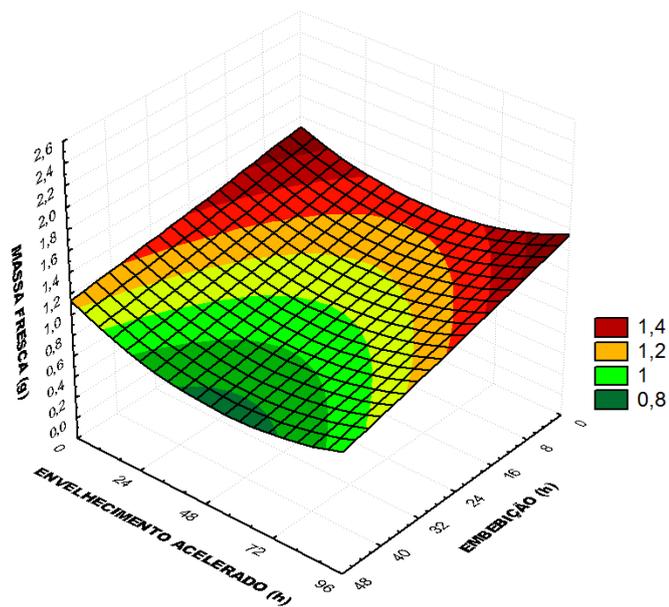


Figura 4d e 4e. Superfície de resposta em função da combinação entre os tempos de envelhecimento acelerado e os tempos de embebição; d) condutividade elétrica; e) massa fresca da espécie *Enterolobium gummiferum*.

4f.)

$$M. SECA = 0,2337 - 0,0035 \cdot EMB - 0,0018 \cdot EA + 0,00004 \cdot EMB^2 + 0,000004 \cdot EA \cdot EMB + 0,000018 \cdot EA^2$$
$$R^2 = 0,1263^*$$

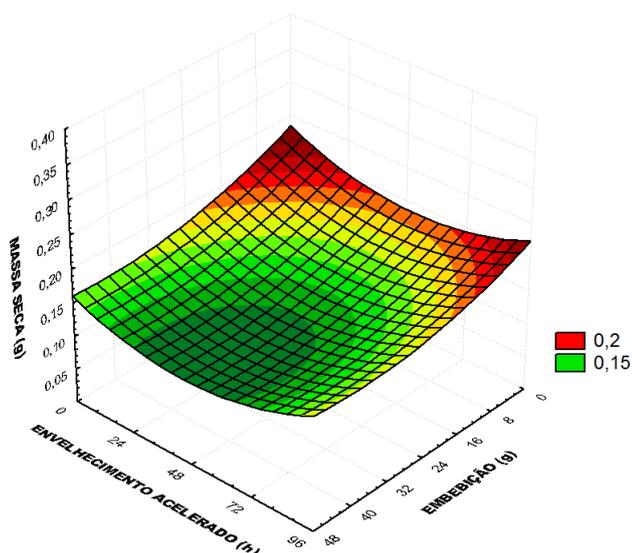


Figura 4f. Superfície de resposta em função da combinação entre os tempos de envelhecimento acelerado e os tempos de embebição; f) massa seca da espécie *Enterolobium gummiferum*.

III. *Stryphnodendron adstringens*

As sementes apresentaram um teor de umidade de 6,81% antes do envelhecimento (Figura 1). Após submetidas aos tempos de envelhecimento houve um aumento da umidade, variando de 20 a 27%, tendo os maiores valores os tempos de 72 e 96 horas.

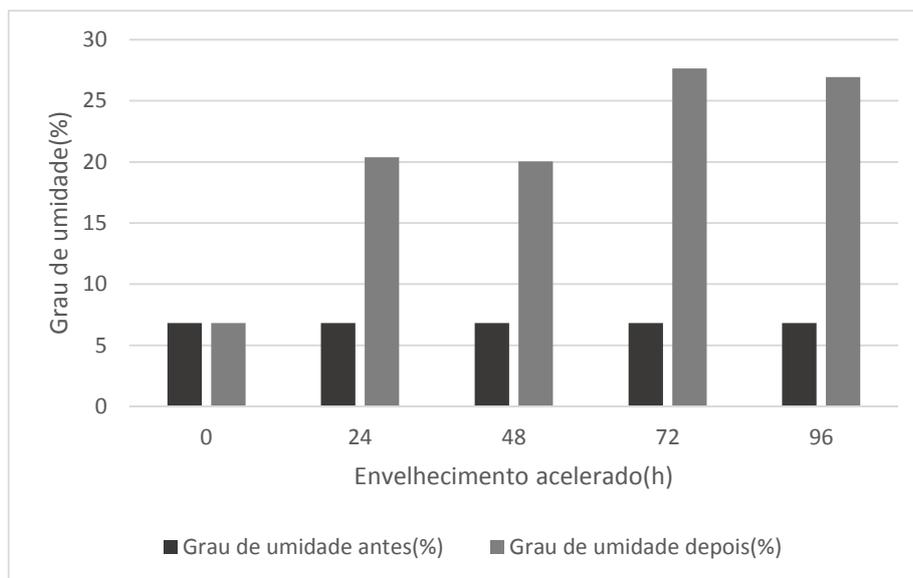


Figura 5. Grau de umidade (%) antes e após os tempos de exposição ao envelhecimento acelerado (E.A.) de sementes de *Stryphnodendron adstringens*.

Para Delouche (2002), a duração do processo de deterioração é determinada, principalmente, pela interação entre herança genética, o grau de umidade da semente e a temperatura. O grau de umidade das sementes foi influenciado pelo estresse decorrente da alta umidade relativa e temperatura elevada, variando de 6,81 a 27,66% de umidade, com o aumento da exposição das sementes ao envelhecimento acelerado, tem-se maior deterioração das mesmas, provocando uma menor integridade do sistema de membranas e/ou menor seletividade; permitindo, assim, a entrada de água mais rapidamente nas células e elevação no grau de umidade (Figura 5).

Os resultados da análise de variância (Tabela 3) mostraram a ocorrência de significância entre a interação dos dois fatores nas em cinco das sete variáveis mensuradas. Ausência de significância foi verificada nas variáveis peso após a embebição (P.A.E.) e massa seca total.

Tabela 3. Análise de variância da germinação e condutividade elétrica de sementes de *Stryphnodendron adstringens*.

Valores de Quadrados Médios								
FV	GL	G	IVG	P.A.E.	C.E.	Com.	MF	MS
E.A.	4	1,02ns	12,84**	2,73**	42,29**	0,58ns	10,96**	2,17ns
EMB.	3	4,67**	7,81**	10,56**	128,37**	1,27ns	10,64**	1,06ns
E.A x EMB.	12	4,16**	5,05**	1,26ns	7,67**	4,20**	5,13**	2,12ns
Média geral		0,31	14,99	0,19	15,49	9,03	1,16	0,03
CV (%)		38,72	16,42	43,48	26,07	19,23	26,96	104,82

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; G (%): germinação; IVG: Índice de velocidade de germinação; P.A.E.(g): peso após embebição; C.E (mS cm⁻¹ g⁻¹): condutividade elétrica; C (cm): comprimento da plântula, MF (g): massa fresca total; MS (g): massa seca total; EA: envelhecimento acelerado; EMB.: embebição; CV: coeficiente de variação; ** significativo a 1% de probabilidade (p < 0,01).

As sementes de *S. adstringens* apresentaram uma germinação de 31%, um IVG de 14,99. Aos 17 dias as plântulas apresentaram um comprimento médio de 9,03 cm. O valor de condutividade elétrica foi de 15,49 mS cm⁻¹ g⁻¹.

A maior taxa de germinação (entre 50 e 60%) foi observada para o tempo zero de embebição e a menor taxa de germinação (14%) para embebição de 24 horas, observando que para todos os tempos de envelhecimento acelerado as sementes foram resistentes, havendo uma queda maior somente do tempo zero para 24h para as sementes que embeberam zero hora (Figura 6).

De acordo com Fanti & Perez (1999) o envelhecimento acelerado acarretou perda da viabilidade das sementes de *Adenantha pavonina* L., influenciado pelo aumento de temperatura (50 para 60 °C) e pelo aumento do período de permanência na câmara de envelhecimento (48 para 72 horas). As sementes de *Stryphnodendron polyphyllum* (TAMBELINI, 1994) e *Prosopis juliflora* (PEREZ & TAMBELINI, 1995) foram bastante resistentes ao envelhecimento precoce, apresentando elevada porcentagem de germinação após 32 e 45 dias de tratamento, respectivamente.

O principal fundamento do teste de envelhecimento precoce baseia-se no fato de que sementes de alto vigor produzem plântulas normais no teste de germinação, após condições de estresse como alta temperatura e umidade relativa (KRZYZANOWSKI et al., 1991).

Portanto, no caso do lote de sementes de barbatimão utilizado neste experimento, pode-se inferir que ele apresentou alto vigor, apresentando plântulas normais para todos os tempos de envelhecimento.

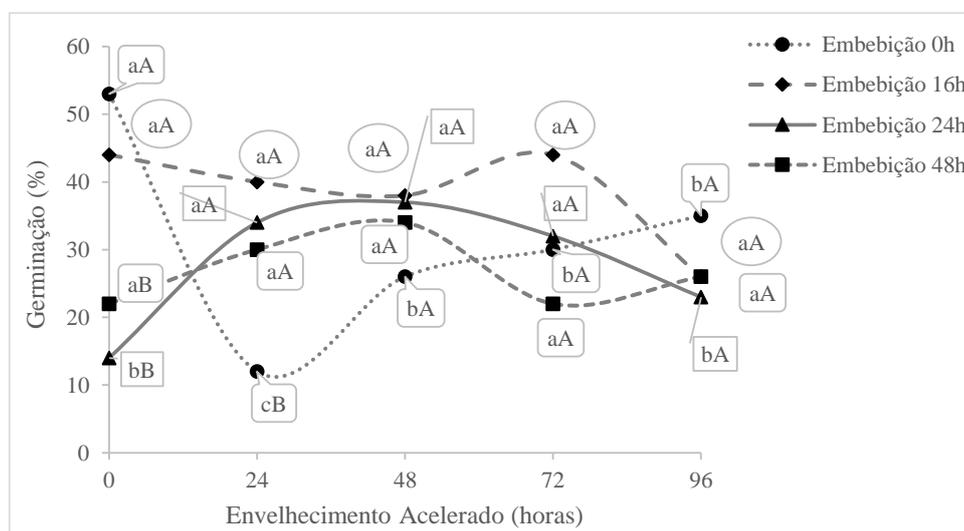


Figura 6. Valores médios da taxa de germinação de sementes de *Stryphnodendron adstringens*, submetidas à tempos de embebição e de envelhecimento acelerado.

Para os valores de condutividade elétrica a maior viabilidade ocorreu para os tempos de embebição 0, 24 e 48 horas, onde também as sementes responderam positivamente aos tempos de envelhecimento acelerado (Figura 7).

Os maiores valores de condutividade elétrica foram encontrados no período de 16 horas ($24 \text{ mS/cm}^{-1}/\text{g}^{-1}$), indicando redução significativa no vigor de sementes de barbatimão envelhecidas durante esses períodos.

O teste de condutividade elétrica avalia indiretamente a concentração de eletrólitos liberados pelas sementes durante a embebição. Pesquisas realizadas com diversas espécies têm demonstrado que a redução e perda de vigor são diretamente proporcionais ao aumento da concentração de eletrólitos liberados pelas sementes durante a embebição (LOEFFLER et al., 1988; MARCOS-FILHO et al., 1990; DIAS & MARCOS FILHO, 1996).

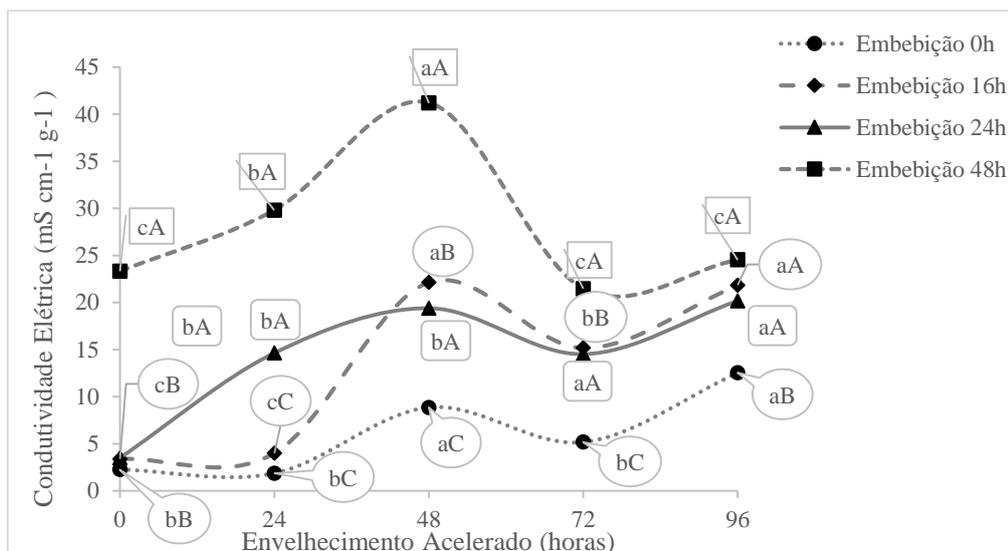


Figura 7. Valores médios de condutividade elétrica de sementes de *Stryphnodendron adstringens*, submetidas à tempos de embebição e de envelhecimento acelerado.

A interação entre os fatores envelhecimento acelerado e tempo de embebição apresentou os maiores valores para o IVG. O índice de velocidade de germinação (IVG), quanto maior o valor, melhor o tratamento empregado (MAGUIRE, 1962). O IVG em sementes de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville aumentou conforme aumentou-se o tempo de envelhecimento acelerado. Os melhores tempos de envelhecimento acelerado foram de 48 a 96 h e o tempo de embebição de 24 e 48 horas, isso pode comprovar que as sementes de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville demonstraram bastante resistência ao envelhecimento acelerado (Figura 8).

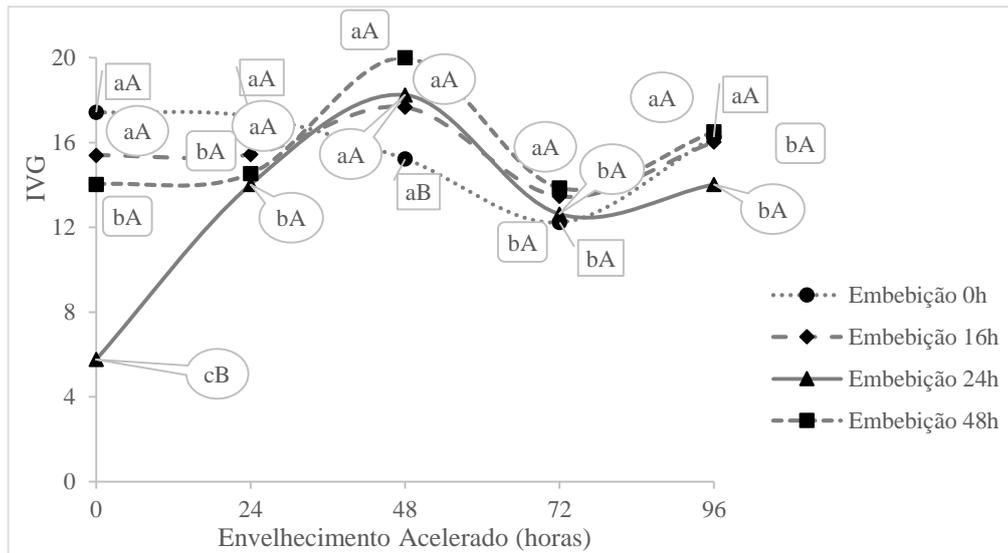


Figura 8. Valores médios de índice de velocidade de germinação(IVG) de sementes de *Stryphnodendron adstringens*, submetidas à tempos de embebição e de envelhecimento acelerado.

Para o parâmetro comprimento das plântulas os valores obtidos para os quatro tempos de embebição permaneceram em torno de 6 a 12 cm, foi observado o menor valor do comprimento de plântulas para a embebição de 0h e no período de 48 horas de envelhecimento acelerado (Figura 9).

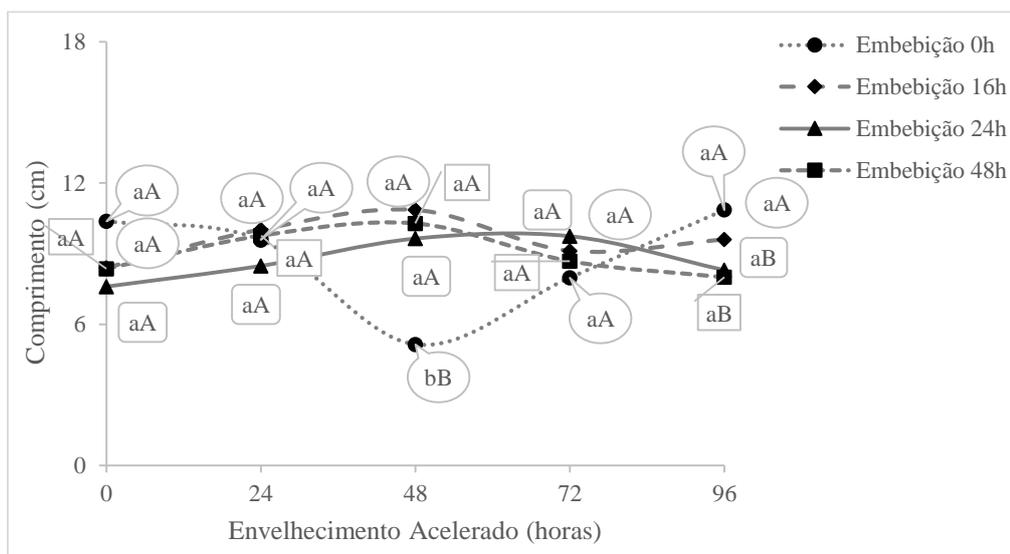


Figura 9. Valores médios do comprimento de plântulas de *Stryphnodendron adstringens*, submetidas à tempos de embebição e de envelhecimento acelerado.

Não houve grande diferença entre os tratamentos quanto à massa fresca e massa seca de plântulas. De acordo com Paula (2007), essas avaliações estão sujeitas a erros muitas vezes não facilmente corrigidos ou controlados. Por exemplo, se uma repetição de um determinado tratamento estiver mais úmida, as plântulas estarão mais hidratadas e, portanto a matéria fresca será maior, o que resultará em maior variabilidade dos resultados, comprometendo a precisão do experimento e a discriminação entre os tratamentos.

No período de 48 horas de envelhecimento acelerado foi verificado o menor valor de massa fresca (também apresentou altos valores de condutividade elétrica), interferindo no vigor e no desenvolvimento das plântulas (Figura 10).

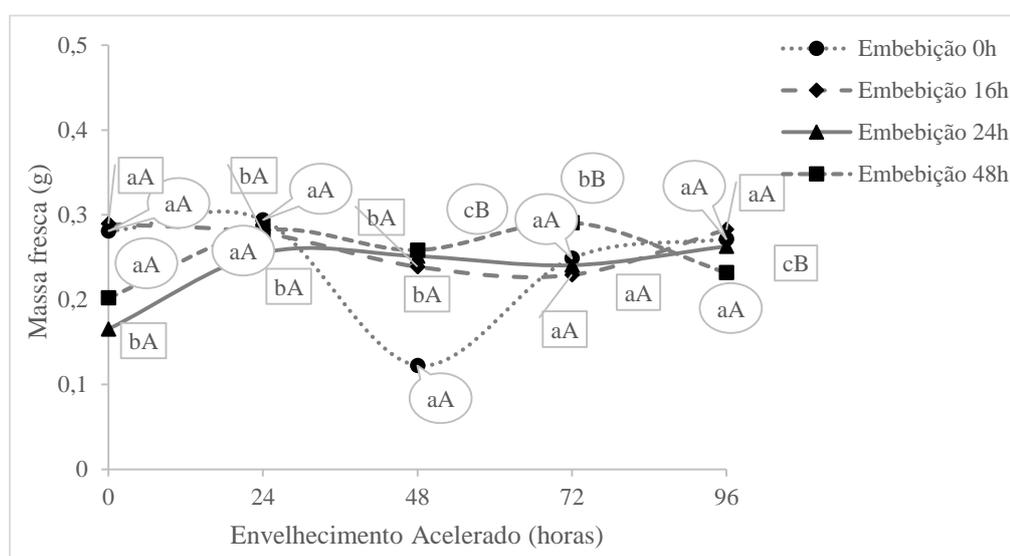


Figura 10. Valores médios de massa fresca de plântulas de *Stryphnodendron adstringens*, submetidas à tempos de embebição e de envelhecimento acelerado.

E para o parâmetro massa seca a interação entre os fatores não foram significativas, logo não influenciaram nos valores de massa seca (Figura 11). Também ocorrido nas espécies *Dypsis lutescens*, *Euterpe edulis*, *Phoenix reclinata* e *Roystonea oleraceae* a massa seca não mostrou diferenças significativas entre os períodos de envelhecimento, embora houvessem diferenças significativas entre as espécies. Na massa seca do sistema radicular, tanto entre as espécies quanto entre os períodos de envelhecimento houve diferença significativa.

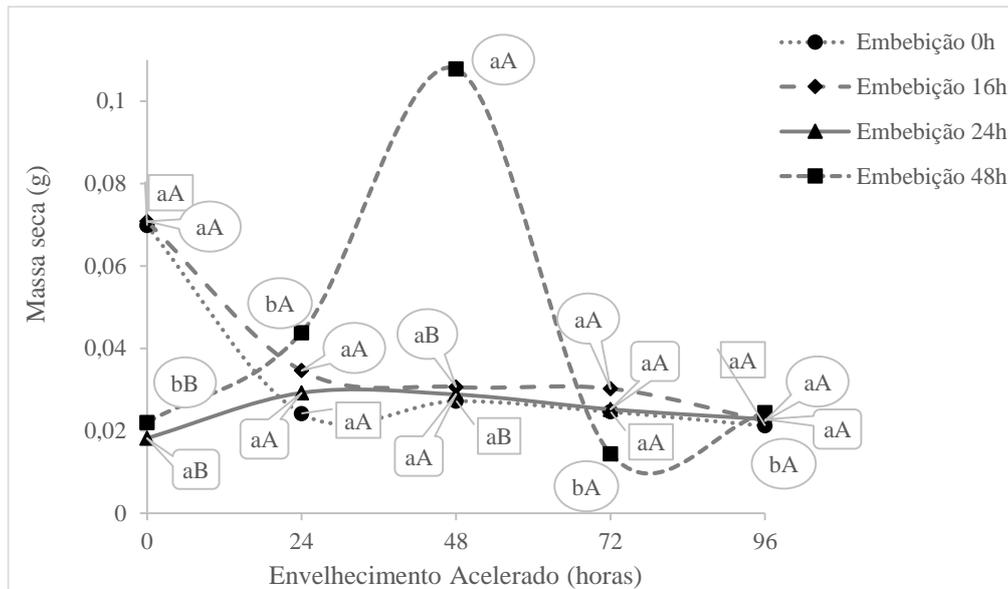


Figura 11. Valores médios de massa seca de plântulas de *Stryphnodendron adstringens*, submetidas à tempos de embebição e de envelhecimento acelerado.

CONCLUSÕES

I. Dimorphandra mollis

O vigor foi afetado com o aumento do tempo de exposição ao envelhecimento, favorecendo os períodos de envelhecimento acelerado e de embebição para o teste de condutividade elétrica de 0 e 24 horas promovendo para todos os parâmetros maior viabilidade e vigor das sementes de *Dimorphandra mollis*.

II. Enterolobium gummiferum

O vigor e a viabilidade foi afetado para todos os parâmetros a partir de 48 horas de envelhecimento acelerado e a embebição foi afetada a partir de 24 horas para as sementes de *Enterolobium gummiferum*.

III. Stryphnodendron adstringens

Para as sementes de *Stryphnodendron adstringens*, os tempos de embebição e os tempos de envelhecimento acelerado não influenciaram o vigor nem a viabilidade das sementes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABDO, M. R. V. N.; PAULA, R. C. de. Temperaturas para a germinação de espécies de Capixingui (*Croton floribundus* – Spreng – Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 28, n. 3. p. 135-140, 2006.

AGUIAR, I. B. Conservação de sementes. In: SILVA, A.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p.33-44. (Série Registros, 14).

ALEXANDRE, R. S.; GONÇALVES, F. G.; ROCHA, A. P.; ARRUDA, M. P. de; LEMES, E. de Q. Tratamentos físicos e químicos na superação de dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum*(Vell.) Morong. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 2, p. 156-159, 2009.

ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. S. Efeito do substrato e da temperatura na germinação e no vigor de sementes de cedro – *Cedrela odorata* L. (Meliaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 16, n. 1, p. 34-40, 1994.

ANDRADE, L. A. de; BRUNO, R. de L. A.; OLIVEIRA, L. S. B. de; SILVA, H. T. F. da. Aspectos biométricos de frutos e sementes, grau de umidade e superação de dormência de jatobá. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 293-299, 2010.

AQUINO, A. F. M. A. G. de; RIBEIRO, M. C. C.; PAULA, Y. C. M.; BENEDITO, C. P. Superação de dormência em sementes de orelha-de-negro (*Enterolobium contortisiliquum*(Vell.) Morong.). **Revista Verde**, v. 4, n. 1, p. 69-75, 2009.

ATAÍDE, G. M.; FLORES, A. V.; BORGES, E. E. L.. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de *Pterogyne nitens*Tull..durante o envelhecimento artificial. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 71-76, jan./mar. 2012.

BARBOSA, R. M.; COSTA, D. S.; SÁ, M. E. Envelhecimento acelerado de sementes de espécies oleráceas. e-ISSN 1983-4063 - www.agro.ufg.br/pat - **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 328-335, jul./set. 2011

BARROS, A.S.R. Maturação e colheita de sementes. In: CICERO, S.M.; MARCOS-FILHO, J. e SILVA, W.R. **Atualização em produção de sementes**. Piracicaba: FEALQ/USP, 1986. p.107- 134.

BONNER, F. T. Testing tree seeds for vigor: a review. **Seed Technology**, v.20, n.1, p.5-17, 1998.

BORGES, E.E.L.; CASTRO, J.L.D.; BORGES, R.C.G. Alterações fisiológicas em sementes de jacaré (*Piptadenia communis*) submetidas ao envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 9-12,1992.

BRANDÃO, M. Caatinga. In: MENDONÇA, M.P.; LINS, L.V. (Orgs.). **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte:Fundação Biodiversitas e Fundação Zôo-Botânica de Belo Horizonte, 2000. p.75-85.

BRASIL. Ministério da Agricultura e reforma agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, D.F.: snda/dnd/clav, 365 p., 2009.

CARNEIRO, J. W. P.; GUEDES, T. A. Dinâmica de ocorrências germinativas em amostras de sementes envelhecidas artificialmente: envelhecimento e sobrevivência. **Informativo Abrates**, n.12, n.1/3, p.44-51, 2002.

CARVALHO, J. A.; PINHO, E. V. R. V.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; BONOME, E. T. Testes rápidos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Citromelo swingle*. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 24, n. 1, p. 263-270, 2002.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. FUNEP: Jaboticabal, 588p. 2000.

CERVANTES, F. O.; SANTOS, G. G.; CARBALLO, C. C.; BERGVINSON, D.; CROSSA, L. J.; ELOS, M. M.; ENRÍQUEZ, A.; REYES, J. G. R.; MARTÍNEZ, E. M. Estimación de efectos genéticos relacionados con el vigor de las semillas y de la plántula em maíces tropicales mexicanos. **YTON**, v. 80, p. 19-26, 2011.

CHEROBINI, E. A. **Avaliação da qualidade de sementes e mudas de espécies florestais nativas**. 2006. 115p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006.

CICERO, S. M.. Establishment of seed quality control programs. **Scientia Agricola**, v. 55, p. 34-38, 1998.

DAPONT, E. C.; SILVA, J. B.; OLIVEIRA, J. D.; ALVES, C. Z.; DUTRA, A. S. Métodos para acelerar e uniformizar a emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 598-605, 2014.

DELOUCHE, J. Germinação, Deterioração e Vigor da Semente. **Seed News**, Pelotas, N. 6, P. 24-31, 2002.

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: Condutividade elétrica. **Informativo Abrates**, v.5, n.1, p.26-36, 1995.

DOWSETT, C.A.; JAMES, T.K.; TRIVEDI, P. D.. Adaption of a technique for the accelerated ageing of weed seeds to evaluate their longevity. **New Zealand Plant Protection Society**, v. 65, 2012.

EIRA, M. T. S.; FREITAS, R. W. A.; MELLO, C. M. C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum*(Vell.) Morong. – Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 15, n. 2, p. 177-181, 1993.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos do envelhecimento precoce no vigor de sementes de *Chorisia speciosa* St.Hil. (Bombacaceae). **Revista Árvore**, v.29, n.3, p.345-352, 2005.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G.A. Efeito do estresse hídrico e envelhecimento precoce na viabilidade de sementes osmocondicionadas de paineira (*Chorisia speciosa*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.4, p.537-543, 2003.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Influência do substrato e do envelhecimento acelerado na germinação de olho-de-dragão (*Adenanthera pavonina* L. – Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.2, p.135-141, 1999.

FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C.; DIAS, B. J. & REZENDE, A.V. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado sensu stricto da Fazenda Água

Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, p. 83-90, 1999.

FERRAZ, I.D.K.; LIMA, V.N.S.; COSTA, M.M. Teste de viabilidade em sementes de *Carapaprocera*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1991. Atibaia. Anais... São Paulo: **Instituto Florestal**, 1991. p.39. (Série Documentos).

FERREIRA, R. A. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Dimorphandra mollis* Benth. – faveira (Leguminosae-caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.3, p.303-309, 2001.

FLAVIO, J. J. P.; PAULA, R. C. de. Testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica em sementes de *Dictyoloma vandellianum* A. Juss. **Sci. For.**, v. 38, n. 87, p. 391-399, set. 2010.

FREITAS, A. R.; LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T.; MENGARDA, L. H. G.; VENANCIO, L. P.; CALDEIRA, M. V. W. Superação da dormência de sementes de jatobá **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 73, p. 85-90, 2013.

FREITAS, V. L. O.; ALVES, T. H. S.; LOPES, R. M. F.; LEMOS FILHO, J. P. L. Biometria de frutos e sementes e germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. e *Dimorphandra wilsonii* Rizz. (Fabaceae - Caesalpinoideae). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 81, p. 27-35, 2009.

GARCIA, L. C.; NOGUEIRA, A. C.; ABREU, D. C. A. Influência do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan - Mimosaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 85-90, 2004.

GIACHINI, R. M.; LOBO, F. de A.; ALBUQUERQUE, M. C. de F. e; ORTÍZ, C. E. R. Influência da escarificação e da temperatura sobre a germinação de *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J.W. Grimes (sete cascas). **Acta Amazônica**, v. 40, n. 1, p.75-80, 2010.

GOMES, J.M; PAIVA, H.N. Viveiros Florestais Propagação Assexuada, 3.ed UFV Viçosa p. 18-25, 2006.

GONÇALVES, E.P. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) por meio de diferentes testes de vigor**. 2003. 64f. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S.; BRUNO, R. L. A.; COLARES, P. N. Q. Resposta fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* Willd. ao envelhecimento acelerado. **Semina. Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 323-330, 2009.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, L. S. B. TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO EM SEMENTES DE *Chorisia glaziovii* (Kuntze) (Malvaceae). **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 378-385, Mar./Abr. 2013.

GUISCHEM, J. M.; FARIAS, A. S.; FIGUEIREDO, R. T.; CHAVES, A. M. S.; FIGUEIREDO, B. T.; PEREIRA, C. F.; ARÁUJO, J. R. G.; MARTINS, M. R.. Teste de frio e envelhecimento acelerado na avaliação de vigor de sementes de feijão-frade. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 182-191, jan. 2010.

- KRZYŻANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo Abrates**, v.1, n.2, p.15-50, 1991.
- LARRÉ, C. F.; ZEPKA, A. P. S.; MORAES, D. M.. Testes de germinação e emergência em sementes de maracujá submetidas a envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 708-710, jul. 2007.
- LEMES, E. Q.; JÚNIOR, D. G.; FREITAS, A. R.; LOPES, J. C. Influência do envelhecimento acelerado na germinação sementes de *poecilanthe parviflora* benth. (coração-de-negro). 2010. In: XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 2010, São José dos Campos, Anais... São José dos campos: UniVap, 2010, p. 1-5. SP.
- LIMA, J. S.; CHAVES, A. P.; MEDEIROS, M. A.; RODRIGUES, G. S. de O.; BENEDITO, C. P. Métodos de superação de dormência em sementes de flamboyant (*Delonix regia*). **Revista Verde**, v. 8, n.1, p. 104-109, 2013.
- LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, P.M.; EGLI, B.D. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, v.12, p.37-53, 1988.
- LOPES, J. C.; BARBOSA, L. G.; CAPUCHO, M. T. Biometria, dormência e viabilidade de sementes de *Sena macranthera*. **Revista Nucleus**, v. 19, n. 2, p. 247-256, 2012.
- LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T. Caracterização morfológica de sementes, plântulas e da germinação de *Dimorphandra wilsonii* Rizz. – Faveiro-de-Wilson (Fabaceae - Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 96-101, 2008.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. São Paulo: Plantarum, 1992. v.1.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. São Paulo: Plantarum, 1998. v.2.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v. 1, 2002.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. de M. Dormancy breaking and germination of *Enterolobium contortisiliquum*(Vell.) Morong seed. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 6, p. 851-854, 2004.
- MANTOAN, P.; SOUZA-LEAL, T.; PESSA, H.; MARTELINE, M. A.; PEDROSO-DE-MORAES, C. Escarificação mecânica e química na superação de dormência de *Adenanthera pavonina*L. (Fabaceae: Mimosoideae). **Scientia Plena**, v. 8, n. 5, p. 1-8, 2012.
- MARCOS F., J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; NETO, J. B. F. Vigor das sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, cap.3, p. 1-24. 1999.
- MARCOS FILHO, J. **Avaliação da qualidade de sementes**. Piracicaba: FEALQ. 320p. 1987.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: Fealq, 495 p. 2005.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Importância e utilização. In: KRZYŻANOWSKI, F.C. et al. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**, p.1-21. 1999.

MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R.; NOVEMBRE, A.C.; CHAMA, H.C.P.C. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.12, p.1805-1815, 1990.

MARQUES, M. A. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Dalbergia nigra* Fr. Allem. (Jacarandá-da-bahia). 2001. **Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes)** - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; NAKAGAWA, J. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae). **Revista Árvore**, v.32, n.4, p.633-639, 2008.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 08-17, 2007.

MCDONALD, M. B. Standardization of Seed Vigor Tests. **Seed Biology**, Department of

MILOŠEVIC, M.; VUJAKOVIC, M.; KARAGIC, D. Vigour tests as indicators of seed

MORA, A. L.; PINTO JUNIOR, J. E.; FONSECA, S. M.; KAGEYAMA, P. Y. Aspectos da produção de sementes de espécies florestais. IPEF – **Série Técnica**. Piracicaba, v. 2, n. 6, p. 1- 60, 1981.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, London, v. 403, p. 853-858, 2000.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desenvolvimento das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C. H.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**, cap. 2, p. 2 – 24, 1999.

NEGREIROS, G. F.; PEREZ, S. C. J. G. A. Resposta fisiológica de sementes de palmeiras ao envelhecimento acelerado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 4, p. 391-396, 2004.

NOGUEIRA, N. W.; RIBEIRO, M. C. C.; FREITAS, R. M. O de; MARTINS, H. V. G.; LEAL, C. C. P. Maturação fisiológica e dormência em sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.). **Bioscience Journal**, v. 29, n. 4, p. 876-883, 2013.

OLIVEIRA, D.A.; NUNES, Y.R.F.; ROCHA, E.A.; BRAGA, R.F.; PIMENTA, M.A.S.; VELOSO, M.D.M. Potencial germinativo de sementes de fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth. – Fabaceae: Mimosoideae) sob diferentes procedências, datas de coleta e tratamentos de escarificação. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1001- 1009, 2008

PAIVA AGUERO, J.A. Correlação de condutividade elétrica e outros testes de vigor com emergência de plântulas de soja no campo.1995. 92f. **Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes)** – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

PAULA, R.C. Repetibilidade e divergência genética entre matrizes de *Pterogyne nitens* tul. (Fabaceae – Caesalpinioideae) por caracteres biométricos de frutos e de sementes e parâmetros da qualidade fisiológica de sementes. 2007. 128p. **Tese (Livre Docência em Silvicultura)** - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

PEREZ, S. C. J. G.A.; NASSIF, S. M. L. Efeitos do envelhecimento precoce, polietilenoglicol e substratos na viabilidade e vigor de sementes de algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.12, p.2055-2064, 1998.

PEREZ, S.C.J.G.A.; TAMBELINI, M. Efeito dos estresses salino e hídrico e do envelhecimento precoce na germinação de algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.11, p.1289-1295, 1995.

PONTES, C. A.; VIVIANA, B. C.; EDUARDO, E. L. B.; SILVA, A. G.; BORGES, R. C. G. Influência da temperatura de armazenamento na qualidade das sementes de *Caesalpinia peltophoroides* benth. (sibipiruna) **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 1, p. 43-48, 2006.

RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galerias. **Embrapa Cerrados**, Brasília, 2001. 899p.

RIZZINI, C. T. Estudos preliminares sobre o xilopódio e outros órgãos tuberosos de plantas do cerrado. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.37, n.1, p.87-113, 1965.

SANTOS, H. M. dos; SANTOS, G. A. dos. Superação de dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum*(Vell.) Morong. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 10, p. 1-11, 2010.

SANTOS, S. R. G. **Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de *Sebastiania commersoniana*** (Baill.) Smith & Downs. 2004. 95f.Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) -Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. de. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Bail) Smith & Downs – Euphorbiaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 27, n. 2, p. 136-145, 2005.

SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilha) – Euphorbiaceae. **Rev. Inst. Flor.**, v. 19, n. 1, 2007.

SANTOS, T. O.; MORAIS, T. G. O.; MATOS, V. P. Escarificação mecânica em sementes de chichá (*Sterculia foetida* L.). **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.1-6, 2004.

SARMENTO, M. B.; VILLELA, F. A. Sementes de espécies florestais nativas do sul do Brasil. Informativo **ABRATES**, vol. 20, n. 1,2 p. 39-44, 2010.

SCALON, S. de P. Q.; MUSSURY, R. M.; GOMES, A. A.; SILVA, K. A.; WATHIER, F.; SCALON FILHO, H. Germinação e crescimento inicial da muda de orelha-de-macaco

(*Enterolobium contortisiliquum*(Vell.) Morong): efeito de tratamentos químicos e luminosidade. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 529-536, 2006.

SCALON, S. P. Q.; SCALON FILHO, H.; MUSSURY, R. M.; MACEDO, M. C.; KISSMANN, C. Potencial germinativo de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. em armazenamento, tratamentos pré-germinativos e temperatura de incubação. **Revista Cerne**, Lavras, v. 13, n. 3, p. 321-328, 2007.

SILVA JÚNIOR, M.C.; SANTOS, G.C.; NOGUEIRA, P.E.; MUNHOZ, C.B.R.; RAMOS, A.E. 2005. **100 Árvores do Cerrado: Guia de Campo**. Brasília, Ed. Rede de Sementes do Cerrado, 278p.

SILVA, C. D.; PAZETO, M. S. R.; VIEIRA, R. D. Electrical conductivity and mineral composition of the imbibition solution of bean seeds during storage. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 36, n. 2, p. 147-155, 2012. On line. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542012000200002>.

SILVA, C. D.; PAZETO, M. S. R.; VIEIRA, R. D. Electrical conductivity and mineral composition of the imbibition solution of bean seeds during storage. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 2, p. 147-155, 2012. On line. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542012000200002>.

SILVA, M. de S.; SANTOS, S. R. G. Tratamentos para superar dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum*(Vell.) Morang – tamboril. **IF Série Registro**, n. 40, p. 161-165, 2009.

SMIDERLE, O. J.; SOUZA, R. C. P. Dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth - Fabaceae - Papilionidae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.25, n.2, p.48-52, 2003.

SOUZA, S. A.; NAKAGAWA, J. MACHADO, C. G. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 31, n. 2, p. 155-163, 2009.

SPERANDIO, H. V.; LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T. Superação de dormência de sementes de *Mimosa setosa* Benth. **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 4, p. 385-390, 2013.

STATSOFT, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.

TAMBELINI, M. **Tratamentos prégerminativos e aspectos ecofisiológicos na germinação de sementes de *Stryphnodendron polyphyllum* Mart.** 1994. 112f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1994.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Testes de Vigor e suas possibilidades de uso. In: Vieira, R.D.; Carvalho, N.M. (Ed.). **Teste de Vigor em Sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. P.31-47.

WIELEWICKI, A. P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G.; MEDEIROS, A. C. S. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 191-197, 2006.

ZAIDAN, L.B.P.; BARBEDO, C.J. Quebra de dormência em sementes. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.135-146.

ZWIRTES, A. L.; BARONIO, C. A.; CANTARELLI, E. B.; RIGON, J. P.; CAPUANI, S. Métodos de superação de dormência em sementes de flamboyant. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 76, p. 469-473, 2013.

CAPÍTULO III – EFEITO DA ÁGUA OZONIZADA NA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE TRÊS LEGUMINOSAS ARBÓREAS DO CERRADO

INTRODUÇÃO

A família botânica Leguminosae é uma das mais importantes nos trópicos, apresentando representantes herbáceos, arbustivos e arbóreos distribuídos em mais de 650 gêneros, com alta capacidade de adaptação aos mais diferentes biomas brasileiros, com seus mais distintos usos (consumo humano e animal, energia, movelaria, enriquecimento do solo, produção de mudas entre outras) (POLHIL et al., 1981).

Na família das leguminosas, a dormência das sementes é um dos principais problemas para produção de mudas (PEREZ, 2004; BEWLEY & BLACK, 1994). A dormência apresenta três tipos: imposta pelo tegumento, devido ao embrião (subdesenvolvido ou subdiferenciado) e devido a substâncias promotoras e inibidoras. A dormência imposta pelo tegumento é comum em sementes da família Leguminosae (BIANCHETTI & RAMOS, 1982).

Anatomicamente, as sementes com impermeabilidade do tegumento apresentam camada paliçádica simples ou dupla de macroesclereides e uma linha lúcida, formada através justaposição da suberina ou cutina com a celulose (PAMMEL, 1899; ROLSTON, 1978; MARCOS FILHO, 2001). Além dessas características, pode haver deposição de lignina na parede celular, auxiliando assim na presença de impermeabilidade do tegumento à água (KELLY et al., 1992). A lignina e a celulose estão entre os principais componentes das paredes celulares (BUCHANAN et al., 2000).

A lignina é um polímero aromático formado por um sistema heterogêneo e ramificado, sem nenhuma unidade repetidora definida, presente em toda a planta; mas sua composição é diferente em cada local. A celulose é composta por longas cadeias que, quando expostas a altas temperaturas, quebram em grupos mais curtos de moléculas, liberando, assim, a glicose (OGEDA, 2010).

Nos últimos anos, a utilização do ozônio tem-se expandido de forma considerável, nacional e internacionalmente, em diferentes áreas de aplicação, como no tratamento de água potável, efluentes domésticos e industriais e processos de branqueamento de celulose, entre

outros. No âmbito da armazenagem de grãos, ainda limitado a experimentos, o uso do ozônio pode se tornar uma grande ferramenta na conservação e ou preservação da qualidade do produto armazenado. Novos segmentos de aplicações de ozônio são desenvolvidos, principalmente nas áreas de processamento de alimentos e agricultura, com aprovação da FDA (*Food and Drug Administration*) dos Estados Unidos, para esta finalidade (RICE & GRAHAM, 2002).

No tratamento do bagaço de cana de açúcar para produção de etanol, o tratamento com ozônio tem sido relatado como eficiente na desestruturação da parede celular vegetal (TRAVAINI et al., 2013; PERRONE et al., 2014). O ozônio é altamente reativo com compostos que possuem ligações duplas conjugadas e grupos funcionais com alta densidade de elétrons (CUBERO et al., 2009). Portanto, a lignina é o material mais provável de ser oxidado pela ação do ozônio, devido principalmente à estrutura aromática de seus precursores e a grande quantidade de ligações duplas entre carbonos.

Em virtude da eficácia e vantagens associadas ao uso do ozônio em diversos processos químicos de importância tecnológica, há um interesse crescente relacionado à tecnologia de sementes agrícolas e florestais. Assim sendo, este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da água ozonizada, em diferentes tempos de ozonização, na superação de dormência de sementes de faveiro – *Dimorphandra mollis*, tamboril - *Enterolobium gummiferum* e barbatimão – *Stryphnodendron adstringens*.

MATERIAL E MÉTODOS

Para as três espécies da família Leguminosae: *Dimorphandra mollis*, *Enterolobium gummiferum* e *Stryphnodendron adstringens* foram coletados os frutos no período de julho a setembro de 2011, em área de Cerrado *Sensu Stricto*, localizado na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, em Vargem Bonita, DF. Para cada espécie foram coletados os frutos de 10 matrizes, formando um único lote; as matrizes foram marcadas com auxílio de um GPS modelo: eTrex 30 Portátil – Garmin (Tabela 1).

Tabela 01. Coordenadas das três espécies *D. mollis*, *E. gummiferum* e *S. adstringens*.

ESPÉCIE	MATRIZES	COORDENADAS
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	1	S15°54'51,4"; W47°53'19"
	2	S15°57'58,2"; W47°55'06,6"
	3	S15°57'57,7"; W47°55'05,4"
	4	S15°58'00,4"; W47°55'22,9"
	5	S15°57'58,6"; W47°55'16,1"
	6	S15°57'58,3"; W47°55'11,7"
	7	(S15°57'58,3"; W47°55'08,3"
	8	S15°57'57,4"; W47°55'05,3"
	9	S15°57'56,2"; W47°54'57,9"
	10	S15°57'58,9"; W47°55'17,5"
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.)	1	S15°57'58,3" W47°55'12,8"
	2	S15°57'58,3" W47°55'11,3"
	3	S15°57'58,2" W47°55'06,7"
	4	S15°57'59,5" W47°55'19,7"
	5	S15°58'01,9" W47°55'26,6"
	6	S15°57'14,4" W47°55'34,5"
	7	S15°54'21,9" W47°56'44,5"
	8	S15°57'58" W47°55'09,8"
	9	S15°57'34,7" W47°55'16,9'
	10	S15°57'18,9" W47°55'24,6"
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	1	S15°56'56,1" W47°55'55,0"
	2	S15°54'21,9" W47°56'44,5"
	3	S15°57'58,3" W47°55'09,5"
	4	S15°57'58,4" W47°55'07,1"
	5	S15°57'57,4" W47°55'06,9"
	6	S15°58'01,7" W47°55'26,1"
	7	S15°58'02,5" W47°55'29,0"
	8	S15°59'14,5" W47°55'31,3"
	9	S15°54'28,9" W47°56'42,8"
	10	S15°55'23,5" W47°43'54,3"

Os frutos foram beneficiados e as sementes foram extraídas manualmente das vagens e submetidas a uma limpeza, com a retirada de sementes chochas, malformadas e danificadas por fungos e insetos. Em seguida, as sementes foram armazenadas em sacos de papel Kraft, em condições de laboratório (temperatura em torno de 22°C e 60% de umidade).

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes Florestais do Departamento de Engenharia Florestal, na Faculdade de Tecnologia e no laboratório da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV), localizado na Ala Central do Instituto Central de Ciências da Universidade de Brasília.

Os lotes das três espécies *Dimorphandra mollis*, *Enterolobium gummiferum* e *Stryphnodendron adstringens* foram submetidos aos seguintes testes:

a) Sanidade das sementes: As sementes foram submetidas a desinfestação superficial com hipoclorito de sódio 2%, durante cinco minutos. Após a desinfestação, foram lavadas em água destilada por três vezes e colocadas para secar a temperatura ambiente (FERREIRA, 2004);

b) Superação de dormência: Tratamento 1: Testemunha (sementes sem tratamento); Tratamento 2: Desponte (corte da semente no lado oposto ao eixo embrionário) (MARTINS & NAKAGAWA, 2008);

c) Teor de água: determinado conforme Regras de Análises de Sementes (RAS) (Brasil, 2009), utilizando-se duas subamostras de 20 sementes, colocadas em latas de alumínio em estufa a $105 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 horas; os resultados foram expressos em porcentagem;

d) Tempo de ozonização: Foram analisados dois tempos: 1h e 2h em água destilada na presença do gás ozônio. Para todos os períodos de tempo foi utilizado 1L/ min vazão, quatro dosador (correlação entre o fluxo de oxigênio e a produção de ozônio). Para cada período de tempo, foram utilizadas cinco repetições de 20 sementes.

O gás de ozônio foi obtido por meio de um gerador de ozônio baseado no método de Descarga por Barreira Dielétrica (DBD), desenvolvido pelo Departamento de Física do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São José dos Campos, SP. A concentração de Ozônio foi determinada pelo método iodométrico, descrito por Clescerl et al. (2000), que consiste no borbulhamento do ozônio em 50 mL de solução de iodeto de potássio (KI) 1N,

com produção de iodo (I_2). Para garantir o deslocamento da reação para a produção de I_2 , foi necessário acidificar o meio com 2,5 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 1N. A solução foi titulada com tiosulfato de sódio ($Na_2S_2O_3$) 0,005N, com uso de solução de amido 1% como indicador. Adotou-se para a concentração de ozônio 1 mg L^{-1} .

Após a aplicação dos tratamentos de superação de dormência e os tempos de ozonização, efetuou-se o teste de germinação com 5 repetições de 20 sementes em rolo de papel-toalha umedecido, com duas vezes o peso do papel em água e colocadas para germinar sob temperatura de $25\text{ }^\circ\text{C}$ constante, em câmara de germinação B.O. D. (BRASIL, 2009). Foram avaliados:

a.) Primeira contagem de germinação: Foi realizada em conjunto com o teste de germinação, sendo o resultado expresso pela porcentagem das plântulas normais avaliado aos sete dias após a semeadura;

b.) Índice de Velocidade de Germinação (IVG): Determinou-se através do critério estabelecido por Maguire (1962), com adaptações, contabilizando-se diariamente as sementes germinadas do sétimo ao 42º dia da semeadura;

c.) Comprimento de plântulas: A medição do comprimento da parte aérea (epicótilo-colo), da raiz primária (colo meristema radicular) e do comprimento total de plântulas foi realizada com régua graduada em centímetros, aos 15 dias após a semeadura;

d.) Massa fresca das plântulas: Ao 42º dia da semeadura as plântulas normais foram medidas e pesadas em balança com precisão de 0,001g, em seguida foram acondicionadas em sacos de papel e os resultados médios expressos em gramas por plântula/tratamento;

e.) Massa seca das plântulas: As repetições de cada lote que foram acondicionadas em sacos de papel, identificados, foram levadas à estufa com circulação de ar forçada, mantida à temperatura de 80°C por um período de 24 horas (NAKAGAWA, 1999). Após este período, cada repetição foi pesada em balança com precisão de 0,001g, e os resultados médios expressos em gramas por plântula/tratamento.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial simples: 2 métodos de superação de dormência (testemunha e desponte) x 2 tempos de ozonização (1 h e 2h), totalizando 4 tratamentos, com 5 repetições de 20 sementes cada. Os dados foram submetidos à ANOVA, sendo os dados de porcentagem (%) transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x}$

100. As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa ASSISTAT versão 7.6 beta (SILVA, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se as análises de variância para os parâmetros avaliados, bem como as estimativas da média geral e coeficiente de variação para as três espécies *Dimorphandra mollis*, *Enterolobium gummiferum* e *Stryphnodendron adstringens*.

Para a espécie *Dimorphandra mollis*, verificou-se que os tratamentos influenciaram a germinação e o vigor de sementes da espécie. Todos os parâmetros apresentaram interação significativa, exceto para a massa seca, que apresentou diferenças significativas tanto para o fator métodos de superação da dormência, quanto para diferentes tempos de ozonização isoladamente. Para a massa seca de *D. mollis* o maior valor (0,051g) foi obtido para as sementes inteiras (tratamento 1). Já o tempo de 1 hora de ozonização, obteve 0,062g de massa seca.

Já para a espécie *Enterolobium gummiferum*, foi encontrado interação significativa para os parâmetros comprimento, massa fresca e seca. Os parâmetros germinação e IVG foram influenciados apenas pelo fator método de quebra de dormência.

Para a última espécie estudada *Stryphnodendron adstringens*, os parâmetros germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) apresentaram interação entre os fatores significativa. A massa fresca apresentou diferenças significativas apenas para o fator método de superação de dormência e os demais parâmetros não foram influenciados pelos tratamentos.

Tabela 02. Análise de variância referente à qualidade fisiológica de sementes das espécies *Dimorphandra mollis*, *Enterolobium gummiferum* e *Stryphnodendron adstringens*, respectivamente.

Valores de Quadrados Médios - <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.						
FV	Gl	G	IVG	C	MF	MS
S	1	0,23**	23,32**	72,77**	0,12**	0,0025**
T. O ₃	1	0,21**	17,67**	8,64ns	0,008ns	0,0031**
S x TO ₃	1	0,10*	5,46*	66,79**	0,13**	0,0011ns
Média geral		0,17	4,72	5,01	0,29	0,04
CV (%)		41,64	51,81	29,48	34,93	23,78
Valores de Quadrados Médios - <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.)						
FV	Gl	G	IVG	C	MF	MS
S	1	0,2205**	4,88*	10,95ns	0,0093ns	0,0146ns
T. O ₃	1	0,0020ns	3,36ns	86,52**	0,1149ns	0,0058ns
S x TO ₃	1	0,0080ns	3,53ns	25,08*	1,67*	0,0452*
Média geral		0,31	7,36	7,76	0,85	0,13
CV (%)		29,16	27,58	25,80	53,02	34,77
Valores de Quadrados Médios - <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville						
FV	Gl	G	IVG	C	MF	MS
S	1	0,36**	107,05**	0,31ns	0,023*	0,00023ns
T. O ₃	1	0,14**	3,02ns	0,08ns	0,0011ns	0,00002ns
S x TO ₃	1	0,26**	30,96**	1,98ns	0,0022ns	0,00009ns
Média geral		0,21	4,74	8,10	0,21	0,02
CV (%)		35,27	21,70	20,41	28,96	31,54

FV=fonte de variação; Gl: graus de liberdade; G: Germinação; IVG: Índice de velocidade de germinação; C= comprimento da plântula, MF= massa fresca total; MS= massa seca total; S= superação de dormência, T.O₃= tempo de ozonização; CV= coeficiente de variação; ** significativo a 1% de probabilidade (p < 0,01), *significativo a 5% de probabilidade.

Na Tabela 3 são apresentadas as médias comparadas pelo teste Scott-Knott, a 5%, para os parâmetros: germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da plântula, massa fresca total (MF), massa seca total (MS), de acordo com o tempo de ozonização de sementes de *Dimorphandra mollis*, *Enterolobium gummiferum* e *Stryphnodendron adstringens*.

Tabela 03. Valores das médias das variáveis avaliados de acordo com o tempo de ozonização das sementes das espécies *Dimorphandra mollis*, *Enterolobium gummiferum* e *Stryphnodendron adstringens*, respectivamente.

TEMPO DE OZONIZAÇÃO <i>Dimorphandra mollis</i> Benth.										
Fatores	G		IVG		C		MF		MS	
	1h	2h	1h	2h	1h	2h	1h	2h	1h	2h
Inteiras	0,11aB	0,46aA	3,78aB	10,94aA	4,44bA	9,41aA	0,31aA	0,43aA		
Despontadas	0,04aA	0,10bA	1,06aA	3,10bA	4,28aA	1,94bB	0,31aA	0,11bB		
TEMPO DE OZONIZAÇÃO <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.)										
Fatores	G		IVG		C		MF		MS	
	1h	2h	1h	2h	1h	2h	1h	2h	1h	2h
Inteiras					5,30aB	11,70aA	0,51aB	1,24aA	0,07bA	0,13aA
Despontadas					6,06aA	7,98bA	1,04aA	0,62bA	0,22aA	0,09aA
TEMPO DE OZONIZAÇÃO <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville										
Fatores	G		IVG		C		MF		MS	
	1h	2h	1h	2h	1h	2h	1h	2h	1h	2h
Inteiras	0,15aB	0,55aA	5,44aB	8,80aA						
Despontadas	0,11aA	0,05bA	3,24bA	1,48bB						

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%

Nos parâmetros que não obtiveram interações significativas não se aplicou o teste de comparação de médias porque o F das interações não foi significativo (Tabela 3).

Na família das leguminosas um dos principais mecanismos de dormência é a impermeabilidade do tegumento, que pode ser causada pela presença de substâncias, como: lignina, suberina, cutina, e mucilagens, encontradas na testa, pericarpo ou na membrana nuclear (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1982; BEWLEY & BLACK, 1982). Em sementes de algumas leguminosas tem sido sugerida a existência de associação da impermeabilidade do tegumento aos altos níveis de fenóis (WERKER et al., 1979).

Em estudo com sementes de soja, onde foi analisada a qualidade fisiológica e composição química das sementes com diferente coloração (marrom e amarelo), observou-se que o tegumento com coloração marrom, da mesma cultivar, apresentou melhor qualidade fisiológica, menor velocidade de embebição, maior taxa de germinação, devido a sua composição química com maior concentração de lignina e proteína (PRETE et al., 2007). Tegumentos escuros atrasam o processo de embebição, e tegumentos com alto teor de lignina podem influenciar a mesma (TAVARES et al., 1986).

Costa (2008) trabalhou com quatro espécies de leguminosas que possuíam dormência e apresentavam tegumentos de cor escura; foram obtidos também valores altos na determinação de teores de lignina.

Baskin & Baskin (1998) afirmam que a impermeabilidade do tegumento é normalmente associada à presença de uma ou mais camadas impermeáveis de células paliçádicas, dispostas em camada espessa parede secundária lignificada, sendo os macroesclerideos as células mais comuns. Os macroesclerideos são impermeáveis à água por estarem impregnados de substâncias hidrofóbicas (como cutina, lignina, materiais pécticos insolúveis, suberina e cera) (ROLSTON, 1978).

Segundo Travaini et al., (2013), que trabalharam com bagaço de cana de açúcar, o tratamento com o ozônio tem sido eficiente para desestruturação da parede celular vegetal; o ozônio é altamente reativo com compostos que possuem ligações duplas conjugadas e grupos funcionais com alta densidade de elétrons. Portanto, a lignina é o material mais provável de ser oxidado pela ação do ozônio, devido principalmente a estrutura aromática de seus precursores e a grande quantidade de ligações duplas entre carbonos (GARCÍA-CUBERO et al., 2009).

Neste trabalho, verificou-se que o mais adequado foi o uso das sementes inteiras com o tempo de ozonização de duas horas para as três espécies estudadas. A porcentagem de germinação para as espécies *Dimorphandra mollis*, *Enterolobium gummiferum* e *Stryphnodendron adstringens* foram 60, 49 e 58% de germinação, respectivamente. Desta forma a ozonização colaborou com a superação da dormência tegumentar, facilitando a germinação das sementes.

Para as três espécies estudadas *Dimorphandra mollis*, *Enterolobium gummiferum* e *Stryphnodendron adstringens* os tratamentos com as sementes despontadas tiveram um alto índice de mortalidade (40, 47 e 39 %, respectivamente); a ozonização nas sementes com tegumento exposto pode ter sido prejudicial, causando a mortalidade das sementes. Já para as sementes inteiras houve um baixo índice de patógenos encontrado nas sementes (cerca de 10% para cada espécie), considerando que o teor de lignina nas sementes é uma característica importante, por conferir maior resistência mecânica aos tecidos e proteger a parede celulósica contra o ataque de microrganismos (RAVEN et al., 2005).

CONCLUSÕES

Para as três espécies estudadas *Dimorphandra mollis*, *Enterolobium gummiferum* e *Stryphnodendron adstringens*, a utilização das sementes inteiras associada a ozonização por duas horas apresentaram maiores germinação e vigor das sementes; demonstrando que a técnica pode ser um método eficiente para a superação da dormência com provável capacidade de controlar fungos associados a sementes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AZEVEDO, R.L.; RIBEIRO, G.T.; AZEVEDO, C.L.L. Feijão Guandu: Uma Planta Multiuso. **Revista da Fapese**, v.3, n. 2, p. 81-86. 2007.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **SEEDS -Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination**. New York: Academic Press, p.5-26. 1998.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994.

BEWLEY, J.D. & BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation germination: viability, dormancy and environmental control**. Berlim: Springer- Verlag,. v.2, p. 375. 1982

BIANCHETTI, A.; RAMOS, A. Comparação de tratamentos para superar a dormência de sementes de canafístula *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 4, p. 91-99, 1982.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNDA/DND/CLAV. 365 p. 2009.

BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry & Molecular Biology of Plants**. **American Society of Plant Physiologists**, 2000.

CLESCERL, L.S.; GREENBERG, A.E; EATON, A.D. Standard methods for the examination of water and wastewater. **Denver: American Water Works Association**, 2000. 1220 p.

COSTA, T. G. **Lignina e seu papel na dormência e no processo de germinação de sementes de espécies florestais arbóreas**. Monografia do Curso de Engenharia Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica-RJ Dezembro, 27p. 2008.

CUBERO, M. T. G.; BENITO, G. G.; INDACOECHEA, I.; COCA, M.; BOLADO, S. Effect of ozonolysis pretreatment of enzymatic digestibility of wheat and rye straw. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 1608-1613, 2009.

CUBERO, M. T. G.; BENITO, G. G.; INDACOECHEA, I.; COCA, M.; BOLADO, S. Effect of ozonolysis pretreatment of enzymatic digestibility of wheat and rye straw. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 1608-1613, 2009.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 323 p. 2004.

KELLS, S. A.; MASON, L. J.; MAIER, D. E.; WOLOSHUK, C. P. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. **Journal of Stored Products Research**, v.37, p.371-383, 2001.

KELLY, K. M.; STADEN, J.; BELL, W. E. Seed coat structure and dormancy. **Plant Growth Regulation**, v. 11, n. 3, p. 201–209, 1992.

KIM, J. G.; YOUSEF, A. E.; DAVE, S. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: a review. **Journal of Food Protection**, v.62, p.1071–1087, 1999.

Leguminosae. In: Advances in Legume Systematics, ed. Polhill L.M. & Raven, P.H. 1-
MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Esalq, Piracicaba, 195p. 2001.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Germinação de sementes de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville de diferentes origens submetidas a tratamentos para superação de dormência. **Revista Árvore, Viçosa**, v. 32, n. 6, p. 1059-1067, 2008.

MAYER, A.M. & POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seed**. 3. ed. New York: Pergamon, 211p. 1982.

MENDEZ, F.; MAIER, D. E.; MASON, L. J.; WOLOSHUK, C. P. Penetration of ozone into columns of stored grains and effects on chemical composition and performance. **Journal of Stored Products Research**, v.39, p.33-44, 2003.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.2.1-2.24. 1999.

OGEDA, T. L.; PETRI, D. F. S. Hidrólise enzimática de biomassa. **Química nova**, v. 33, n. 7, p.1549–1558, 2010.

PAMMEL, L. H. **Anatomical characters of the seeds of Leguminosae, chiefly genera of gray's manual**. 1899. St. Louis: St. Louis. 26p. 1981.

PEREZ, S. C. J. G. D. A. Envoltórios. In: A. Gui Ferreira, F. Borghetti (Eds.); **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed. p.323, 2004.

PERRONE, O.M.; ROSSI, J.S.; GOMES, E.; BOSCOLO, M.; DA SILVA, R. Ozonólises no tratamento do bagaço de cana de açúcar para produção de etanol celulósico por hidrólise enzimática. Anais...In: 7º **SIMPÓSIO NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS – PANORAMA, TECNOLOGIAS E PERSPECTIVAS**, Cuiabá/MT. 2014.

POLHILL, R. M.; RAVEN P.H., STIRTON, C. H. Evolution and systematics of the PRETE, C.E.C; SANTOS, E. L.; PÓLA, J. N.; BARROS, A.S. R.; Qualidade fisiológica e composição química das sementes de soja com variação na cor do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**. V. 29, n 1. 2007.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. p. 35. 2005.

RICE, R. G.; GRAHAM, D. M. Recent developments in food and agricultural uses of ozone, **Annual Conference – Ozone Applications in a Changing Regulatory Environment**. North Caroline: IOA- Raleigh, p.1-12. 2002.

ROLSTON, M. P. Water impermeable seed dormancy. **The Botanical Review**, v. 44, p. 365-396, 1978.

SILVA, F. de A. S. **Assistat**. Versão 7.6 beta (2012). Disponível em <http://www.assistat.com/indexp.html>.

SPRENT, J. I. *Nodulation in legume*. London: Royal **Botanic Kew Gardens**, 2001.

TAVARES, D.Q.; UMINO, C.Y.; DIAS, G.M.; MIRANDA, M.A.C. Compostos fenólicos no tegumento de sementes de linhagens de soja permeável e impermeável. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.9, n. 2, p.167-171, 1986.

TRAVAINI, R.; OTERO, M. D. M.; COCA, M.; DA-SILVA. R.; BOLADO, S. Sugarcane bagasse ozonolysis pretreatment: Effect on enzymatic digestibility and inhibitory compound formation. **Bioresource Technology**, v. 133, p. 332-229, 2013.

WERKER, E.; MARBCH, I.& MAYE, A.M. **Relation between the anatomy of the teste, water permeability and the presence of phenolics in the genus Pisum**. Ann.Bot., London. V. 43, p.765-771. 1979.

CAPÍTULO IV – MÉTODOS DE ALTERNATIVAS PARA DESINFESTAÇÃO DE SEMENTES LEGUMINOSAS ARBÓREAS DO CERRADO

INTRODUÇÃO

O processo de deterioração nas sementes é parcialmente controlado por métodos adequados de produção, colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento (PAGEL, 2004). Toda e qualquer semente armazenada sofre deterioração, que pode ser mais rápida ou mais lenta, dependendo das características ambientais e das características das próprias sementes. Geralmente a redução da luminosidade, da temperatura e da umidade de ambos, sementes e ambiente, faz com que seu metabolismo seja reduzido e que os microrganismos que as deterioram fiquem fora de ação, aumentando a longevidade da semente (VIEIRA et al., 2002).

Além do armazenamento, outro fator que pode reduzir o vigor germinativo das sementes, além de promover a formação de plântulas anormais ou sua morte, é a presença de microrganismos, sendo fungos e bactérias os mais comuns (HEYDECKER, 1972; HARTMANN, KESTER, 1978; PATRICIO et al., 1995).

Para os estudos de germinação, um dos problemas mais sérios é a grande contaminação fúngica das sementes, principalmente em testes realizados em incubadoras ou germinadores, que propiciam o desenvolvimento e a disseminação de alguns dos fungos, causando apodrecimento das sementes e dificultando o diagnóstico correto da qualidade fisiológica do lote. Tal fato demonstra a necessidade de utilização de produtos que visam à diminuição ou a eliminação destes patógenos. A recomendação de produtos que visam o tratamento de sementes de espécies florestais deve considerar a população fúngica associada e o respectivo método de aplicação (FERREIRA, 1989).

Para a desinfestação de sementes utiliza-se normalmente o etanol e os compostos à base de cloro, que são as substâncias com ação germicidas mais eficientes neste processo, em condições de laboratório (SOUSA et al., 1999; COUTO et al., 2004). O hipoclorito de sódio ou de cálcio vem mostrando grande eficiência na desinfestação de sementes, eliminando fungos e bactérias, assim como a utilização de fungicidas e bactericidas,

promovendo aumento no total de plântulas germinadas a partir de sementes tratadas (AGRIOS, 1997; FAIAD et al., 1997). A concentração dos agentes desinfetantes e o tempo de exposição das sementes a estes compostos pode variar de acordo com a espécie (MONTARROYOS, 2000); sendo necessária, então, a sua adequação de acordo sensibilidade do tecido a ser desinfestado. Temperaturas elevadas também podem promover a desinfestação de materiais contaminados com fungos e/ou bactérias (CASTELLANI, 1996).

Em relação ao estudo de desinfestação, os principais fungos encontrados em espécies florestais são *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. e *Fusarium* sp., que segundo Mucci & Lasca (1986) podem causar danos às sementes.

O ozônio é um poderoso agente oxidante e um poderoso desinfetante (KEELS et al. 2001; MENDEZ et al., 2003; GUZEL-SEYDIM et al., 2004) capaz de participar de um grande número de reações com compostos orgânicos e inorgânicos (KUNZ, 2002; ALMEIDA et al., 2004). Comercialmente, o ozônio tem sido aplicado como um reagente químico em síntese, em processos de purificação de água potável, como desinfetante em tratamento de esgoto e para o branqueamento de fibras naturais. Seu poder oxidante é superado apenas pelo flúor e pelo radical hidroxila e é superior ao de compostos reconhecidamente oxidantes, como o peróxido de hidrogênio e o cloro.

Dentre as várias motivações para o emprego do ozônio destaca-se o fato de ser um forte agente oxidante e não ser uma fonte intrínseca de poluição. Outros que são normalmente empregados, como permanganato e gás cloro, costumam levar à formação de subprodutos (íons de metais pesados e compostos organoclorados), que podem ser inclusive mais tóxicos que os compostos poluentes originais (MANAHAN, 2005). Seu poder desinfetante é conhecido desde o início do século XX, mas foram nos últimos vinte anos que adquiriu notoriedade no tratamento de águas residuais.

O gás ozônio apresenta certas características sanitizantes atraentes para a indústria alimentícia, por ser mais seguro e potente do que os desinfetantes convencionais, agir sobre um grande número de microrganismos, incluindo patógenos resistentes. Além de ser reconhecido como seguro para o tratamento de garrafas de água ("General Recognized As Safe"-GRAS) pela "Food and Drug Administration" americana, ser utilizado efetivamente no tratamento da água para o consumo na Europa há mais de cem anos e na indústria de

alimentos por décadas, o ozônio não deixa resíduos tóxicos nos alimentos, capazes de alterar o odor e o sabor dos mesmos (TORRES et al. 1996).

Nos dias atuais, em virtude da eficácia e vantagens associadas ao uso do ozônio em diversos processos químicos de importância tecnológica, há um interesse crescente relacionado à tecnologia de sementes agrícolas e florestais. Neste trabalho têm-se como objetivo avaliar a água ozonizada em diferentes tempos de ozonização na desinfestação de fungos de sementes de faveiro – *Dimorphandra mollis* Benth., tamboril - *Enterolobium gummiferum*(Mart.)e barbatimão – *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville.

MATERIAL E MÉTODOS

Para as três espécies da família Leguminosae *Dimorphandra mollis* Benth., *Enterolobium gummiferum* (Mart.) e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville foram coletados os frutos no período de julho a setembro de 2011 em área de Cerrado *Sensu Stricto* localizado na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília. Para cada espécie foi coletado um número de 10 matrizes formando um único lote, as matrizes foram marcadas com auxílio de um GPS modelo: eTrex 30 Portátil - Garmin (Tabela 1).

Tabela 01. Coordenadas das três espécies *D. mollis*, *E. gummiferum* e *S. adstringens*.

ESPÉCIE	MATRIZES	COORDENADAS
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	1	S15°54'51,4"; W47°53'19"
	2	S15°57'58,2"; W47°55'06,6"
	3	S15°57'57,7"; W47°55'05,4"
	4	S15°58'00,4"; W47°55'22,9"
	5	S15°57'58,6"; W47°55'16,1"
	6	S15°57'58,3"; W47°55'11,7"
	7	(S15°57'58,3"; W47°55'08,3"
	8	S15°57'57,4"; W47°55'05,3"
	9	S15°57'56,2"; W47°54'57,9"
	10	S15°57'58,9"; W47°55'17,5"
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.)	1	S15°57'58,3" W47°55'12,8"
	2	S15°57'58,3" W47°55'11,3"
	3	S15°57'58,2" W47°55'06,7"
	4	S15°57'59,5" W47°55'19,7"
	5	S15°58'01,9" W47°55'26,6"
	6	S15°57'14,4" W47°55'34,5"
	7	S15°54'21,9" W47°56'44,5"
	8	S15°57'58" W47°55'09,8"
	9	S15°57'34,7" W47°55'16,9'
	10	S15°57'18,9" W47°55'24,6"
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	1	S15°56'56,1" W47°55'55,0"
	2	S15°54'21,9" W47°56'44,5"
	3	S15°57'58,3" W47°55'09,5"
	4	S15°57'58,4" W47°55'07,1"
	5	S15°57'57,4" W47°55'06,9"
	6	S15°58'01,7" W47°55'26,1"
	7	S15°58'02,5" W47°55'29,0"
	8	S15°59'14,5" W47°55'31,3"
	9	S15°54'28,9" W47°56'42,8"
	10	S15°55'23,5" W47°43'54,3"

Os frutos foram beneficiados e as sementes foram extraídas manualmente dos frutos e submetidas a uma limpeza, com a retirada de sementes chochas, malformadas e danificadas por fungos e insetos. Em seguida, as sementes foram armazenadas em sacos de papel Kraft, em condições de laboratório (temperatura em torno de 22°C e 60% de umidade).

Os experimentos foram realizados uma parte no laboratório de Fitopatologia no Instituto de Ciências Biológicas (IB) da Universidade de Brasília e a outra parte no laboratório da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV), localizado na Ala Central do Instituto Central de Ciências da UnB.

Os lotes das três espécies: *Dimorphandra mollis*, *Enterolobium gummiferum* e *Stryphnodendron adstringens* foram submetidos aos seguintes testes:

a.) Desinfecção das sementes: Tratamento 1: Testemunha (sementes sem tratamento); Tratamento 2: desinfecção superficial com solução de álcool 50% e hipoclorito 1% por um minuto; Tratamento 3: água destilada na presença do gás ozônio por uma hora (1L/min., vazão dosador 4) e Tratamento 4: ozônio(gás) por uma hora (1L/min., vazão dosador 4).

O gás de ozônio foi obtido por meio de um gerador de ozônio baseado no método de Descarga por Barreira Dielétrica (DBD), desenvolvido pelo Departamento de Física do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São José dos Campos, SP. A concentração de Ozônio será determinada pelo método iodométrico, descrito por Clescerl et al.(2000), que consiste no borbulhamento do ozônio em 50 mL de solução de iodeto de potássio (KI) 1N, com produção de iodo (I₂). Para garantir o deslocamento da reação para a produção de I₂, foi necessário acidificar o meio com 2,5 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) 1N. A solução será titulada com tiosulfato de sódio (Na₂S₂O₃) 0,005N, com uso de solução de amido 1% como indicador. Adotou-se para a concentração de ozônio 1mg L⁻¹. Para todos os tratamentos, foram utilizadas cinco repetições de 20 sementes.

Depois da aplicação dos quatro tratamentos de desinfecção, as sementes foram distribuídas com auxílio de pinça flambada em placas de petri contendo duas folhas de papel de filtro e umedecidas com água destilada esterilizada. As placas de petri, as folhas de papel filtro e a água destilada foram esterilizadas. As placas com as sementes foram acondicionadas em câmara BOD, com fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, à 25 °C constante, durante sete dias.

b.) Avaliação da germinação: após o período de sete dias, as sementes foram avaliadas se emitiram ou não a radícula. Foram consideradas germinadas as que emitiram radícula de 2mm (LABORIAU, 1983).

c.) Levantamento e identificação dos fungos: As sementes foram examinadas sob microscópio estereoscópico para observação de estruturas fúngicas individualmente. As estruturas fúngicas encontradas nas superfícies das sementes foram retiradas cuidadosamente com auxílio de estilete de ponta fina e/ou fita adesiva transparente e colocadas sobre lâmina microscópicas contendo uma gota de corante azul de algodão em lacto glicerol ou glicerol-KOH/floxina básica, posteriormente foram cobertas com lamínulas e seladas com esmalte de unha, para observação em microscópio ótico.

Após o período de incubação, todas as sementes foram avaliadas, individualmente, em microscópio estereoscópico, registrando-se a presença ou não de fungos, obtendo-se a frequência deles sobre as sementes. Os sintomas nas sementes e os sinais dos patógenos, estruturas fúngicas vegetativas e/ou reprodutivas, nas sementes foram observadas ao microscópico.

A identificação e classificação dos fungos foram realizadas consultando referências bibliográficas específicas, como livros e chaves de classificação próprias para cada grupo, por meio de observações de microfotografias obtidas em máquina fotográfica digital (Canon 7.1 mega pixels) acoplada a um microscópio ótico.

d.) Delineamento estatístico: O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições. Os dados foram submetidos à ANOVA, as médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o programa ASSISTAT versão 7.6 beta (SILVA, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados a porcentagem média dos parâmetros avaliados: sementes duras (D), sementes fungadas (F), sementes germinadas (G), sementes mortas (M) e sementes inchadas (I) submetidas aos tratamentos de desinfecção das três espécies *Dimorphandra mollis*, *Enterolobium gummiferum* e *Stryphnodendron adstringens*.

Tabela 02. Porcentagem média de sementes duras (D), sementes fungadas (F), germinação (G), sementes mortas (M) e sementes inchadas (I) submetidas aos tratamentos de desinfecção de sementes respectivamente das espécies *Dimorphandra mollis*, *Enterolobium gummiferum* e *Stryphnodendron adstringens*.

<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.					
Tratamentos	D	F	G	M	I
%					
Testemunha (T1)	90	65	0	10	0
Álcool/hipoclorito (T2)	85	5	9	3	3
Água ozonizada (T3)	0	3	100	0	0
Gás ozônio (T4)	100	25	0	0	0
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.)					
Tratamentos	D	F	G	M	I
%					
Testemunha (T1)	100	100	0	0	0
Álcool/hipoclorito (T2)	50	37	17	0	28
Água ozonizada (T3)	28	25	90	0	0
Gás ozônio (T4)	95	48	3	0	0
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville.					
Tratamentos	D	F	G	M	I
%					
Testemunha (T1)	83	80	8	0	10
Álcool/hipoclorito (T2)	70	4	83	0	0
Água ozonizada (T3)	10	20	83	0	0
Gás ozônio (T4)	57	60	20	20	4

Na espécie *Dimorphandra mollis* foi observada diferença significativa entre todos os tratamentos de desinfestação aplicados. Os valores médios mostraram que o tratamento com água ozonizada (T3) promoveu a menor taxa de contaminação fúngica (taxa de 3%), seguido do tratamento com solução de álcool 50% e hipoclorito 1% por um minuto (T2), com taxa de contaminação fúngica de 5%. A melhor porcentagem de germinação foi obtida no tratamento com água ozonizada (100%) (Figura 1).

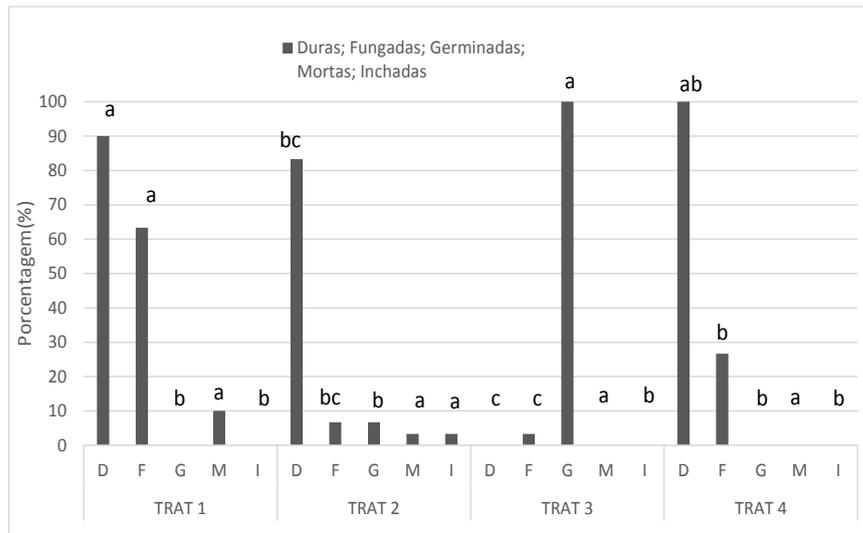


Figura 01. Valores das médias comparadas pelo teste de Tukey para as variáveis avaliadas das sementes da espécie *Dimorphandra mollis*.

Para Travaini et al. (2013), o tratamento com ozônio vem sendo eficiente para desestruturação da parede celular vegetal da fibra do bagaço da cana de açúcar; com isso, a lignina é o material mais provável de ser oxidado pela ação do ozônio devido principalmente a estrutura aromática de seus precursores e a grande quantidade de ligações duplas entre carbonos (GARCÍA-CUBERO et al., 2009).

Dôres (2007) trabalhou com a mesma espécie e relatou que quanto mais escuras as sementes maior é o teor de lignina logo maior dormência tegumentar, uma vez que a lignina é componente estrutural das paredes celulares.

A dormência tegumentar é atribuída a compostos fenólicos como a lignina que proporcionam maior rigidez tegumentar, e conseqüentemente funcionam como mecanismo de proteção e barreira de penetração de água (DORES, 2007).

De acordo com os resultados obtidos, o ozônio pode ter contribuído com a oxidação da lignina presente no tegumento das sementes de *D. mollis*, facilitando a quebra da dormência e favorecendo a germinação das sementes.

Para as sementes da espécie *E. gummiiferum* (Mart.), os valores da porcentagem média também mostraram a melhor eficiência do tratamento com água ozonizada (T3), onde

promoveu uma taxa de contaminação fúngica de 25% e uma taxa de germinação de 90% (Figura 2).

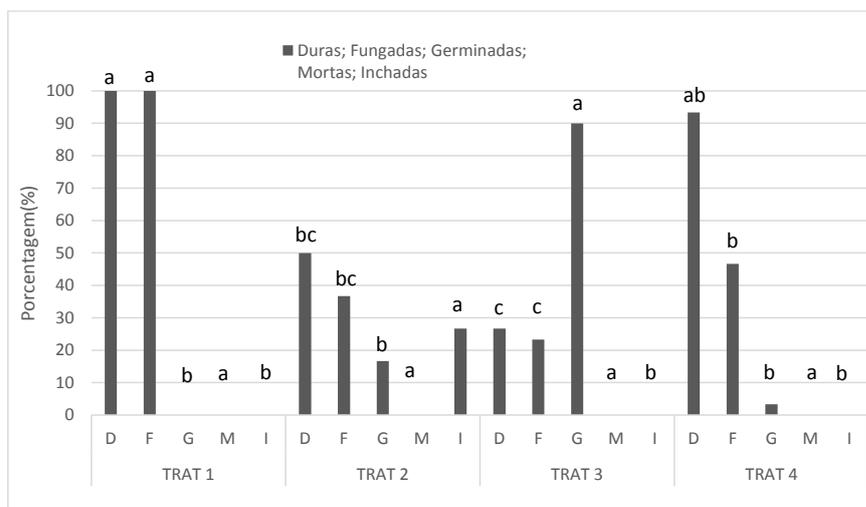


Figura 02. Valores das médias comparadas pelo teste de Tukey para as variáveis avaliadas das sementes da espécie *Enterolobium gummiferum*.

Na família das Leguminosas é comum as sementes apresentarem a impermeabilidade do tegumento à água, conferida por uma camada de células epidérmicas, paliçádicas ou macroesclereídes, uma subcamada epidérmica de células em ampulheta, ou osteosclereídes e algumas camadas de parênquima (MILLER et al., 1999; PEREZ, 2004).

Outra característica marcante é uma barreira de traqueídes, presente na região subhilar, com uma ou mais camadas de grandes células lignificadas (LERSTEN, 1982) com parede celular espessa, cuja função é a de desidratar a semente nos estádios finais de maturação (HYDE, 1954). A água ozonizada foi eficiente na oxidação da lignina presente no tegumento das sementes, facilitando a quebra de dormência e permitindo a germinação das sementes.

Já para as sementes de *S. adstringens* os valores da porcentagem média para a germinação mostraram melhor eficiência dos tratamentos álcool 50% e hipoclorito 1% por um minuto (T2) e água ozonizada por uma hora (T3), sendo que para ambos foi obtido a porcentagem de 83%. A menor taxa de contaminação fúngica foi encontrada para o tratamento álcool 50% e hipoclorito 1% por um minuto (4%) (Figura 3).

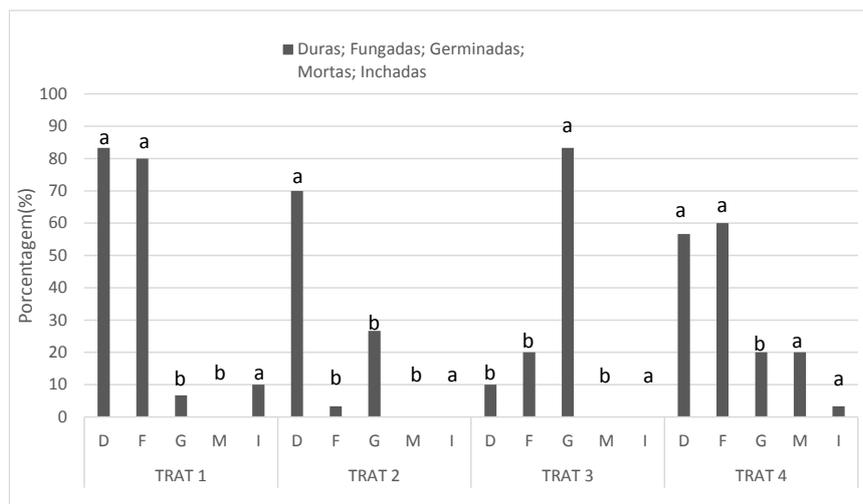


Figura 03. Valores das médias comparadas pelo teste de Tukey para as variáveis avaliadas das sementes da espécie *Stryphnodendron adstringens*.

Foram identificados os seguintes gêneros de fungos associados às sementes das espécies florestais avaliadas: *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Epicoccum sp.*, *Cladosporium sp.*, *Fusarium sp.*, *Pythium sp.*, *Cylindrocladium sp.* e *Rhizopus sp.* De maneira geral, os tratamentos de álcool 50% e hipoclorito 1% por 1 minuto (trat. 2) e água ozonizada por uma hora (trat. 3) reduziram significativamente a incidência destes fungos, independente da espécie florestal testada (Tabela 03).

Carvalho & Muchovej (1991), em análises realizadas em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*), fedegoso (*Cassia macranthera* D.C.), cedro-rosa (*Cedrela odorata* L.) e alfeneiro (*Lingustrum japonicum* Thunb.), também detectaram a presença dos gêneros *Penicillium*, *Aspergillus* e *Fusarium*.

Para os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, o tratamento de 50% álcool e hipoclorito 1% por minuto foi eficiente para as espécies *Dimorphandra mollis* Benth. e *Stryphnodendron adstringens*. Para Carneiro (1990), o controle desses dois gêneros quanto à incidência em sementes deve ser de vital importância, pois, a alta porcentagem de infestação de tais gêneros tende a reduzir sua viabilidade e interferir nas condições de armazenamento das mesmas, sendo responsáveis por reduções na viabilidade e longevidade das sementes.

Netto & Faiad (1995) indicam que o controle de patógenos é fundamental para a viabilidade de sementes de espécies florestais, garantindo a manutenção da qualidade fisiológica das mesmas durante o período de armazenamento. Em geral, para a assepsia de

sementes de espécies florestais nativas do Brasil tem sido recomendado, entre outros produtos, o hipoclorito de sódio nas concentrações de 1 a 2% por dois minutos (FERRAZ; CALVI, 2010).

Já para Andrade et al. (2000), que desinfestaram sementes de *Myracrodruon urundeuva* em álcool 70%, por 30 segundos, seguido de hipoclorito de sódio 1% por 10 minutos, e as lavaram três vezes com água destilada, também não apresentaram nenhum grupo de patógeno.

As sementes das espécies *Dimorphandra mollis*, *Enterolobium gummiferum* e *Stryphnodendron adstringens* neste trabalho apresentaram o teor de umidade de 7,97; 8,21 e 7,21%, respectivamente; esses valores são considerados baixos e inadequados ao desenvolvimento da maioria das espécies de fungos. Para Dhingra (1985), no entanto, quando já estão estabelecidos nas sementes, esses fungos ainda podem se desenvolver, mesmo que a umidade esteja inferior àquela necessária ao metabolismo das sementes.

Encontram-se, na literatura, diversos relatos que descrevem o efeito do ozônio sobre microrganismos, dentre os quais, os fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Myrothecium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Botrytis* e *Mucor* (RAILA et al., 2006; ZOTTI et al., 2009), além de vírus, protozoários e bactérias (KHADRE et al., 2001). A inativação de microrganismos pelo gás ozônio, segundo Cullen et al. (2009), é atribuída, principalmente, à ruptura do envoltório celular e posterior dispersão dos constituintes citoplasmáticos, uma vez que esse gás apresenta alto poder oxidante.

Segundo Zooti et al. (2009), em se tratando de grãos de amendoim, o ozônio pode atuar como agente fungicida. Esse gás pode evitar e/ou inibir o desenvolvimento dos fungos potencialmente aflatoxigênicos e, conseqüentemente, diminuir o risco de produção de aflatoxinas durante as etapas pós-colheita.

Para as espécies *Dimorphandra mollis*, *Enterolobium gummiferum* e *Stryphnodendron adstringens*, o uso do gás ozônio/água destilada por uma hora (T3) foi mais eficiente que somente o gás ozônio por período equivalente.

Alencar et al. (2014) obtiveram resultados referentes à redução na contagem de fungos totais e de *Aspergillus lavuse* e *Aspergillus parasiticus* nos grãos de amendoim ozonizados que foram atribuídos ao alto poder oxidativo do gás ozônio.

Ciccarese et al. (2007) também observaram redução significativa da infecção fúngica em grãos de trigo, aveia e ervilha devido à exposição ao gás ozônio. Dentre os fungos avaliados por esses autores, destacam-se os dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* e *Fusarium*.

Tabela 03. Incidência dos fungos detectados logo após os tratamentos de desinfecção das espécies *Dimorphandra mollis*, *Enterolobium gummiferum* e *Stryphnodendron adstringens*.

<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.				
Fungos	T1	T2	T3	T4
%				
<i>Aspergillus sp.</i>	25	0	3	15
<i>Cladosporium sp.</i>	10	0	0	0
<i>Cylindrocladium sp.</i>	0	0	0	0
<i>Epicoccum sp.</i>	12	0	0	0
<i>Fusarium sp.</i>	0	0	0	0
<i>Penicillium sp.</i>	18	0	0	10
<i>Pythium sp.</i>	0	5	0	0
<i>Rhizopus sp.</i>	0	0	0	0
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.)				
Fungos	T1	T2	T3	T4
%				
<i>Aspergillus sp.</i>	40	10	10	30
<i>Cladosporium sp.</i>	10	0	0	0
<i>Cylindrocladium sp.</i>	0	7	0	0
<i>Epicoccum sp.</i>	10	0	0	0
<i>Fusarium sp.</i>	0	10	5	0
<i>Penicillium sp.</i>	40	10	5	0
<i>Pythium sp.</i>	0	0	0	0
<i>Rhizopus sp.</i>	0	0	5	18
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville				
Fungos	T1	T2	T3	T4
%				
<i>Aspergillus sp.</i>	30	0	10	15
<i>Cladosporium sp.</i>	0	4	0	0
<i>Cylindrocladium sp.</i>	0	0	0	0
<i>Epicoccum sp.</i>	0	0	0	0
<i>Fusarium sp.</i>	10	0	0	15
<i>Penicillium sp.</i>	30	0	5	20
<i>Pythium sp.</i>	0	0	0	0
<i>Rhizopus sp.</i>	10	0	5	10

CONCLUSÕES

Para as três espécies estudadas *Dimorphandra mollis*, *Enterolobium gummiferum* e *Stryphnodendron adstringens*, os tratamentos mais eficientes foram a água ozonizada por uma hora seguido do tratamento de álcool 50% e hipoclorito 1% por um minuto.

Para a germinação de sementes o tratamento de água ozonizada por uma hora foi favorável para as três espécies.

Os gêneros de fungos que mais se destacam associados às sementes das espécies florestais avaliadas foram: *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Epicoccum sp.*, *Cladosporium sp.*, *Fusarium sp.*, *Pythium sp.*, *Cylindrocladium sp.* e *Rhizopus sp.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**, Academic Press, University of Florida, 635 p. 1997.

ALENCAR R. E., WALLAS F. S. FERREIRA, H. A., MATHEUS A. R., M. A. MENDONÇA. Eficácia do Ozônio no controle de fungos em amendoim. Anais...XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014. Campo Grande –MS.

ALMEIDA, E.; ASSALIN, M.R.; ROSA, M.A. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 5, p. 818-824, 2004.

ANDRADE, M. W. de; LUZ, J. M. Q.; LACERDA, A. S.; MELO, P. R. A. de. Micropropagação da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 174-180, jan./mar. 2000.

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

CARNEIRO, J. S. Qualidade sanitária de sementes de espécies florestais em Paraopeba MG. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.15, n.1, p.75- 7, mar. 1990.

CARVALHO, W. L. de; MUCHOVEJ, J. J. Fungos associados a sementes de essências florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 173-178, maio/ago. 1991.

CASTENALLI, E. D., SILVA, A., BARRETO, M. & AGUIAR, I. B., Influência do tratamento químico na população de fungos e na germinação de sementes de *Bauhinia variegata* L. VAR. *Variegata*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, 18 (1): 41-44, 1996.

CICCARESE, F.; SASANELLI, N.; CICCARESE, A.; ZIADI, T.; AMBRICO, A.; MANCINI, L. Seed disinfection by ozone treatments. In: IOA Conference and Exhibition, 2007, Valência, Espanha, **Proceedings...** 2007. Valência: International Ozone Association.

CLESCERL, L.S.; GREENBERG, A.E; EATON, A.D. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Denver: American Water Works Association, 2000. 1220 p.

COUTO, J. M. F.; OTONI, W. C.; PINHEIRO, A. L.; FONSECA, E. P. 2004. Desinfestação e germinação *in vitro* de sementes de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n.5, p. 633-642.

CULLEN, P.J.; TIWARI, B.K.; O'DONNELL, C.P.; MUTHUKUMARAPPAN, K. Modelling approaches to ozone processing of liquid foods. **Trends in Food Science & Technology**, v.20, p.125-136, 2009.

DHINGRA, O. D. Importância e perspectivas do tratamento de sementes no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 7, n. 1, p. 133-138, 1985.

DORES, R.G.R. **Análise morfológica e fitoquímica da fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.)**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, 374p. 2007.

FAIAD, M. G.R., SALOMÃO, A. N., CUNHA, R.; PADILHA, L. S. Efeito do hipoclorito de sódio sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillet. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, 19 (1): 14-17. 1997.

FERRAZ, I. D. K.; CALVI, D. P. Teste de Germinação. In: LIMA JUNIOR, M. J. V. (Ed.). **Manual de Procedimentos para Análise de Sementes Florestais**. Manaus: UFAM, 2010. p. 55-110.

FERREIRA, F. A. **Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 570 p. 1989.

GUZEL-SEYDIMA, Z.B.; GREENEB, A.K.; SEYDIMA, A.C. Use of ozone in the foodindustry. **Lebensm.-Wiss. u.-Technol.** v.37, 453–460. 2004.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.1972. **Propagación de planta: principios y prácticas**, Continental S.A., México, 810 p. 1978.

HEYDECKER, W. **Seed ecology**, London: The Pennsylvania State University Press, 578 p. 1972.

HYDE, E. O. C. The function of the hilum in some Papilionaceae in relation to the ripening of the seed and the permeability of the testa. **Annals of Botany**, v. 18, p. 241–256, 1954.

KELLS, S.A.; MASON, L.J.; MAIER D.E.; WOLOSHUK, C.P.; Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize, **J. Stored Prod. Res.** v. 37 pp. 371-382. 2001.

KHADRE, M.A.; YOUSEF, A.E.; KIM, J.G. Microbiological Aspects of Ozone Applications in Food: A Review. **Journal of Food Science**, v.66, n.9, p.1242-1252, 2001.

KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P. Novas tendências no tratamento efluentes têxteis.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria da OEA, 173p. 1983.

LERSTEN, N. R. Tracheid Bar and Vestured Pits in Legume Seeds (Leguminosae: Papilionoideae). **American Journal of Botany**, v. 69, n. 1, p. 98, 1982.

MANAHAN, S.E.; **Enviromental Chemistry**, 8a ed., CRC Press: Boca Raton, 2005.

MENDEZ, F.; MAIER, D.E.; MASON L.J.; WOLOSHUK, C.P. Penetration of ozone into columns of stored grains and effects on chemical composition and processing performance, **J.Stored Prod.** 39 (1), pp. 33–34, 2002.

MILLER, S. S.; BOWMAN, L. A.; GIJZEN, M.; MIKI, B. L. A. Early Development of the Seed Coat of Soybean (*Glycine max*). **Annals of Botany**, v. 84, p. 297–304, 1999.

MONTARROYOS, A. V. V. Contaminação *in vitro*. **ABCTP Notícias**, Brasília, n. 36/37, p. 5-10. 2000.

MUCCI, E.S.F.; LASCA, C.C. Flora fúngica de sementes de essências florestais nativas. Resumo. **Fitopatologia Brasileira**, v.11, n.2, p.352-353. 1986

NETTO, D. A. M.; FAIAD, M. G. R. Viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v.17, n.1, p.75-80, 1995.

PAGEL, E. FArmacenamento de sementes florestais, **Caderno Didático nº 1**, 1ª ed./ Santa Rosa, 10 p. Associação de Pesquisa, Educação e Proteção Ambiental do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - ANORGS. 2004.

PATRICIO, F.R.A.; BORIN, R.B.R.G.; ORTOLANI, D.B. Patógenos associados a sementes que reduzem a germinação e vigor. In: **Patógenos em Sementes: Detecção, Danos e Controle Químico**. (Ed. J.O.M. Menten). Piracicaba: FEALQ, p.137-160, 1991.

PEREZ, S. C. J. G. D. A. Envoltórios. In: A. Gui Ferreira, F. Borghetti (Eds.); **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed. p.323, 2004.

PERRONE, O.M.; ROSSI, J.S; GOMES, E.; BOSCOLO, M.; DA SILVA, R. Ozonólises no tratamento do bagaço de cana de açúcar para produção de etanol celulósico por hidrólise enzimática. In: 7º Simpósio Nacional de Biocombustíveis – Panorama, Tecnologias e Perspectivas, Anais... Cuiabá/MT. 2014.

Química Nova, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 78-82, 2002.

RAILA, A.; LUGAUSKAS, A.; STEPONAVIČIUS, D.; RAILIENĖ, M.; STEPONAVIČIENĖ, A.; ZVICEVIČIUS, E. Application of ozone for reduction of

mycological infection in wheat grain. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, v.13, n.2, p.287-294, 2006.

SILVA, F. de A. S. Programa Assistat. Versão 7.6 beta (2012). Disponível em <http://www.assistat.com/indexp.html>.

SOUSA, P. B. L.; SANTANA, J. R. F.; CREPALDI, I. C. & LIMA, A. R. Germination *in vitro* of seeds of a threatened arboreal specie in the municipal district of Abaíra (BA). **Sitientibus**, n.20, p.89-99. 1999.

TORRES, E.A.F.S; REGÊ FERREIRA, A.F; RÍMOLI, C. D. Estudo das propriedades desinfetantes do ozônio em alimentos. **Higiene Alimentar**, v.10, n.42, p.18–23, 1996.

TRAVAINI, R.; OTERO, M. D. M.; COCA, M.; DA-SILVA. R.; BOLADO, S. Sugarcane bagasse ozonolysis pretreatment: Effect on enzymatic digestibility and inhibitory compound formation. **Bioresource Technology**, v. 133, p. 332-229, 2013.

UFSM. Armazenamento de sementes. [Santa Maria]: UFSM, 2004. Disponível em: <<http://w.ufsm.br/sementes/>>. Acesso em: 7/ago/2004.

ZOTTI, M.; PORRO, R.; VIZZINI, A.; MARIOTTI, M.G. Inactivation of *Aspergillus* spp. by ozone treatment. **Ozone-Science & Engineering**, v.30, n.6, p.423-430, 2008.