

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**  
**CAMPUS DE JABOTICABAL**

**DESEMPENHO E CARACTERIZAÇÃO DE SEMENTES DE  
DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE *Cedrela fissilis* Vellozo**

**Tatiane Baldo**  
Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL  
2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**  
**CAMPUS DE JABOTICABAL**

**DESEMPENHO E CARACTERIZAÇÃO DE SEMENTES DE  
DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE *Cedrela fissilis* Vellozo**

Tatiane Baldo

Orientador: Prof. Dr. Rinaldo Cesar de Paula

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas).

JABOTICABAL - SP

Junho – 2012

B178d

Baldo, Tatiane

Desempenho e caracterização de sementes de diferentes procedências de *Cedrela fissilis* Vellozo. Tatiane Baldo. Jaboticabal, 2012

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012.

Orientador: Rinaldo Cesar de Paula

Banca Examinadora: Sergio Roberto Garcia dos Santos, Cibele  
Chalita Martins.

Bibliografia:

1. Sementes florestais. 2. Vigor. 3. Origem de sementes. I. Título.  
II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU:634.0.2:631.531

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

## **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

**TATIANE BALDO** – Filha de Pedro Otávio Baldo e Tânia Aparecida Baldo, nasceu aos 27 dias do mês de outubro do ano de 1986, na cidade de Monte Azul Paulista, SP. É Engenheira Agrônoma, formada pela Faculdade de Engenharia, da Universidade Estadual Paulista (FEIS/UNESP), tendo concluído o curso no mês de julho de 2009. Durante a graduação foi bolsista de Iniciação Científica do CNPq/PIBIC por 2 anos. Iniciou o curso de Mestrado em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP), em março de 2010, sendo bolsista da Capes.

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.”

(Emmanuel - Chico Xavier)

Epígrafe

Aos meus pais Pedro Otávio Baldo e Tânia  
Aparecida Baldo, por toda a dedicação,  
paciência, apoio, carinho e compreensão  
durante toda essa trajetória

DEDICO.

A todos aqueles que torceram e  
confiaram na minha capacidade

OFEREÇO.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, o que seria de mim sem a fé que tenho nele.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP Câmpus de Jaboticabal e seus docentes pela oportunidade oferecida para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, por dedicarem seu precioso tempo na melhoria deste trabalho.

Aos meus pais e meu irmão que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida

Ao Professor Dr. Rinaldo Cesar de Paula, pela paciência na orientação, por seu apoio e inspiração no amadurecimento dos meus conhecimentos e conceitos que me levaram a execução e tornando possível a conclusão desta dissertação.

Aos amigos e colegas com quem pude aprender muito, e que estiveram presentes nos momentos de descontração e também nos momentos de dificuldades.

Aos estagiários do Laboratório de Sementes e Melhoramento Florestal, pelo empenho e dedicação.

Aos professores Dr. Eduardo Custódio Gasparino e Dra. Cibele Chalita Martins pelas importantes contribuições no exame de qualificação.

Aos amigos Flávio Cese Arantes, Rafael Santos Finholdt, Camila Geovana Ferro e Paolo Orlando Zancanaro pelo auxílio na condução dos experimentos e pelas brincadeiras descontraídas.

Ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) e ao Instituto Florestal de São Paulo pela doação das sementes usadas neste experimento.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

**MUITO OBRIGADO!**

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ii
SUMMARY.....	iii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. <i>Cedrela fisilis</i> Vellozo.....	3
2.2. Biometria de semente.....	5
2.3. Qualidade de semente.....	7
2.4. Estresse hídrico na germinação.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. Material.....	16
3.2. Avaliações biométricas de sementes.....	17
3.3. Teor de água.....	18
3.4. Teste de germinação.....	18
3.5. Envelhecimento acelerado.....	19
3.6. Condutividade elétrica.....	19
3.7. Germinação sob estresse hídrico.....	20
3.8. Análise estatística.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1. Caracterização inicial das procedências.....	23
4.2. Envelhecimento acelerado.....	26
4.3. Condutividade elétrica.....	31
4.4. Germinação sob estresse hídrico.....	34
5. CONCLUSÃO.....	42
6. REFERÊNCIAS.....	43



## DESEMPENHO E CARACTERIZAÇÃO DE SEMENTES DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE *Cedrela fissilis* Vellozo

**RESUMO** – O presente trabalho objetivou avaliar a qualidade fisiológica e caracterizar as sementes de *Cedrela fissilis* de diferentes procedências do Estado de São Paulo. Sementes de seis procedências (Assis, Bauru, Mogi Guaçu, Pindorama, Piracicaba e Promissão) foram submetidas a caracterização biométrica (comprimento, largura, espessura e massa de 1.000 sementes); ao teste de germinação a 25 °C, sob luz contínua, entre papel, por 14 dias e aos seguintes testes de vigor: teste de envelhecimento acelerado a 45 °C por 48 h; condutividade elétrica a 25 °C e 75 mL de água por 2, 4, 6, 12, 24, 48, 72, 96 e 120 h; comprimento de plântulas; massa de matéria seca de plântulas e germinação sob estresse hídrico simulado com o uso de polietileno glicol (PEG 6000), nos seguintes potenciais osmóticos: 0,0; -0,1; -0,2; -0,3; -0,4; -0,5; -0,6; -0,8; -1,0 e -1,2 MPa. Os dados foram submetidos à análise de variância, teste de Tukey para comparação das médias e regressão. Verificou-se diferenças em tamanho e massa de sementes, bem como na capacidade germinativa e vigor das sementes de cedro de diferentes procedências. O teste de envelhecimento acelerado foi eficiente para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes de cedro. Não houve influência do tamanho e massa das sementes sobre a germinação. A tolerância de sementes de cedro ao estresse hídrico é variável entre as procedências.

**Palavras-Chave:** sementes florestais, vigor, origem de sementes.

**PERFORMANCE AND CHARACTERIZATION OF SEEDS OF DIFFERENT  
PROVENANCES OF *Cedrela fissilis* Vellozo**

**SUMMARY** – This study aimed to evaluate and characterize the physiological quality of seeds of different provenances *Cedrela fissilis* the State of São Paulo. Seeds of six provenances (Assis, Bauru, Mogi Guaçu, Pindorama, Piracicaba and Promissão) were evaluated to biometric characteristics (length, width, thickness and weight of 1000 seeds) to the germination test at 25 °C under light continues among paper for 14 days and the following tests vigor: accelerated aging test at 45 °C for 48 h; the electrical conductivity at 25 °C, and 75 mL of water for 2, 4, 6, 12, 24, 48, 72 , 96 and 120 h; seedling length, dry weight of seedlings and also to the germination test under water stress, simulated with polyethylene glycol (PEG 6000) in the following osmotic potentials: 0.0, -0.1, -0.2, -0.3, -0.4, -0.5, -0.6, -0.8, -1.0 and -1.2. The data were subjected to analysis of variance, Tukey test and regression. There were differences in biometric traits and germination and vigor of cedar seeds from different provenances. The accelerated aging test is efficient to evaluate the physiological quality of seeds of cedar. There were not influence the size and weight of seeds on germination. The tolerance of seeds to water stress varies among provenances.

**Keywords:** Forest seeds, vigor, seeds origins.

## 1. INTRODUÇÃO

As espécies arbóreas nativas têm sido objeto de grande interesse nos últimos anos, em função de sua importância na recomposição de ambientes alterados por várias formas e níveis de degradação. É válido afirmar que pouco se conhece da biologia das espécies de ecossistemas florestais tropicais, sendo necessários estudos ecológicos, morfológicos, de biologia reprodutiva, entre outros, que auxiliem no sucesso de projetos de recuperação (BARBOSA et al., 2003).

Para a maioria das espécies lenhosas, a semente é o principal meio de perpetuação. Um dos fatores de limitação do uso de espécies nativas é a falta de sementes com boa qualidade genética, sendo necessário estabelecer estratégias empregando maior conhecimento ecofisiológico e genético na produção de sementes para garantir o atendimento à demanda crescente por sementes de qualidade superior (SILVA & HIGA, 2006).

O conhecimento do período de germinação, estabelecimento e desenvolvimento das plântulas arbóreas são importantes para a sobrevivência das espécies florestais, principalmente em locais onde fatores estressantes, a exemplo da baixa disponibilidade hídrica e da ocorrência de altas temperaturas, são comuns. A capacidade das sementes de algumas espécies em germinar sob essas condições de estresse hídrico e, ou térmico confere vantagens ecológicas em relação a outras que são sensíveis à essas condições (ROSA et al., 2005).

Pesquisas sobre estresse hídrico e o efeito de temperaturas elevadas em diferentes espécies vegetais, tem sido realizadas por décadas a fim de se entender os mecanismos de tolerância a esses fatores (O'LEARY, 1970; TURNER, 1981; CASPER et al., 1993; CALBO & MORAES, 2000; SILVA et al., 2003; LIBERATO et al., 2006; LECHNER et al., 2008).

A capacidade de algumas espécies em germinar sob condições de stresse hídrico pode variar dentro da mesma espécie isso porque as variações genéticas existentes surgem em decorrência das adaptações das espécies aos diferentes habitats (KAGEYAMA, 1977), e o seu estudo é de fundamental importância para o melhoramento das populações florestais permitindo a produção de sementes de matrizes bem adaptadas, aumento da produtividade das plantações e produção de novos híbridos (FERREIRA & ARAÚJO, 1981).

O conhecimento técnico-científico sobre espécies florestais é imprescindível para ações inerentes ao estabelecimento de plantações florestais, particularmente em áreas de reconstituição. Apesar da grande diversidade dessas espécies e do elevado valor que representam, a literatura, até agora disponível, é ainda escassa, parcial e essencialmente limitada à descrição qualitativa de sua importância econômica nas áreas de ocorrência natural e de sua fenologia (DUTRA et al., 2007).

Portanto, o objetivo deste projeto foi caracterizar e avaliar o desempenho germinativo de sementes de *Cedrela fissilis* Vellozo, de diferentes procedências do estado de São Paulo, a partir de caracteres biométricos e de parâmetros da qualidade fisiológica.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. *Cedrela fissilis* Vellozo

O uso de espécies arbóreas nativas para programas de restauração ambiental ou, ainda, de arborização urbana, vem se intensificando nos últimos anos. Porém, o desconhecimento das características e exigências silviculturais dessas espécies impede que as mesmas sejam usadas mais intensivamente nesses programas. Essas características estão relacionadas às condições apropriadas para que as sementes germinem (ABREU, 2002), à definição de espaçamento, exigências nutricionais e tratamentos silviculturais adequados para cada espécie.

A necessidade de se conhecer os principais fatores que governam a germinação de sementes de espécies florestais nativas do Brasil adquiriu maior importância nos últimos anos, principalmente em função de derrubadas indiscriminadas para abertura de novas fronteiras agrícolas, o que compromete a biodiversidade e aumenta a lista de espécies ameaçadas de extinção. O desconhecimento da ecologia dessas espécies restringe a sua utilização e ameaça sua conservação, uma vez que a velocidade da degradação ambiental tem sido muito superior aos esforços para garantir a manutenção da biodiversidade. Há risco de perda de recursos genéticos insubstituíveis, já que muitas dessas espécies têm propriedades medicinais ainda desconhecidas e também são de grande interesse econômico. Trata-se de recursos de grande potencial que necessitam ser explorados de forma sustentável e racional para que se garanta a sua continuidade e sua exploração pelas gerações futuras (BELLO et al., 2008).

Apesar do incremento nas pesquisas, o conhecimento sobre as espécies arbóreas brasileiras são escassos para assegurar o sucesso de repovoamentos, o que se deve ao desconhecimento das exigências ecofisiológicas para o seu estabelecimento e perpetuação (RÊGO & POSSANAI, 2003).

Entre as espécies nativas do Brasil utilizadas para programas de reflorestamento encontra-se a *Cedrela fissilis* Vellozo, conhecida comumente por cedro, cedro-rosa, cedro-vermelho, dentre outros nomes populares. É uma árvore que pode atingir de 20 a 35 m de altura e tronco de 60 a 90 cm de diâmetro, ocorrendo desde o Rio Grande do Sul até Minas Gerais, nas florestas semidecídua e pluvial atlântica (LORENZI, 2008). Pertence à família Meliaceae, e sua área de distribuição natural se estende desde o Sul do Brasil (32°S) até a Costa Rica, na América Central (12°N) (CARVALHO, 2003). Apresenta vasta e expressiva dispersão por praticamente todas as florestas dos Estados do Paraná, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul. Nas florestas nativas do Sul do Brasil, sua frequência varia de uma a três árvores por hectare, sendo uma essência parcialmente esciófila no estágio juvenil e heliófila no estágio adulto (CARVALHO, 2003).

Seu sistema de cruzamento é predominantemente alógamo (GANDARA, 1996; PÓVOA, 2002; KAGEYAMA et al., 2003), possuindo flores com ambos os sexos, mas unissexuais por aborto de um dos sexos, comportando-se como monóica (STYLES, 1972). A polinização é realizada por pequenos insetos, possivelmente mariposas (MORELLATO, 1991) e abelhas (STEINBACH & LONGO, 1992). O fluxo gênico via pólen pode ocorrer em longas distâncias, acima de 950 m (GANDARA, 1996); as sementes são aladas e dispersas pelo vento.

A madeira de *Cedrela fissilis* assemelha-se à do mogno (*Swietenia macrophylla*), apresentando alto valor e uso extremamente diversificado devido às suas características (CARVALHO, 2003).

Ao longo dos anos, sua exploração foi realizada de maneira extrativista, havendo carência de informações sobre processos que viabilizem o seu plantio em programas de reconstituição e, ou, plantios para fins comerciais (XAVIER et al., 2003). Atualmente, é amplamente recomendada para projetos de recomposição ambiental em sua área de ocorrência natural (KALIL FILHO et al., 2002; MARTINS, 2005; INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ, 2009). A exemplo de sua grande utilização, BARBOSA et al. (2003) afirmaram que o cedro é a oitava espécie mais plantada em programas de

restauração florestal em São Paulo, participando de 53% dos projetos de restauração no Estado.

A floração e a produção de frutos maduros no Estado de São Paulo ocorrem, respectivamente, de setembro a janeiro e de junho a setembro, com a árvore totalmente desfolhada. Cada fruto, cápsula, produz entre 30 e 100 sementes, cuja dispersão é anemocórica, possuindo uma extremidade alada, comprida lateralmente, com até 35 mm de comprimento e 15 mm de largura, de cor bege a castanho avermelhada e pequeno núcleo seminal. Um quilograma contém cerca de 16.000 a 56.818 unidades (CARVALHO, 2003; HEYWOOD, 1978).

## **2.2. Biometria de sementes**

Os estudos biométricos auxiliam a determinação dos diferentes parâmetros fenotípicos entre os indivíduos de uma população, visto que, nas espécies arbóreas tropicais existe grande variabilidade com relação aos caracteres morfológicos (CRUZ & CARVALHO, 2003; MELO et al., 2004). Dessa forma, é de grande importância o conhecimento do tipo e tamanho de frutos e sementes para esses estudos (CRUZ et al., 2001). Entretanto, poucos são os trabalhos que objetivam a caracterização de frutos e sementes dessas espécies visando ampliar o conhecimento sobre as mesmas (EDWARDS, 2000).

A caracterização biométrica de frutos e sementes tem sido importante para a diferenciação de espécies do mesmo gênero (CRUZ et al., 2001), para subsidiar a classificação de grupos ecológicos (BASKIN & BASKIN, 1998; CASTELLANI, 2003), para a caracterização de germoplasma (ALVES et al., 2003), entre outras diversas áreas de estudo.

Dentro da mesma espécie, existem variações individuais devidas às influências de fatores bióticos e abióticos, durante o desenvolvimento das sementes e à variabilidade genética. Assim, o tamanho e a massa da semente podem variar entre plantas da mesma espécie, de ano para ano e, também, dentro de uma mesma planta

(PIÑA-RODRIGUES & AGUIAR, 1993). A variação entre indivíduos, numa mesma população, possibilita a seleção com vistas à melhoria de um dado caráter, constituindo-se numa das mais importantes fontes de variabilidade disponíveis para os melhoristas de plantas (PAULA, 2007).

A compreensão da ecologia tropical ligada à realização de estudos que permitam uma precisa identificação das espécies vegetais, a partir de suas fases juvenis, enfatizando seus frutos, sementes e plântulas, pode ser precursora de um bom manejo e conservação para algumas espécies arbóreas, contribuindo assim, na reconstituição de florestas tropicais (OLIVEIRA, 1997; MOREIRA CONEGLIAN & OLIVEIRA, 2006).

O crescente uso das espécies florestais torna indispensáveis esses estudos, visando sua propagação e preservação (MELO & VARELA, 2006). Em virtude disso, o estudo desses caracteres é importante e contribui para o entendimento da sucessão e regeneração dos ecossistemas naturais (DONADIO & DEMATÊ, 2000; ARAÚJO NETO et al., 2002; MELO & VARELA, 2006) e ainda pode contribuir na análise dos mecanismos de dispersão das espécies arbóreas florestais (MELO et al., 2004).

Estudos de variabilidade e, ou de divergência genética por caracteres biométricos de frutos e sementes, entre outros, são bastante comuns em espécies com longa história de melhoramento e domesticação (RIBEIRO & STORCK, 2002; BARBIERI et al., 2005; KARASAWA et al., 2005; SUDRÉ et al., 2005) e outras em estádios considerados selvagens ou em início de domesticação (SANO et al., 1999; BOTEZELLI et al., 2000; TELLES et al., 2001; FARIAS NETO & OLIVEIRA, 2002; ARRIEL et al., 2004; ARRIEL et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2006). Ainda assim, existe uma carência de estudos sobre morfometria de frutos e sementes de espécies florestais tanto nativas como exóticas (ARAÚJO et al., 2004).

### **2.3. Qualidade da semente**

A alta qualidade das sementes é um pré-requisito para a obtenção de mudas vigorosas, uniformes, estandes com produtividade e qualidade (Costa et al, 2008). 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.

A qualidade fisiológica da semente é definida por duas características fundamentais: germinação e vigor. Tais características representam diferentes atributos da semente. A germinação, avaliada pelo teste de germinação, procura determinar o máximo potencial germinativo de um lote de sementes, sendo conduzido sob condições consideradas as mais favoráveis possíveis (FONSECA, 2007).

O vigor expressa atributos mais sutis da qualidade fisiológica, não revelados pelo teste de germinação, e é determinado sob condições desfavoráveis ou medindo-se o declínio de alguma função bioquímica ou fisiológica (MARCOS FILHO et al., 1987).

A viabilidade, determinada pelo teste de germinação, procura avaliar a máxima germinação da semente, enquanto, o vigor compreende um conjunto de características que determinam o potencial fisiológico das sementes, sendo influenciado pelas condições de ambiente e manejo durante as etapas de pré e pós-colheita (VIEIRA & CARVALHO, 1994).

O termo germinação pode ser conceituado de diferentes maneiras, em função do campo de investigação. Segundo LABOURIAU (1983), do ponto de vista botânico a germinação é um processo biológico constituído pela retomada do crescimento do embrião, com o conseqüente rompimento do tegumento pela radícula. Para os tecnologistas de sementes, a germinação é reconhecida como a produção de plântulas normais (BRASIL, 2009). Já sob o ponto de vista fisiológico, germinar é sair do repouso e entrar em atividade metabólica (BORGES & RENA, 1993).

O teste de germinação determina, numa amostra, a proporção de sementes vivas e capazes de produzir plantas normais sob condições favoráveis. Este teste foi desenvolvido e aperfeiçoado para avaliar o valor das sementes para o plantio, bem como para comparar diferentes lotes, servindo assim como base para o comércio de sementes. Este teste é conduzido oferecendo às sementes as condições mais

favoráveis, tais como luz, substrato mais adequado, temperatura, umidade e aeração (FIGLIOLIA et al., 1993).

O vigor de sementes pode ser entendido como o nível de energia que uma semente dispõe para realizar as tarefas do processo germinativo (CARVALHO, 1986). Contudo, a definição do que seja o vigor de sementes não é tarefa fácil e as duas principais associações que congregam tecnologistas de sementes (ISTA - International Seed Testing Association - e AOSA - Association of Official Seed Analysts) têm, cada uma, a sua definição. Assim, de acordo com a AOSA (1983), vigor de sementes “compreende aquelas propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob ampla faixa de condições ambientais” e, pela ISTA (HAMPTON & TEKRONY, 1995), o vigor de sementes “é a soma das propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação e a emergência da plântula”.

Como um único teste não consegue avaliar, de forma simultânea e satisfatória, todos os aspectos de vigor que podem afetar o estabelecimento das plântulas em campo, vários testes têm sido propostos, uma vez que a deterioração de sementes e a conseqüente queda de vigor se manifestam de diferentes formas (MARCHI & CICERO, 2002).

Como características adequadas de um teste de vigor, eles devem ser rápidos, de fácil execução, não exigirem equipamentos complexos, sendo também de baixo custo e igualmente aplicáveis para determinar o vigor de uma semente ou de um lote delas, além de apresentarem eficiência para detectar tanto pequenas como grandes diferenças de vigor (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2005). Entre os testes considerados como mais convenientes para a avaliação do vigor das sementes estão o de a condutividade elétrica e envelhecimento acelerado (MARCOS FILHO, 1999b).

O teste de condutividade elétrica avalia, indiretamente, o grau de estruturação das membranas celulares, através da determinação da quantidade de lixiviados em uma solução de embebição, a qual é inversamente relacionada à integridade das

membranas celulares. As sementes são embebidas em determinado volume de água, sob temperatura controlada, durante período pré-estabelecido. Em consequência da menor estruturação e seletividade das membranas, sementes de menor potencial fisiológico liberam maior quantidade de lixiviados, resultando em maior valor de leitura de condutividade elétrica (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999; MARCOS FILHO, 2005).

Desse modo pode-se associar que uma forte concentração iônica nos lixiviados representa a presença de membranas deterioradas e, por conseguinte, sementes de baixa qualidade. Por outro lado, a detecção de um baixo nível de eletrólitos nos lixiviados, automaticamente, leva a supor uma boa integridade destas membranas, como indicativo de uma boa conservação de vigor e capacidade germinativa (SAMPAIO et al., 1995). Isso é devido à grande capacidade de reorganização das membranas celulares e de reparação de certos níveis de danos que é maior para sementes de mais alto vigor (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

Muitos fatores, alguns diretamente relacionados às sementes e outros ao próprio método empregado de avaliação, podem interferir nos resultados do teste de condutividade elétrica. Entre aqueles relacionados às sementes pode-se citar a presença e ocorrência de danos mecânicos durante a colheita, extração e, ou beneficiamento das sementes, o tamanho de sementes, as diferenças entre genótipos e teor de água das sementes (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999). Entre os fatores relativos aos métodos de condução do teste, o volume de água usado para embebição das sementes, o número de sementes por amostra, o tempo e a temperatura de embebição são dos mais importantes.

Outro teste de vigor amplamente usado em sementes agrícolas é o teste de envelhecimento acelerado, também denominado de envelhecimento precoce ou, ainda, de envelhecimento artificial (MARCOS FILHO et al., 1987; MARCOS FILHO, 1999a; MARCOS FILHO, 2005).

O teste de envelhecimento acelerado foi desenvolvido para estimar a longevidade de sementes armazenadas (RAVIKUMAR et al., 2002) e identificar diferenças na qualidade fisiológica de lotes comercializáveis, principalmente os que possuem poder germinativo semelhante, após as sementes serem submetidas à

temperatura e umidade relativa elevadas. Outros usos indicados do teste de envelhecimento acelerado são as avaliações dos potenciais de emergência das plântulas no campo e de armazenamento, em programas de controle de qualidade e em auxílio a métodos de seleção durante o melhoramento de plantas (KRZYZANOWSKI et al., 1999).

O teste de envelhecimento acelerado, desenvolvido por DELOUCHE (1965) para estimar o potencial relativo de armazenamento, baseia-se no princípio de que a taxa de deterioração das sementes é aumentada pela sua exposição a níveis elevados de temperatura e umidade relativa. Assim, verificou-se que lotes com baixo vigor apresentavam maior queda na viabilidade quando submetidos a essa situação (KRZYZANOWSKI et al., 1999).

Sementes mais vigorosas possuem a capacidade de produzir plântulas normais, apresentando germinação mais rápida e elevada após serem submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, enquanto as com baixo vigor mostraram baixa viabilidade (GARCIA et al., 2004).

Por ser um teste relativamente de fácil execução em laboratório, o teste de envelhecimento acelerado vem sendo empregado na determinação do vigor de diversas espécies de hortaliças e de grandes culturas, podendo apresentar limitações para algumas espécies (RODO et al., 2000). O emprego do teste tem se mostrado bastante promissor em espécies florestais tropicais (RAMOS et al., 1992; CHAISURISRI et al., 1993; CAMARGO et al., 2000; GARCIA et al., 2004), onde, segundo esses autores, o teste mostrou-se adequado na avaliação da qualidade fisiológica dos lotes.

Segundo TORRES & MARCOS FILHO (2001) e RAMOS et al. (2004) as sementes consideradas vigorosas se deterioram mais lentamente após serem submetidas ao envelhecimento acelerado e, portanto, podem tolerar estresse mais acentuado e suportar melhor as condições em campo ou armazenamento. MARCOS FILHO (2005) comenta que o teste de envelhecimento acelerado é um dos mais sensíveis e eficientes para a avaliação do vigor de sementes de diversas espécies.

Dentre os fatores que afetam o comportamento das sementes durante o teste de envelhecimento acelerado, pode-se citar a temperatura e o período de exposição das

sementes, o teor de água das sementes, a abertura da câmara durante a condução do teste, o genótipo, dentre outros (MARCOS FILHO, 1999a). Quanto à temperatura e ao período de exposição, tem-se verificado que aumento na primeira promove efeitos mais drásticos sobre a germinação que o prolongamento do período de envelhecimento e, quanto ao teor de água, sementes mais úmidas são, em geral, mais sensíveis às condições do teste (MARCOS FILHO, 2005).

A avaliação da qualidade fisiológica de sementes florestais é realizada, geralmente, por meio de testes de germinação. Destes testes podem ser obtidas várias informações como a porcentagem e a velocidade de germinação, a uniformidade da germinação e aspectos relativos ao desenvolvimento (comprimento e massa de matéria seca) de plântulas. Não obstante o teste de germinação possibilitar o provimento destas e outras informações, o comum é serem avaliadas apenas a porcentagem e a velocidade de germinação, de forma que, na maioria das vezes, este teste é subutilizado nas pesquisas com sementes florestais (PAULA, 2007).

De acordo com VALENTINI & PINÃ-RODRIGUES (1995), a aplicação dos testes de vigor em sementes de espécies florestais é uma prática que permite estimar e comparar lotes de sementes para diferentes objetivos. A simplicidade, inerente a vários destes testes, aliada aos bons resultados, tornam-os de utilização promissora em vários campos de pesquisa. Comparações entre as características e desempenho germinativo das sementes de diferentes matrizes, progênies e procedências, oferecem ao pesquisador dados adicionais em uma fase inicial de um programa de melhoramento ou conservação genética, pois estas sementes costumam apresentar germinação, vigor, dormência, tamanho e peso com forte componente genético como verificado para *Euterpe Oleracea* Mart. (MARTINS et al., 1999), *Bactris gasipaes* Kunth, (BOVI et al., 2004), *Peschiera fuchsiaefolia* (MARTINS et al., 2004), *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth (URSULINO et al., 2005), *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (MARTINS et al., 2008) e *Brosimum gaudichaudii* Tréc (FARIA et al., 2009).

Porém, a aplicação de testes de vigor, possibilitando a avaliação precisa da qualidade fisiológica de lotes de sementes de espécies florestais, deve ser melhor avaliada devido a grande variabilidade genética que estas espécies apresentam. Isto se

torna mais restritivo quando o interesse é comparar lotes provenientes de localidades diferentes, em que a variação ambiental passa a ter influência marcante na variabilidade das características físico-químicas das sementes (BONNER, 1998).

À exceção dos testes que são conduzidos juntamente com o teste de germinação, poucos são os testes de vigor com método definido para as sementes florestais. Acredita-se que a diversidade das espécies florestais e das condições ambientais de produção de sementes destas espécies, bem como a alta variabilidade existente numa mesma espécie quanto aos vários caracteres de frutos e sementes, sejam os principais fatores que dificultam a padronização destes testes na área florestal, principalmente para as espécies com baixo grau de domesticação e melhoramento (PAULA, 2007).

#### **2.4. Estresse hídrico na germinação**

A água é um fator determinante para a abundância e distribuição das plantas nos diversos ecossistemas (FARQUHAR & SHARKEY, 1982), e tem sido considerada um fator seletivo em ambientes onde sua disponibilidade é baixa (CHAVES et al., 2002).

O cultivo de espécies nativas, seja com finalidade econômica ou conservacionista, requer conhecimentos sobre a ecofisiologia dessas espécies e sobre a germinação das sementes, como subsídio à formulação de práticas adequadas a produção de mudas.

Dentre os fatores que exercem influência sobre a germinação, a disponibilidade hídrica merece destaque. O primeiro evento que ocorre durante a germinação é a absorção de água pela semente que se dá pelo processo de embebição. A velocidade de absorção de água é determinada pela composição química, permeabilidade do tegumento, qualidade fisiológica de semente e disponibilidade hídrica (BEWLEY & BLACK, 1994).

A água não é apenas o primeiro fator que inicia a germinação, mas também está envolvida, direta ou indiretamente nesse processo. Em todas as demais etapas do metabolismo subsequente a sua participação é decisiva, seja nas reações enzimáticas, na solubilização e transporte de metabólitos e também, como reagente na digestão hidrolítica de proteínas, carboidratos e lipídios dos tecidos de reserva da semente (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

A habilidade de uma semente germinar sob amplo limite de condições é definida como a manifestação de vigor, dependendo, entre outros fatores, das condições ambientais predominantes no local onde elas foram dispersas ou semeadas (SILVA, 2005).

O estresse hídrico, geralmente, contribui para a diminuição da velocidade de germinação das sementes, sendo que para cada espécie existe um valor de potencial hídrico no solo, abaixo do qual a germinação não ocorre (BEWLEY & BLACK, 1994). Potenciais hídricos muito negativos, especialmente no início de embebição, influenciam a absorção de água pelas sementes, podendo inviabilizar a sequência de eventos do processo germinativo (Mikusinisk. 1987 citado por ÁVILA et al., 2007).

A germinação de sementes é um processo que requer água e calor e, dependendo da espécie, são necessários também outros fatores, tais como oxigênio e luz (BEWLEY & BLACK, 1994). A água é essencial para ativação de enzimas, quebra de ligações químicas, translocação e uso de substâncias armazenadas (BRADFORD, 1994; COPELAND & MACDONALD, 1995), enquanto a temperatura interfere na dinâmica da absorção de água e nos limites e velocidade das reações bioquímicas, além dos processos fisiológicos que governam a germinação (POPINIGIS, 1985; CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

O processo de germinação das sementes constitui-se em uma fase crítica, influenciada por uma série de fatores. Neste processo, a primeira etapa na sequência de eventos que culminam com a retomada do crescimento do embrião é a embebição (LUCA & REIS, 1995). A absorção de água pela semente dá início a uma série de processos físicos, fisiológicos e bioquímicos que, na ausência de fatores limitantes, resultam na emergência da plântula (POPINIGIS, 1985).

A absorção de água pela semente ocorre em três fases distintas, em que a fase I é relativamente rápida e a absorção de água ocorre como consequência do potencial matricial dos vários tecidos das sementes e, desta forma, não depende da viabilidade da semente. Bioquimicamente, esta fase se caracteriza pelo início da oxidação das substâncias de reserva; na fase II a semente praticamente não absorve água, mas mantém o nível de hidratação atingido, no final da fase I, o ponto em que ocorre o transporte dos metabólitos produzidos nos tecidos de reserva para os pontos de crescimento; enfim, na fase III ocorre grande absorção de água, sendo esta fase alcançada apenas por sementes viáveis e permeáveis. Neste estágio, o eixo embrionário já iniciou seu crescimento de maneira que as novas células, em processo de formação e crescimento, demandam significativa quantidade de água (BEWLEY & BLACK, 1994).

A deficiência hídrica é o fator limitante de maior significância na sobrevivência e crescimento inicial de plantas (BLAKE, 1993). O estresse hídrico pode afetar a germinação provocando atraso no início do processo ou diminuição na germinabilidade final (HARDEGREE & EMMERICH, 1990). Potenciais muito baixos, especialmente no início da embebição, influenciam a absorção de água, inviabilizando a seqüência dos eventos germinativos (BANSAL et al., 1980). Por outro lado, o excesso de água em geral provoca decréscimo na germinação, uma vez que impede a difusão do oxigênio e reduz todo o processo metabólico resultante (BORGES & RENA, 1993).

Estudos com sementes têm sido conduzidos sob condições de deficiência hídrica usando soluções osmóticas para simular um ambiente com pouca umidade, sendo o efeito dependente tanto do soluto utilizado, em um mesmo grau de deficiência de água, como PEG - polietilenoglicol (MORAES et al., 2005); manitol (BRAGA et al., 1999; COSTA et al., 2004);  $\text{CaCl}_2$ , KCl, NaCl e  $\text{MgCl}_2$  (BENEDITO et al., 2008; BRACCINI et al., 1996; DANTAS et al., 2007; FURTADO et al., 2007; KRACKHARDT & GUERRIER, 1995; MACHADO NETO et al., 2006; MORAES & MENEZES, 2003), quanto das espécies e, ou lotes estudados.

O polietilenoglicol (PEG) por não penetrar nas células, não ser degradado e não causar toxidez, devido ao seu alto peso molecular (HASEGAWA et al., 1984), tem sido



utilizado com sucesso em trabalhos de pesquisa para simular os efeitos da deficiência hídrica nas plântulas.

O conhecimento sobre como o estresse hídrico interfere na germinação tem importância especial para a ecofisiologia, na avaliação dos limites de tolerância e capacidade de adaptação das espécies, uma vez que os fatores ambientais são determinantes nesse processo de germinação (SOUSA, 2004). Potenciais hídricos mais negativos no meio reduzem o fluxo de água para a célula, até o ponto extremo no qual a difusão de água através do simplasto cessa e o processo de germinação é diretamente afetado (SOUZA & CARDOSO, 2000). SANTOS et al. (1992) relataram que o decréscimo da germinação de sementes submetidas ao estresse hídrico é atribuído à redução da atividade enzimática, a qual promove menor desenvolvimento meristemático.

As variações obtidas na germinação de sementes de uma mesma espécie em diferentes potenciais hídricos podem refletir a disponibilidade de água no local de origem das sementes, indicando diferenciação de espécie em ecotipos distintos (MOORE & KID, 1982). Então, a maior ou menor capacidade de germinação de sementes submetidas ao estresse hídrico deve ser considerada nas estratégias de manejo, pois está relacionada com o estabelecimento de mudas na regeneração natural de povoamentos (BORGES et al., 1991).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Material

Foram usadas sementes de seis procedências de *Cedrela fissilis* Vellozo, coletadas de fragmentos florestais de polinização livre nos seguintes municípios do estado de São Paulo: Assis, Bauru, Mogi Guaçu, Pindorama, Piracicaba e Promissão. A exceção da procedência de Piracicaba, cujas sementes foram colhidas no ano de 2007, as demais procedências foram colhidas no ano de 2010 (Figura 1).



**Figura 1.** Localização das procedências dos fragmentos florestais.

Segundo a classificação climática de Köppen, baseada em dados mensais pluviométricos e termométricos, o Estado de São Paulo abrange sete tipos climáticos distintos, a maioria correspondente a clima úmido. O tipo dominante na maior área é o Cwa, que abrange toda a parte central do Estado e é caracterizado pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. As regiões a Noroeste, mais quentes, pertencem ao tipo Aw, tropical chuvoso com inverno seco e mês mais frio com temperatura média superior a 18°C. O mês mais seco tem precipitação inferior a 60 mm e com período chuvoso que se atrasa para o outono (Tabela 1).

**Tabela 1.** Altitudes, coordenadas geográficas e classificação climática de Köppen das seis procedências de sementes de *Cedrela fissillis*.

Procedência	Latitude (S)	Longitude (O)	Altitude (m)	Classificação climática de Köppen
Assis	22°39'38.28"	50°24'15.54"	560	Cwa
Bauru	22°18'53.44"	49°03'42.38"	530	Aw
Mogi Guaçu	22°22'15.05"	46°56'16.23"	640	Cwa
Pindorama	21°11'12.59"	48°54'34.38"	534	Aw
Piracicaba	22°43'29.91"	47°38'51.50"	554	Cwa
Promissão	21°32'18.25"	49°51'27.63"	428	Aw

Fonte: ROLIM et al. (2007).

### 3.2. Avaliações biométricas de sementes

As características biométricas foram avaliadas em quatro repetições de 25 sementes por procedência. Foi determinado o comprimento, a largura e a espessura das sementes, com uso de paquímetro digital (precisão de 0,005 mm) e a massa de

sementes, com uso de balança analítica (precisão de 0,0005 g). Os dados foram apresentados em termos de média e desvio-padrão.

### 3.3. Teor de água

Realizado de acordo com o método da estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 h (BRASIL, 2009), antes e após o teste de envelhecimento acelerado e antes do teste de germinação, condutividade elétrica e de estresse hídrico, utilizando-se duas amostras de 25 sementes para cada procedência. As amostras foram previamente pesadas, colocadas em dessecador e a partir do monitoramento da massa das amostras de sementes, obteve-se um teor de água uniforme entre as procedências (entre 6,5 e 7,0%), conforme procedimento apresentado por CROMARTY et al. (1985):

$$M_f = M_i(100-U_i)(100-U_f)^{-1}, \text{ onde:}$$

$M_f$  = massa da amostra (g) após a secagem;

$M_i$  = massa da amostra (g) antes da secagem;

$U_i$  = grau de umidade (%) antes da secagem;

$U_f$  = grau de umidade (%) desejado após a secagem.

### 3.4. Teste de germinação

Conduzido em germinador, a 25 °C, com luz contínua. Foram usadas quatro repetições de 25 sementes, distribuídas em caixas de plástico transparente e com tampa (11 x 11 x 3,5 cm), entre papel mata-borrão, umedecido com água na proporção de duas vezes e meia a massa do papel não hidratado. As contagens do número de sementes germinadas foram realizadas diariamente durante 14 dias, adotando-se como critério de germinação a curvatura geotrópica positiva da raiz. Os dados foram

expressos em termos de **porcentagem de germinação** (protrusão da raiz primária) e de **plântulas normais**, avaliada ao final do teste de germinação e, considerando-se para tanto, a formação de plântulas com o desenvolvimento de todas as suas estruturas essenciais. Ainda, a partir do teste de germinação, avaliou-se o **índice de velocidade de germinação** (IVG), calculado a partir da contagem diária do número de sementes germinadas no teste de germinação, de acordo com a fórmula proposta por MAGUIRE (1962) e o **comprimento e massa seca de plântulas**, avaliados nas plântulas normais ao final do teste de germinação. O comprimento da raiz primária e do hipocótilo foram medidos com uma régua graduada (mm) e os resultados foram expressos em cm. A massa seca de plântulas foi determinada após secagem em estufa a 70 °C durante 72 h. Os valores de massa seca por repetição foram divididos pelo respectivo número de plântulas normais, expressando-se os resultados em g.plântula<sup>-1</sup>.

### **3.5. Envelhecimento acelerado**

Realizado a 45 °C por 48 h, MARCOS FILHO (1999a). Após o envelhecimento, as sementes de cada uma das procedências foram colocadas para germinar, avaliando-se a porcentagem de sementes com protrusão de raiz primária, porcentagem de plântulas normais, o IVG, o comprimento e a massa seca de plântulas, conforme procedimentos descritos no item anterior.

### **3.6. Condutividade elétrica**

Para a realização desse teste as sementes foram colocadas para secar sobre bancada de laboratório, durante um período de cinco dias, para entrarem em equilíbrio com o ambiente e atingirem teor de água semelhante entre as procedências, de forma a não interferirem nos resultados do teste.

O teste de condutividade elétrica foi conduzido, com quatro repetições de 25 sementes, pesadas e submetidas à embebição em 75 mL de água deionizada mantidas à 25 °C (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999) por 2, 4, 6, 12, 24, 48, 96 e 120 h de embebição. Após estes períodos realizou-se a leitura de condutividade elétrica da solução de embebição das sementes, expressando-se os resultados em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  de sementes.

### **3.7. Germinação sob estresse hídrico**

As sementes de cada procedência foram colocadas para germinar em quatro repetições de 25 sementes por potencial hídrico, distribuídas em caixas de plástico transparente e com tampa (11 x 11 x 3,5 cm), colocadas sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com solução polietilenoglicol (PEG 6000) ou água (testemunha) na proporção de duas vezes e meio a massa do papel não hidratado e mantidas em germinador sob a temperatura de 25 °C, com luz contínua. Os tratamentos de estresse hídrico consistiram dos seguintes potenciais osmóticos: 0,0 (água pura); -0,1, -0,2; -0,3, -0,4; -0,5, -0,6; -0,8; -1,0 e -1,2 MPa, cujas soluções foram preparadas de acordo com VILLELA et al. (1991).

As contagens foram realizadas diariamente até 14 dias da instalação do teste e o critério de germinação adotado foi à curvatura geotrópica positiva da raiz. Ao término do experimento, foram feitas as contagens de plântulas normais, índice de velocidade de germinação, comprimento de raiz e de hipocótilo e massa seca de plântulas, conforme procedimentos descritos no item 3.4.

### **3.8. Análise estatística**

Para o teste de germinação e de envelhecimento acelerado, a análise de variância foi realizada seguindo o delineamento inteiramente casualizado, com seis

tratamentos e quatro repetições, com comparação das médias das procedências pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para o teste de condutividade elétrica os dados foram submetidos à análise de variância, segundo o delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas para períodos de embebição, com quatro repetições. As médias de procedências foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Adicionalmente foram ajustadas equações de regressão polinomial para descrever o padrão de lixiviação de cada procedência em função do período de embebição.

Para o teste de germinação sob estresse hídrico, o experimento foi conduzido sob o delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 6 x 10 (6 procedências de sementes x 10 potenciais hídricos), com quatro repetições. Os dados de porcentagem de germinação e de plântulas normais, por não apresentarem distribuição normal, foram transformados em arcsen de raiz de X, em que X representa a porcentagem de germinação ou de plantulas normais. Os dados foram submetidos à análise de variância e devido ao efeito significativo da interação procedências x potenciais hídricos, os graus de liberdade dos potenciais hídricos foram decompostos para cada procedência por análise de regressão não linear.

Para a porcentagem de germinação e de plântulas normais foi usado o seguinte modelo (PÔRTO et al., 2006):

$$Y = a / (1 + e^{-k(x-xc)}),$$

em que:

y= valor da característica para um determinado valor de x (potencial hídrico);

a= valor máximo da característica y;

k= taxa relativa de crescimento (no caso presente de redução de y);

xc= valor de x (potencial hídrico) que proporciona uma redução no valor máximo da característica em 50%, corresponde ao potencial hídrico no ponto de inflexão da curva.

Para o índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca de plântulas, usou-se o seguinte modelo:

$$Y = a + b * e^{-x/k},$$

em que:

Y = valor da característica para um determinado valor de x (potencial hídrico);

a = constante;

b = valor máximo da característica y;

k= taxa relativa de crescimento (no caso presente de redução de y).

As análises de variância, testes de médias e regressão polinomial foram realizadas usando-se o programa SISVAR e GENES e as análises de regressão não-linear no programa. Microcal Origin 6.0.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Caracterização inicial das procedências

O teor de água inicial das procedências de sementes de *Cedrela fissilis* Vel. variou de 6,5% a 9,7%. Considerando que o teor de água inicial é um fator primordial para a padronização das avaliações a serem realizadas posteriormente, esses resultados não evidenciam grandes diferenças entre as procedências (Tabela 2) e asseguraram a credibilidade dos dados obtidos nos testes de avaliação de qualidade influenciados pelo teor de água das sementes como de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, comprimento e massa de plântulas (MARCOS FILHO, 2005).

**Tabela 2.** Teor de água inicial (%) das semente de *Cedrela fissilis* Vellozo de diferentes procedências.

Procedência	Teor de água (%)
Mogi Guaçu	8,5
Bauru	6,7
Promissão	6,8
Assis	6,5
Pindorama	9,5
Piracicaba	9,7

As sementes de cedro variaram em média de 10,04 (Mogi Guaçu) a 12,00 mm (Bauru) de comprimento, de 4,70 (Assis) a 6,19 mm (Bauru) de largura e de 0,97 (Piracicaba) a 1,33 mm (Promissão) de espessura; a massa de 1.000 sementes variou de 29,78 (Assis) a 51,05 g (Bauru), ou seja, com variação entre 19.589 a 33.585 sementes por quilograma, respectivamente nestas procedências (Tabela 3). O número de sementes de cedro por quilograma das diferentes procedências está de acordo com o reportado na literatura. Assim, LORENZI (2008) menciona que um quilograma contém aproximadamente 21.000 sementes de cedro e de acordo com Castiglioni (1975) e Kuniyoshi (1983), citados por CARVALHO (2003), este número é de 14.700 a 56.818 unidades, respectivamente. Existe grande variabilidade nas características biométricas de frutos e sementes de espécies arbóreas, conforme relatado por vários autores. Esta variabilidade de tamanho e massa de sementes pode ser atribuída, tanto a causas ambientais quanto genéticas.

**Tabela 3.** Médias  $\pm$  desvio-padrão de comprimento (CS, mm), largura (LS, mm), espessura (ES,mm) e massa de 1000 sementes (M1000, g) de diferentes procedências de *Cedrela fissilis*.

Procedência	CS (mm)	LS (mm)	ES (mm)	M1000 (g)
Assis	10,76 $\pm$ 1,08	4,70 $\pm$ 0,42	1,00 $\pm$ 0,24	29,78 $\pm$ 0,86
Bauru	12,00 $\pm$ 1,26	6,19 $\pm$ 0,67	1,22 $\pm$ 0,19	51,05 $\pm$ 1,33
Mogi Guaçu	10,04 $\pm$ 1,20	5,19 $\pm$ 0,53	1,08 $\pm$ 0,19	29,79 $\pm$ 1,84
Pindorama	10,58 $\pm$ 1,07	5,23 $\pm$ 0,74	1,21 $\pm$ 0,21	33,08 $\pm$ 1,33
Piracicaba	11,66 $\pm$ 1,14	5,55 $\pm$ 0,57	0,97 $\pm$ 0,20	32,29 $\pm$ 0,73
Promissão	10,55 $\pm$ 1,88	5,49 $\pm$ 0,76	1,33 $\pm$ 0,28	39,20 $\pm$ 0,73

A maior porcentagem de germinação foi obtida na procedência de Assis, mas que não se diferenciou dos valores obtidos nas procedências de Bauru, Mogi Guaçu e Pindorama com 96%, 80%, 85% e 87% de germinação, respectivamente (Tabela 4). A procedência de Piracicaba apresentou a menor germinação, porém sem diferir ( $P < 0,05$ ) das procedências de Promissão e Bauru. A porcentagem de plântulas normais

apresentou resultados semelhantes ao observado para germinação, em que a procedência de Assis apresentou maiores valores que as procedências de Piracicaba e Promissão. A procedência de Piracicaba foi colhida em 2007, portanto apresentava-se com cerca de 3,5 anos de armazenamento, ao passo que os demais lotes foram colhidos em julho-agosto de 2010, ou seja, encontravam-se com seis meses de armazenamento. Isto pode ser a principal razão da baixa qualidade das sementes procedentes de Piracicaba. Diferenças na germinação de sementes de cedro coletadas em três locais foram reportadas por CHEROBINI (2006) que verificou maiores valores de germinação de sementes provenientes do Rio Grande do Sul (89%) e Santa Catarina (79%), em comparação às procedentes do Paraná (36%).

**Tabela 4.** Porcentagem de germinação (G) e de plântulas normais (PN), comprimento de raiz (CR), comprimento do hipocotilo (CH), índice de velocidade de germinação (IVG), massa seca de plântulas (MSP) obtidos a partir de sementes de diferentes procedências de *Cedrela fissilis*.

Procedência	G (%)	PN (%)	CR (cm)	CH (cm)	IVG	MSP (g)
Assis	96 a	87 a	4,21 a	3,99 ab	3,88 a	0,0197 bc
Bauru	80 abc	74 ab	3,17 abc	4,93 a	3,10 ab	0,0334 a
Mogi Guaçu	85 ab	75 ab	3,89 ab	3,54 bc	3,73 a	0,0180 c
Pindorama	87 ab	59 ab	2,77 bc	3,04 bc	3,02 ab	0,0210 bc
Piracicaba	66 c	47 b	2,23 c	3,50 bc	2,49 b	0,0230 bc
Promissão	73 bc	41 b	2,57 c	2,66 c	2,28 c	0,0218 bc
Valor de F	8,07**	4,39**	7,674**	9,32**	10,98**	45,01**
CV (%)	9,24	26,7	17,77	14,36	12,51	7,42
Média	81	64	3,14	3,61	3,08	0,0224

\*\* Valor significativo pelo teste F ( $P \leq 0,01$ ).

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No presente trabalho, as procedências de Assis e Mogi Guaçu apresentaram índice de velocidade de germinação superior aos das procedências de Piracicaba e

Promissão, porém sem diferenças estatísticas para as demais procedências. De modo similar CHEROBINI (2006) observou diferenças de velocidade de germinação entre as procedências de cedro, sendo o maior o índice de velocidade de germinação para sementes coletadas no Rio Grande do Sul (1,7) e o menor para sementes do Paraná (0,5).

Na Tabela 4, verificou-se que as sementes de Bauru apresentaram maior comprimento do hipocótilo e massa seca de plântulas, com 4,93 cm e 0,0334 g, respectivamente, sendo significativamente diferente das demais procedências, exceto para comprimento de hipocótilo em relação a procedência de Assis. Quanto ao comprimento de raízes, a procedência de Assis superou as procedências de Pindorama, Piracicaba e Promissão.

Verificou-se maior comprimento, massa de 1.000 sementes e largura nas sementes de Bauru e maior espessura nas de Promissão. As sementes de Bauru apresentaram melhor desempenho germinativo, juntamente com as de Assis. Esta última, por outro lado, juntamente com a procedência de Mogi Guaçu apresentaram menores valores de massa de 1.000 sementes. Diante disto, percebe-se que não houve relação entre o tamanho e, ou massa de sementes com a germinação, o que corrobora os resultados obtidos por AGUIAR et al. (1996) com sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. ALVES et al. (2005) concluíram que o tamanho não influenciou a germinação de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., mas apresentou ligação direta com o vigor, da mesma forma como observado para sementes de *Acacia Senegal* (L.) Willd., em que também não houve associação entre a germinação e o tamanho das sementes (FERREIRA & TORRES, 2000).

#### **4.2. Envelhecimento acelerado**

As procedências de sementes de cedro diferiram entre si ( $P \leq 0,01$ ) quanto às características avaliadas após o teste de envelhecimento acelerado (Tabela 5). Para algumas procedências como a de Assis e Mogi Guaçu, o envelhecimento acelerado não

acarretou diminuição na porcentagem de germinação ou de plântulas normais em relação às sementes não envelhecidas (Tabela 4, Figura 2); porém, para as demais procedências houve redução drástica não somente nestas, mas também nas outras características. CAMARGO et al. (2000) verificaram um decréscimo na taxa de germinação de sementes de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden quando envelhecidas artificialmente, da mesma forma como observado para sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan (GARCIA et al., 2004).

**Tabela 5.** Teor de água (TA), porcentagem de germinação (G), de plântulas normais (PN), comprimento de raiz (CR), comprimento do hipocotilo (CH), índice de velocidade de germinação (IVG), massa seca de plantulas (MSP), obtidos a partir de sementes de diferentes procedências de *Cedrela fissilis* após o envelhecimento acelerado a 45 °C por 48h.

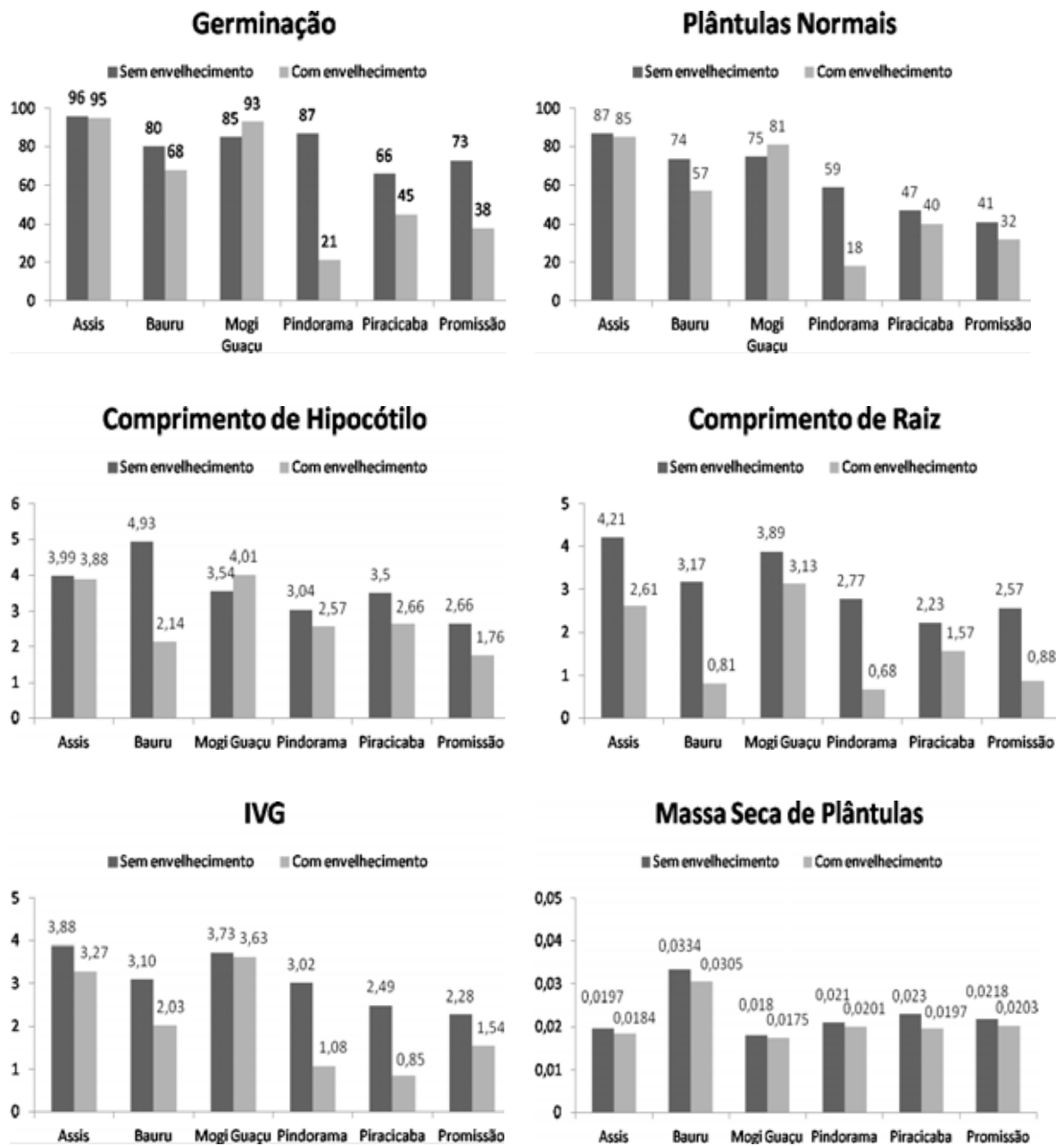
Procedência	TA (%)	G (%)	PN (%)	CR (cm)	CH(cm)	IVG	MSP (g)
Assis	19,8	95 a	85 a	2,61 a	3,88 ab	3,27 a	0,0184 b
Bauru	32,5	68 b	57 b	0,81 c	2,14 c	2,03 b	0,0305 a
Mogi Guaçu	35,1	93 a	81 a	3,13 a	4,01 a	3,63 a	0,0175 b
Pindorama	38,6	21 d	18 d	0,68 c	2,57c	1,08 cd	0,0201 b
Piracicaba	37,0	45 c	40 c	1,57 b	2,66 bc	0,85 d	0,0197 b
Promissão	34,9	38 c	32 cd	0,88 bc	1,76 c	1,54 bc	0,0203 b
Valor de F	-	69,12**	64,18**	42,15**	10,26**	103,57**	6,77**
CV (%)	-	12,17	12,94	19,71	20,19	10,92	17,27
Média	-	60	52	1,61	2,84	2,07	0,021

\*\* Valor significativo pelo teste F ( $P \leq 0,01$ ).

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O envelhecimento acelerado proporcionou maior discriminação da qualidade das sementes de cedro em relação ao teste de germinação com sementes não envelhecidas e identificou de forma mais clara a superioridade das procedências de Assis e de Mogi Guaçu em relação às demais. As procedências de Pindorama e Bauru, que no teste com sementes não envelhecidas foram classificadas entre as de

melhor desempenho, juntamente com as de Assis e Mogi Guaçu, após o envelhecimento apresentaram redução acentuada de desempenho, principalmente a de Pindorama, ficando entre as procedências de desempenho inferior.



**Figura 2.** Valores médios de comprimento de raiz, germinação, plântula normais, comprimento de parte aérea, índice de velocidade de germinação (IVG) e massa seca de plântulas obtidas de sementes de procedências de *Cedrela fissilis* submetidas ou não ao envelhecimento acelerado.

A procedência de Bauru proporcionou maior massa seca de plântulas, após o envelhecimento acelerado, comparativamente às demais procedências, porém apresentou germinação e tamanho de plântulas inferiores às procedências de Assis e Mogi Guaçu. Segundo NAKAGAWA (1999) para a correta avaliação da qualidade de sementes, é importante que os resultados de crescimento de plântulas sejam relacionados aos de porcentagem de germinação, pois há situações em que o lote apresenta alta porcentagem de germinação e baixo valor de desempenho médio de plântula, como também o contrário.

Segundo a AOSA (1983), a massa massa seca de plântulas tende a proporcionar maior diferenciação do vigor de lotes de sementes, pois é um teste com capacidade de detectar pequenas diferenças em vigor devidas ao genótipo, ao tamanho e ao local de produção das sementes. Contudo, no presente trabalho esta afirmação não foi confirmada, sendo esta característica a que menos diferenciou as procedências de sementes de cedro após o envelhecimento acelerado além de diferenciar de forma não consistente com a porcentagem de germinação e de plântulas normais. A procedência de Bauru foi a que apresentou maior massa seca de 1.000 sementes (Tabela 3), o que pode ter contribuído para a transferência dessa massa seca para as plântulas formadas, tanto no teste de germinação com sementes não envelhecidas (Tabela 4) quanto com sementes envelhecidas (Tabela 5).

Os coeficientes de variação experimental foram relativamente altos para alguns dos caracteres analisados (Tabela 4 e 5), o que tem sido comum em trabalhos com espécies arbóreas nativas, possivelmente devido à alta variabilidade presente nos lotes em termos de maturação, tamanho e massa de sementes (BONNER, 1998). VALADARES & PAULA (2008), estudando sementes de *Poecilanthe parviflora* Bentham também encontraram altos valores de coeficiente de variação para as características de massa seca de plântulas e porcentagem de plântulas normais. Pode-se considerar que as diferenças genéticas entre e dentro das procedências de sementes oriundas de populações silvestres estão entre as principais causas dos altos valores dos coeficientes de variação encontrados, assim como as diferenças ambientais. Em



espécies alógamas cada semente obtida por polinização livre representa um genótipo, portanto sendo uma importante causa de variabilidade nos resultados.

#### 4.3. Condutividade elétrica

No teste de condutividade elétrica (Tabela 6), com duas horas de embebição já foi possível a diferenciação das procedências de cedro. De modo Independente do período de embebição, a procedência de Assis sempre apresentou menor condutividade elétrica, porém sem diferir das procedências de Promissão, Pindorama e Bauru, à exceção do período 120 h de embebição em relação à procedência de Bauru; as procedências de Mogi Guaçu e Piracicaba, em geral, apresentaram os maiores valores de condutividade.

Tomados de forma isolada, os resultados de condutividade elétrica levariam à identificação das procedências de Assis, Promissão, Pindorama e Bauru, como as de melhor qualidade das sementes pois apresentaram menores valores de condutividade e, portanto, maior integridade e organização do sistema de membranas, e as de Mogi Guaçu e Piracicaba, como as de qualidade inferior. Contudo, esses resultados não são suportados plenamente pelos obtidos nos testes de germinação e de envelhecimento acelerado (Tabelas 4 e 5).

Procedências consideradas de alta qualidade pelo teste de germinação foram classificadas como de vigor médio a regular pelo teste de condutividade elétrica. Esses resultados indicam que apontam que o teste de condutividade elétrica não se relaciona de forma consistente com o teste de germinação, de modo similar ao verificado por GONÇALVES et al. (2008) para sementes de diferentes procedências de *Guazuma ulmifolia*, concluíram que o teste de condutividade elétrica não se mostrou adequado para avaliação do potencial fisiológico de necessitando de mais estudos para adequação do teste para a espécie. Resultados semelhantes foram obtidos por TESSER (2005) para sementes de *Solanum granuloso-leprosum* Dunal. e *Solanum lycocarpum* A. St. Hill.

**Tabela 6.** Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) de sementes de procedências de *Cedrela fissilis* nos diferentes períodos de embebição em 75 mL de água a 25 °C.

	Assis	Bauru	Mogi Guaçu	Pindorama	Piracicaba	Promissão
2 h	45,25 a	82,68 abc	117,855 c	54,37 ab	98,14 bc	49,57 a
4 h	59,70 a	98,03 abc	129,19 c	70,52 ab	113,31bc	62,98 a
6 h	69,88 a	110,44 abc	135,60 c	85,46 ab	124,85 bc	75,68 a
12 h	91,31 a	128,57 ab	151,13 b	106,86 ab	150,06 b	90,23 a
24 h	104,75 a	136,42 ab	157,30 bc	122,47 ab	186,94 c	100,91 a
48 h	125,38 a	150,98 ab	179,26 b	140,40 ab	234,24 c	118,63 a
72 h	143,79 a	170,25 ab	206,15 b	165,38 ab	282,01 c	132,70 a
96 h	156,07 a	189,88 ab	216,02 b	188,56 ab	338,35 c	156,07 a
120 h	162,81 a	222,49 bc	243,80 c	209,29 abc	399,76 d	177,18 ab

Valor de  $F_{(\text{Lote})} = 37,984^{**}$

Valor de  $F_{(\text{Período})} = 186,561^{**}$

Valor de  $F_{(\text{Lote} \times \text{Período})} = 6,875^{**}$

$CV_{\text{parcela}} (\%) = 28,04$  e  $CV_{\text{subparcela}} (\%) = 13,74$

Médias seguidas por uma mesma letra, na linha, não diferem ( $P > 0,05$ ) pelo teste Tukey.

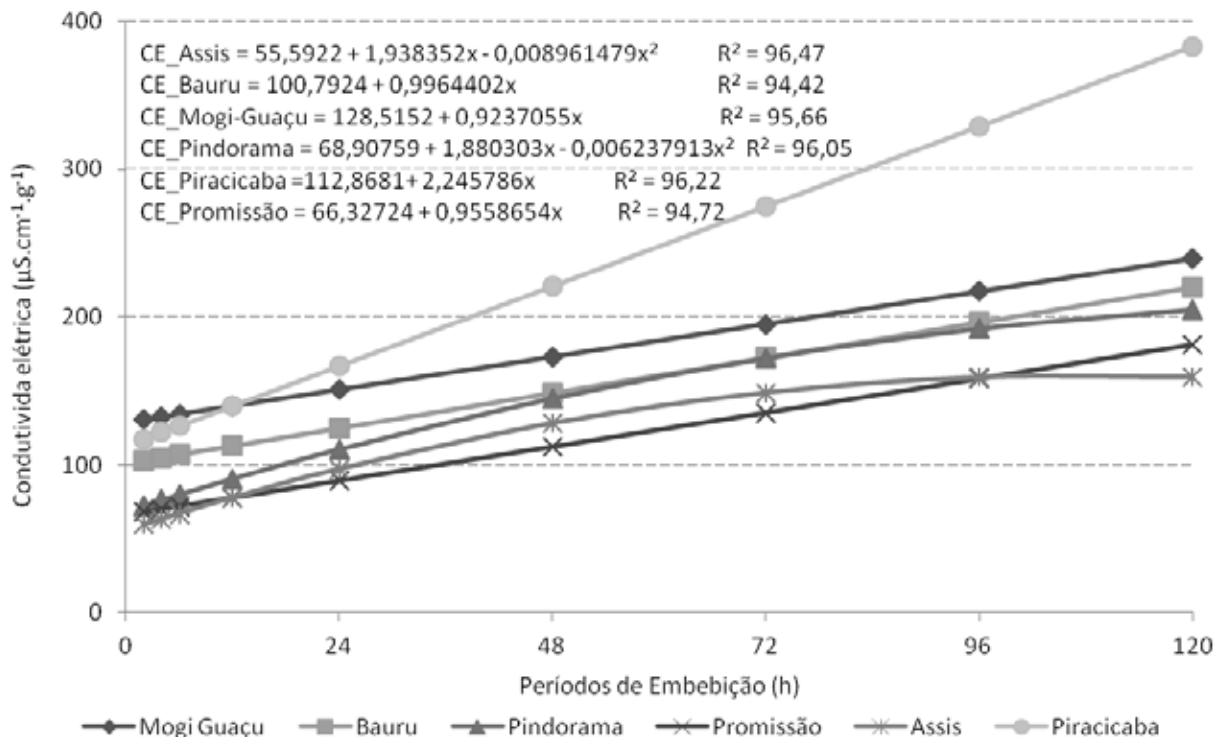
Em estudo com sementes de *Jatropha curcas* L., DOURADO (2009) encontrou que o teste de condutividade elétrica não foi eficiente para diferenciar os genótipos estudados. Por outro lado, CHEROBINI (2006) em estudo com sementes de cedro, encontrou que o teste de condutividade elétrica apontou diferenças entre os locais de coleta, permitindo diferenciar os lotes mais vigorosos, de forma consistente aos resultados do teste de germinação. Também com sementes de cedro, BORGES et al. (1990) observaram que o teste de condutividade elétrica foi eficiente para avaliar a qualidade fisiológica das sementes após o envelhecimento acelerado. Em sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex. Benth, MARQUES et al. (2002) encontraram alta correlação negativa entre os resultados do teste de condutividade elétrica com os de

germinação, em condições de laboratório de viveiro, evidenciando, portanto, que o teste de condutividade elétrica foi promissor para classificar os lotes de sementes dessa espécie.

Segundo SOTO GONZALES et al. (2009), o teste de condutividade realizado com espécies florestais, sem domesticação e melhoramento, dificilmente terá o mesmo desempenho verificado para sementes de grandes culturas. Por outro lado, o mesmo constitui-se numa ferramenta que pode auxiliar, em combinação com outros testes, na identificação de lotes de diferentes qualidades fisiológicas.

De forma geral, os resultados obtidos indicam um aumento progressivo dos lixiviados com o decorrer do período de embebição (Tabela 6; Figura 3), o que mostra coerência com as observações feitas por DIAS et al. (1998) e MARQUES et al. (2002). Até 12 h de embebição as procedências apresentaram padrão semelhante de lixiviação, comportamento este mantido até 120 h, exceto para a procedência de Piracicaba, que a partir de 24 h de embebição apresentou aumento expressivo na quantidade de lixiviados, e da procedência de Assis que manteve a quantidade de lixiviados a partir de 72 h.

Diferenças na condutividade elétrica entre procedências de sementes florestais podem ser causadas tanto por diferenças genéticas quanto ambientais (BONNER, 1988), o que dificulta, por exemplo, o uso deste teste para comparar lotes de locais distintos. Estas variações causariam, por exemplo, diferenças na composição química das sementes, alterando o padrão de lixiviação, fazendo com que lotes (ou procedências) com germinação distinta apresentem comportamento não consistente no padrão de liberação de exsudados.



**Figura 3.** Condutividade elétrica (CE,  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) de sementes de diferentes procedências de *Cedrela fissilis* em função de diferentes períodos de embebição em 75 mL de água a 25 °C.

#### 4.4. Germinação sob estresse hídrico

As equações estimadoras das características avaliadas para as procedências de *Cedrela fissilis* submetidos a diferentes potenciais hídricos em PEG 6000, são apresentadas na Tabela 7 e nas Figuras 4, 5 e 6

**Tabela 7.** Equações que estimam a germinação (G), plântulas normais (PN), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de raiz (CR, cm) e de hipocótilo (CH, cm) e massa seca (MS, g/planta) de plântulas obtidas de sementes de procedências de *Cedrela fissilis* submetidos a diferentes potenciais hídricos (-MPa) em PEG 6000.

Equações		
Procedência	Germinação (G)	R <sup>2</sup>
Assis	$G=99,7543/1+e^{-7,3684(X-0,44581)}$	0,974
Bauru	$G=80,000/1+e^{-6,10469(X-0,30897)}$	0,920
Mogi Guaçu	$G=92,0228/1+e^{-12,29882(X-0,53049)}$	0,940
Pindorama	$G=85,02917/1+e^{-8,23511(X-0,43557)}$	0,967
Piracicaba	$G=63,36817/1+e^{-12,04674(X-0,33197)}$	0,969
Promissão	$G=55,0254/1+e^{-11,94383(X-0,58319)}$	0,990
Procedência	Plântulas Normais (PN)	R <sup>2</sup>
Assis	$PN=96,96578/1+e^{-30,40024(X-0,16048)}$	0,999
Bauru	$PN=70,000/1+e^{-23,7236(X-0,08399)}$	0,975
Mogi Guaçu	$PN=96,80674/1+e^{-14,34796(X-0,18103)}$	1,000
Pindorama	$PN=95,33977/1+e^{-28,89422(X-0,08115)}$	0,971
Piracicaba	$PN=54,83949/1+e^{-21,67262(X-0,20016)}$	1,000
Promissão	$PN=38,000/1+e^{-23,658687(X-0,09819)}$	0,986
Procedência	Índice de Velocidade de Germinação (IVG)	R <sup>2</sup>
Assis	$IVG=-0,23239+4,47012.e^{-X/0,3512}$	0,986
Bauru	$IVG=-0,0813+2,88899.e^{-X/0,28206}$	0,975
Mogi Guaçu	$IVG=-0,064571+5,04374.e^{-X/0,48549}$	0,970
Pindorama	$IVG=-0,2217+3,33111.e^{-X/0,37296}$	0,958
Piracicaba	$IVG=-0,17829+3,07943.e^{-X/0,31362}$	0,961
Promissão	$IVG=-1,00116+2,91211.e^{-X/0,97933}$	0,949
Procedência	Comprimento do Hipocótilo (CH)	R <sup>2</sup>
Assis	$CH=-0,0461+5,2296.e^{-X/0,126}$	0,985
Bauru	$CH=-0,228+5,0293.e^{-X/0,19402}$	0,929
Mogi Guaçu	$CH=0,15344+5,2788.e^{-X/0,22433}$	0,969
Pindorama	$CH=0,0223+3,844.e^{-X/0,08413}$	0,968
Piracicaba	$CH=-0,13942+3,92878.e^{-X/0,08775}$	0,954
Promissão	$CH=-0,04282+4,0742.e^{-X/0,08775}$	0,989

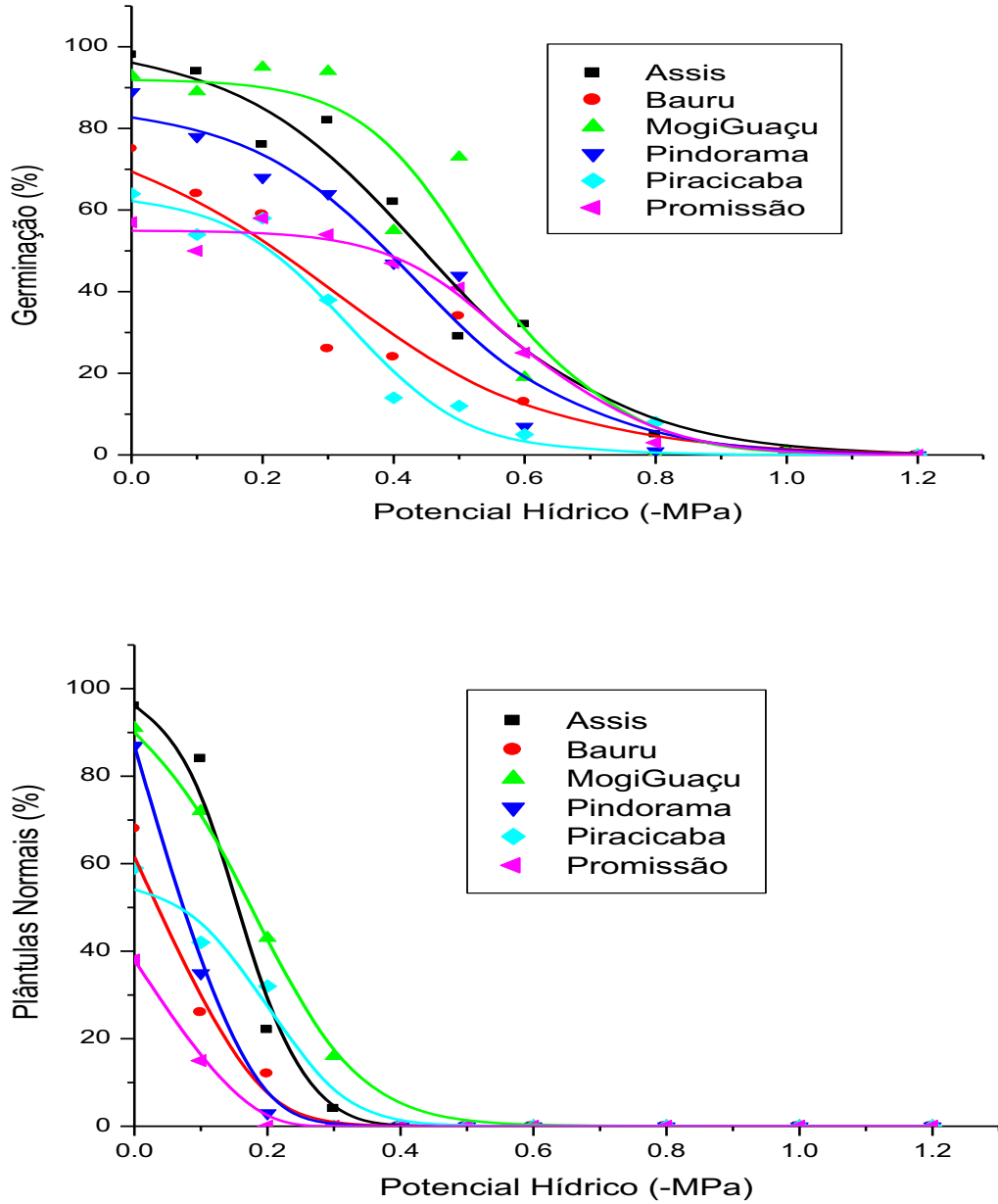
continua....

**Tabela 7.** ...continuação

Procedência	Comprimento da Raiz (CR)	R <sup>2</sup>
Assis	$CR=-0,12546+4,8627.e^{-X/0,2763}$	0,996
Bauru	$CR=-0,20779+2,69653.e^{-X/0,3718}$	0,943
Mogi Guaçu	$CR=-0,14253+5,07653.e^{-X/0,29939}$	0,992
Pindorama	$CR=0,00018+3,04539.e^{-X/0,2463}$	0,948
Piracicaba	$CR=-0,10746+3,72704.e^{-X/0,2618}$	0,996
Promissão	$CR=-0,11934+2,38172.e^{-X/0,33508}$	0,987
Procedência	Massa Seca de Plântulas (MSP)	R <sup>2</sup>
Assis	$MSP=-0,00111+0,02338.e^{-X/0,20819}$	0,888
Bauru	$MSP=-0,00221+0,03883.e^{-X/0,21386}$	0,873
Mogi Guaçu	$MSP=-0,00297+0,02519.e^{-X/0,37158}$	0,840
Pindorama	$MSP=-0,00031+0,02100.e^{-X/0,10928}$	0,990
Piracicaba	$MSP=-0,00169+0,02608.e^{-X/0,23747}$	0,858
Promissão	$MSP=-0,00340+0,02241.e^{-X/0,09658}$	0,976

De um modo geral, a germinação das sementes provenientes de todas as procedências decresceu à medida que o potencial hídrico diminuiu (Figura 4). A procedência de Assis foi a que obteve o valor máximo de germinação (99,75%) seguida de Mogi Guaçu com (92,02%), porém em relação a taxa de redução os maiores valores foram obtidos com as procedências de Mogi Guaçu, seguido de Piracicaba e Promissão. Com relação ao valor dos potenciais hídricos que proporcionam redução de 50% da germinação, os menores valores foram estimados para as procedências de Promissão (-0,58 MPa) seguido de Mogi Guaçu (-0,53 MPa), portanto, estas procedências mostraram-se menos sensíveis ao estresse hídrico. Assim, apesar da baixa porcentagem de germinação das sementes de Promissão, esta procedência apresentou baixa sensibilidade ao estresse hídrico, o que pode ser devido ao fato de as sementes que conseguiram germinar serem vigorosas.

Em relação a porcentagem de plântulas normais (Figura 4), o comportamento foi similar ao da germinação sendo os melhores resultados obtidos para a procedência de Assis (96,96%) seguido de Mogi Guaçu (96,80%) e Pindorama (95,33%). As taxas de redução na porcentagem de plântulas normais, em geral, situaram-se acima de 21,67



**Figura 4 .** Desempenho germinativo e plântulas normais de sementes de procedências de *Cedrela fissilis* submetidas a diferentes potenciais hídricos com polietilenoglicol (PEG 6000).

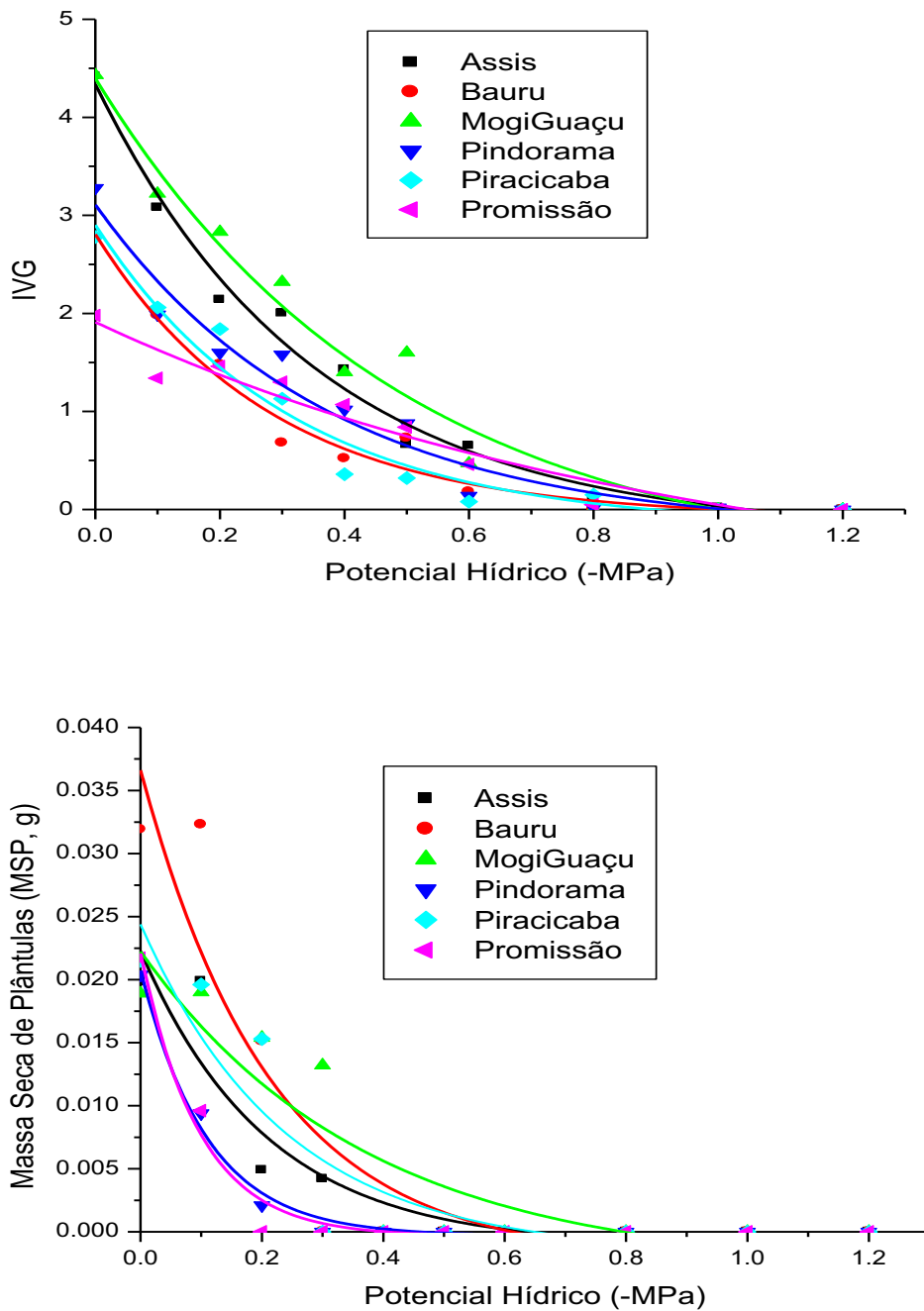
(Piracicaba), exceto para Mogi Guaçu em que a taxa de redução foi de 14,34. A procedência de Piracicaba foi a que apresentou menor sensibilidade ao estresse hídrico, sendo o potencial de -0,200 MPa suficiente para reduzir em 50% a formação de plântulas normais, seguida da procedência de Mogi Guaçu (-0,181MPa) e de Assis (-0,16 MPa). Para as demais procedências a sensibilidade para a formação de plântulas normais se dá em potenciais relativamente altos ( $> -0,1$  MPa). Pode-se observar também, que a partir de -0,5 MPa não há mais a presença de plantulas normais (Figura 4).

Os maiores índices de velocidade de germinação (Figura 5) foram obtidos pela procedência de Mogi Guaçu seguido de Assis. Porém, em relação a taxa de redução do IVG, a procedência de Promissão se destacou pois apresentou menos sensível ao estresse hídrico para reduzir em 50% os valores iniciais desta característica. O estresse hídrico é capaz de reduzir tanto a porcentagem como a velocidade de germinação. As respostas das sementes a essas condições de estresse são as mais variadas possíveis, desde aquelas mais sensíveis, até as mais tolerantes (BEWLEY & BLACK, 1994; CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

Sementes de *Pterogyne nitens* Tul., por exemplo, incubadas em soluções de PEG, tiveram sua germinabilidade e velocidade de germinação diminuídos em potenciais hídricos a partir de -0,6 e -0,4 MPa, respectivamente (NASSIF & PEREZ, 1997). Em sementes de *Plantago ovata* Forsk., o estresse hídrico induzido por PEG 6000 reduziu a porcentagem e velocidade de germinação das sementes nos potenciais a partir de -0,2 MPa, sendo totalmente inibida nos potenciais de -0,6 e -0,8 MPa (SOUSA et al., 2008). Já as sementes de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke), apresentaram um limite de tolerância ao estresse hídrico muito pequeno, entre -0,2 e -0,3 MPa (BRAGA et al., 2007). *Senna spectabilis* (DC.) Irwin et Barn é considerada por JELLER & PEREZ (2001), como uma espécie pouco tolerante ao estresse hídrico, pois o limite máximo de germinabilidade das sementes encontra-se a -0,7 MPa, com ausência de germinação a -0,8 MPa com a utilização de PEG 6000.

Em relação a massa seca de plântulas (Figura 5) o melhor desempenho foi da procedência de Bauru com 0,0366 g. Em todos os testes avaliados essa procedência



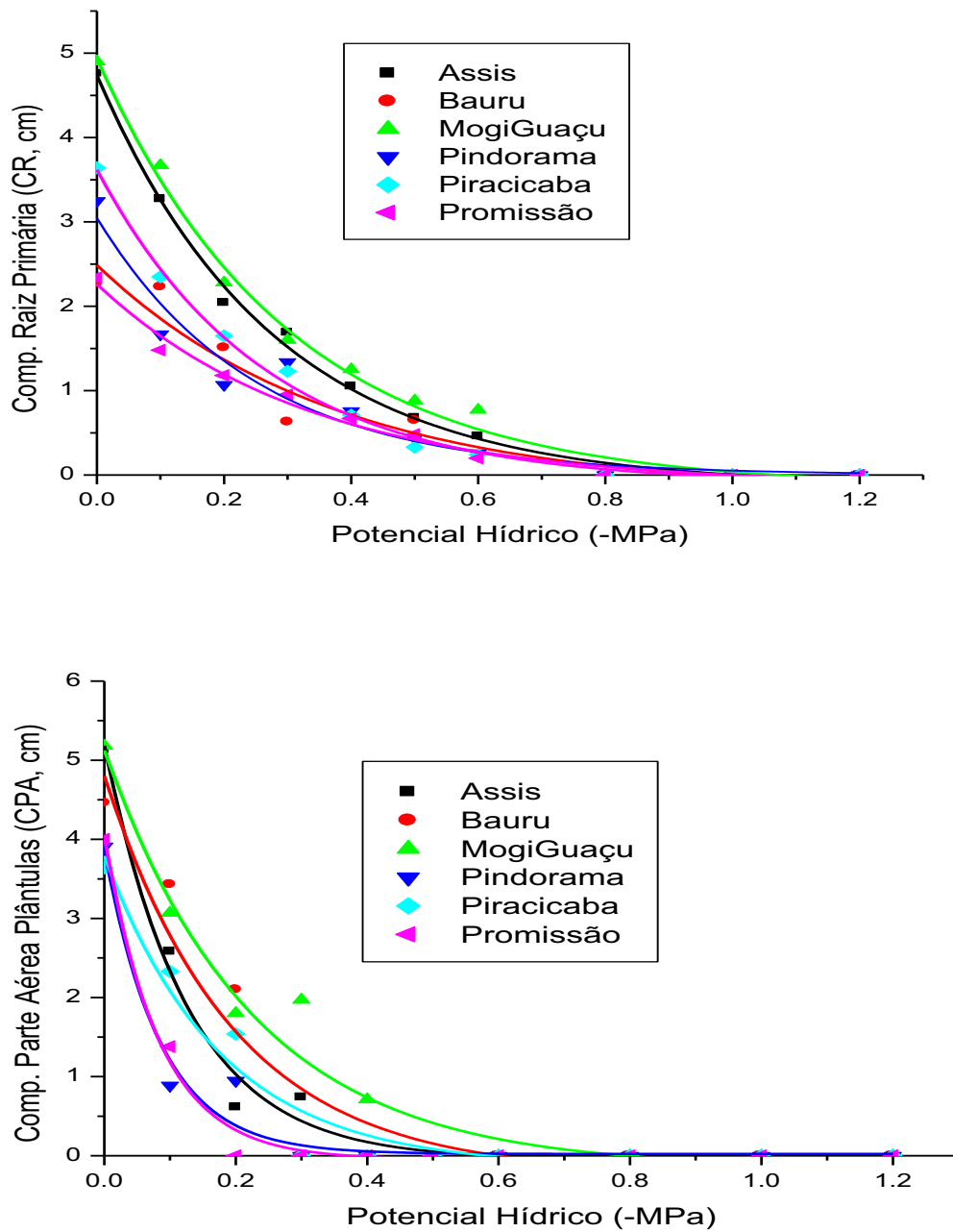


**Figura 5.** Índice de velocidade de germinação (IVG) e massa seca de plântulas obtidos a partir de sementes de procedências de *Cedrela fissilis* submetidas a diferentes potenciais hídricos com polietilenoglicol (PEG 6000).

sempre proporcionou os maiores valores de massa seca. A redução da massa seca de plântulas em função da restrição hídrica se dá devido à demanda dos processos fisiológicos e biológicos ou pela dificuldade de hidrólise e a mobilização das reservas armazenadas nas sementes (BEWLEY & BLACK, 1994). BRACCINI et al. (1996) trabalhando com sementes de soja encontraram redução progressiva na massa seca de plântulas em diferentes lotes.

Houve decréscimo tanto no comprimento de raiz quanto no comprimento de hipocótilo, conforme diminuiu o potencial hídrico da solução, porém a redução do comprimento do hipocótilo foi maior do que a do comprimento de raiz (Figura 6). Segundo ÁVILA et al. (2007), este efeito se deve ao fato de que plantas submetidas ao estresse hídrico apresentam maior desenvolvimento do sistema radicular para poder absorver água em maiores profundidades. Assim, o comprimento da raiz é considerado uma eficiente característica indicadora da tolerância ao estresse hídrico.

A diminuição nos valores das características avaliadas à medida que o potencial hídrico decresce está associada à redução da quantidade de água absorvida pelas sementes, desencadeando um processo inibitório na síntese e ou atividade de enzimas hidrolíticas necessárias à germinação. Desta maneira, a restrição hídrica ao afetar o alongamento celular e a síntese de parede, compromete os processos fisiológicos e bioquímicos das sementes (MORAES & MENEZES, 2003), fazendo com que a germinação ocorra ou não, de modo que para cada espécie existe um valor de potencial hídrico no solo abaixo do qual a germinação não ocorre. No presente caso, observou-se que valores abaixo de  $-0,8$  MPa, em geral, são suficientes para inibir completamente a germinação, IVG e comprimento de raiz, ao passo que a formação de plântulas normais, o comprimento do hipocótilo e a massa seca de plântulas são seriamente prejudicadas em potenciais maiores ( $-0,4$  MPa). Esses limites, contudo, variam em função da procedência de sementes, sendo as procedências de Assis e Mogi Guaçu as que apresentaram melhor desempenho sob estresse hídrico.



**Figura 6.** Comprimento de raízes e do hipocótilo obtidos a partir de sementes de procedências de *Cedrela fissilis* submetidas a diferentes potenciais hídricos com polietilenoglicol (PEG 6000).

## 5. CONCLUSÃO

Sementes de *Cedrela fissilis* de diferentes procedências apresentam ampla variabilidade nas suas características biométricas, desempenho germinativo e vigor.

O teste de envelhecimento acelerado foi eficiente para avaliação da qualidade fisiológica das sementes de *C. fissilis*.

A tolerância de sementes de *C. fissilis* ao estresse hídrico simulado com PEG 6000 é variável entre as procedências, mas em geral, a formação de plântulas normais é inibida a partir de potenciais hídricos inferiores a -0,4 MPa.

## 6. REFERÊNCIAS

- ABREU, D.C.A. **Germinação e caracterização morfológica de *Allophylus edulis* (S. Hil.) Radlk. e *Drimys brasiliensis* Miers**. Curitiba, 2002. 91f Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- AGUIAR, F.F.A.; KANASHIRO, S.; BARBEDO, C.J.; SEMACO, M.. Influência do tamanho sobre a germinação de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n. 2, p.283-285, 1996.
- ALVES, R.M.; GARCIA, A.A.G.F.; CRUZ, E.D.; FILGUEIRA, A. Seleção de descritores botânico-agronômicos para caracterização de germoplasma de cupuaçuzeiro, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.7, p.807-818, 2003.
- ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.A.; OLIVEIRA, A.P.; ALVES, A.U.; ALVES, A.U.; PAULA, R.C. Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.877-885, 2005.
- AOSA. Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93p. (Contribution, 32).
- ARAÚJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M.; PAULA, R.C. Caracterização morfológica de frutos, sementes e desenvolvimento pós seminal de Monjoleiro (*Acacia polyphylla* DC.), **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.1, p.203-211, 2002.
- ARAÚJO, E.C.; MENDONÇA, A.V.R.; BARROSO, D.G.; LAMÔNICA, K.R.; SILVA, R.F. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n.1, p.104-109, 2004.

ARRIEL, E. F.; PAULA, R. C.; BAKKE, O. A.; ARRIEL, N. H. C. Divergência genética em *Cnidocolus phyllacanthus* (MART.) Pax et K. Hoffm. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, p. 813 - 822, 2004.

ARRIEL, E.F.; PAULA, R.C.; BAKKE, O.A.; SANTOS, D.R.; ARRIEL, N.H.C. Divergência genética entre matrizes de favelaria usando caracteres biométricos de frutos e sementes. **Caatinga**, Mossoró, v.18, n.4, p.219-225, 2005.

ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIN, C.A.; FAGLIARI, J.R.; SANTOS J.L. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007.

BANSAL, R.P.; BHATI, P.R.; SEN, D.N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. **Biologia Plantarum**, Praha, v.22, p.327-331, 1980.

BARBIERI, R.L.; LEITE, D.L.; CHOER, E.; SINIGAGLIA, C. Divergência genética entre populações de cebola com base em marcadores morfológicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, p.303-308, 2005.

BARBOSA, L.M.; BARBOSA, J.M.; BARBOSA, K.C.; POTOMATI, A.; MARTINS, S.E.; ASPERTI, L.M.; MELO, A.C.G.; CARRASCO, P.G.; CASTANHEIRA, S.A.; PILIACKAS, J.M. Recuperação florestal com espécies nativas no estado de São Paulo: Pesquisas Apontam Mudanças Necessárias. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v. 6, n. 14, p. 28 - 34, 2003.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds**: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. London: Academic Press, 1998. 666p.

BELLO, E.P.B.C.S.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; GUIMARÃES, S.C.; MENDONÇA, E.A.F. Germinação de sementes de *Amburana acreana* (Ducke) submetidas a diferentes condições de temperatura e de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 30 , n. 3, p. 16-24, 2008.

BENEDITO, C.P.; RIBEIRO, M.C.C.; TORRES, S.B. Salinidade na germinação e no desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* LAM.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 03, p. 463-467, 2008.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. New York: Prenum Press, 1994. 445p.

BLAKE, T.J. Transplanting shock in white spruce: Effect of cold storage and root pruning on water relations and stomatal conditioning. **Plant Physiology**, Lancaster, v.57, p.210-216, 1993.

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

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V.; **Melhoramento de plantas**. Viçosa UFV 4 ed, 2005. 525p.

BORGES, E.E.L.; CASTRO, J.L.D.; BORGES, R.C.G. Avaliação fisiologica de sementes de Cedro submetidas ao envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasilia, v. 12, n. 1, p. 56-62, 1990.

BORGES, E.E.L.; VASCONCELOS, P.C.S.; CARVALHO, D.V.; BORGES, R.C.G. Estudos preliminares sobre o efeito do estresse hídrico na germinação de sementes de

jacarandá- da-bahia (*Dalbergia nigra*) e cedro-rosa (*Cedrela fissilis*). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.2, p.115- 118, 1991.

BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: Aguiar, I.B.; Piña-Rodrigues, F.C.M.; Figliolia, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993.Cap.3, p. 133- 135.

BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A.C.; MALAVASI, M.M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel. (baru). **Cerne**, Lavras, v.6, n.1, p.9-18, 2000.

BOVI, M.L.A.; MARTINS, C.C.; SPIERING, S.H. Desidratação de sementes de quarto lotes de pupunheira: efeitos sobre a germinação e o vigor. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.109-112, 2004.

BRACCINI, A.L. RUIZ, H.A.; BRACCINI, M.C.L.; REIS, M.S. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietilenoglicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 18, n. 01, p. 10-16, 1996.

BRAGA, L.F. SOUZA, M.P.; BRAGA, J.F.; SÁ, M.E. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 21, n. 02, p. 95-102, 1999.

BRAGA, L.F.; CARVALHO, A.B.; SOUSA, M.P.; LIMA, G.P.P.; GONÇALVES, A.N. Aplicação de poliaminas em sementes de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke durante a germinação sob estresse hídrico. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.5, n.1, p.27-35, 2007.



BRADFORD, K.J. Water stress and the water relations of seed development: a critical review. **Crop Science**, Madison, v.34, n.15, p.02-11, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura e reforma Agrária. **Regras para análises de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 398p.

CALBO, M.E.R.; MORAES, J.A.P.V. Efeitos da deficiência de água em plantas de *Euterpe oleracea* (açai). **Revista Brasileira de Botânica**, v.23, p.225-230, 2000.

CAMARGO, M.L.P.; MORI, E.S.; MELLO, E.J.; ODA, S.; LIMA, G.P. Atividade enzimática em plântulas de *Eucalyptus grandis* provenientes de sementes envelhecidas artificialmente e naturalmente. **Ciência Florestal**, v.10, n.2, p.113-122, 2000.

CAMBRAIA, J. Aspectos bioquímicos, celulares e fisiológicos dos estresses nutricionais em plantas. In: NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, E.L.; WILLADINO, L.G.; CAVALCANTE, U.M.T.; (Ed.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. p.95-105.

CARVALHO, N.M. Vigor de Sementes. In: CÍCERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. (Coord.). **Atualização em Produção de Sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.207-223.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003.

CASPER, C.; EICKMEIER, W.G.; OSMOND, C.B. Changes of fluorescence and xanthophylls pigments during dehydration in the resurrection plant *Selaginella lepidophylla* in low and medium light intensities. **Oecologia**, v.94, p.528-533, 1993.

CASTELLANI, E.D. **Caracterização e ecofisiologia de sementes de três espécies arbóreas do gênero *Solanum* L.** 2003. 200p. Tese (Doutorado em Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

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

CHAVES, M.M.; PEREIRA, J.S.; MAROCO, J.; RODRIGUES, M.L.; RICARDO, P.P.; OSÓRIO, M.L.; CARVALHO, I.; FARIA, T.; PINHEIRO, C. How plants cope with water stress in the field. Photosynthesis and growth. **Annals of Botany**, v.89, p.907-916, 2002.

CHEROBINI, E.A.N. **Avaliação da qualidade de sementes de espécies florestais nativas.** 2008. 104f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

COSTA, P. et al. Estresse hídrico induzido por manitol em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 01, p. 105-113, 2004.

COPELAND, L.O.; MacDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology.** 3ed. New York: Chapman & Hall, 1995. 409p.

CROMARTY, A.S.; ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H. **Design of seed storage facilities for genetic conservation**. Rome: International Board of Plant Genetic Resources, 1985. 100p.

CRUZ, E.D.; CARVALHO, J.E.U. Biometria de frutos e sementes e germinação de curupixá (*Micropholis* cf. *venulosa* Mart. & Eichler – Sapotaceae). **Acta Amazônica**, Manaus, v.33, n.3, p.389-398, 2003.

CRUZ, E. D.; MARTINS, F. O.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 161 – 165, 2001.

DANTAS, B. F.; RIBEIRO, I.S.; ARAGÃO, C.A. Germination, initial growth and cotyledon protein content of bean cultivars under salinity stress. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 02, p. 106-110, 2007.

DELOUCHE, J.C. An accelerated aging technique for predicting relative storability of crimson clover and tall fescue seed lots. **Agronomy Abstracts**, 1965, p.40, 1965.

DIAS, D.C.F.S.; VIEIRA, A.N.; BHÉRING, M.C. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: feijão de vagem e quiabo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.408-413, 1998.

DONADIO, N.M.M.; DEMATÊ, M.E.S.P. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de Sapuva (*Machaerium stipitatum* (DC.) Vog) – Fabaceae, **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v.22, n.1, p.193-199, 2000.

DOURADO, F.W.N. **Avaliação da qualidade de sementes e plântulas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)** Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do

Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, 2009., 2009.

DUTRA, A.S. MEDEIROS-FILHO, S. DINIZ, F.O. et al. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Senna siamea*(Lam.) H.S. Irwin & Barneby **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v.38, n.3, p.280-285, Jul.-Set., 2007.

EDWARDS, D.G.W. Forest tree seeds at the end of the 20th century: major accomplishments and needs. In: KRISHNAPILLAY, B.; SOEPADMO, E.; ARSHAD, N. L.; WONG, A.; APPANAH, S.; CHIK, S. W.; MANOKARAN, N.; TONG, H. L.; CHOON, K. K. (Eds.). **International Union of Forestry Research Organization**, IUFRO, Kuala Lumpur, Malaysia, IUFRO WORLD CONGRESS, v.21, n.1, p.54. 2000.

FARIAS NETO, J.T.; OLIVEIRA, M.S.P. Divergência genética entre acessos de tucumanzeiro (*Astrocarym vulgare* Mart.) para caracteres do fruto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, XVII., Belém, 2002. **Anais...** Belém: SBF, 2002.

FARIA, R.A.P.G.; SILVA, A.N.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; COELHO, M.F.B. Características biométricas e emergência de plântulas de *Brosimum gaudichaudii* Tréc. oriundas de diferentes procedências do cerrado mato-grossense. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, Botucatu, v.11, n.4, p.414-421, 2009.

FARQUHAR, G.D.; SHARKEY, T.D. Stomatal conductance and photosynthesis. **Annual Review of Plant Physiology**, v.33, p.317-345, 1982.

FERREIRA, M.; ARAUJO, A. J. Procedimentos e recomendações para testes de procedências. Curitiba, **EMBRAPA/URPFCS**. 28p. 1981. (Documentos, 6).

FERREIRA, M.G.R.; TORRES, S.B. Influência do tamanho das sementes na germinação e no vigor de plântulas de *Acacia senegal* (L.) Willd. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n. 1, p.271-275, 2000.

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

FONSECA, N.R. **Qualidade fisiológica e desempenho agrônômico de soja em função do tamanho das sementes**. 2007. 68p. Tese (Doutorado em Agronomia (Agricultura)) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

FURTADO, R. F.; MANO, A.R.O.; ALVES, C.R FREITAS, S.M.; MEDEIROS-FILHO, S. Efeito da salinidade na germinação de sementes de algodão. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 38, n.02, p. 224-227, 2007.

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.

GANDARA, F.B. **Diversidade genética, taxa de cruzamento e estrutura espacial dos genótipos em uma população de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae)**. 1996. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

GEBREKIRSTOS, A.; TEKETAY, D.; FETENE, M.; MITLOHNER, R. Adaptation of five co-occurring tree and shrub species to water stress and its implication in restoration of degraded lands. **Forest Ecology and Management**, Lawrence, v.229, p.259-267, 2006.

GONÇALVES, E. P.; PAULA, R. C.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Teste de vigor em sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.29, n.2, p.265-276, 2008.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. (Ed.) **Handbook of vigour test methods**. Zurich: The International Seed Testing Association. 3. ed. 1995. 117p.

HARDEGREE, S.P.; EMMERICH, W.E. Effect of polyethylene glycol exclusion on the water potential of solution saturated filter paper. **Plant Physiology**, Lancaster, v.92, p.462-466, 1990.

HASEGAWA, P.M.; BRESSAN, R.A.; HANDA, S.; HANDA, A.K. Cellular mechanisms of tolerance to water stress. **Hortscience**, Alexandria, v.19, n.3, p.371-377, 1984.

HEYWOOD, V.H. **Flowering plants of the world**. New York: Mayflower Books, 1978. 335p..

JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos dos estresses hídrico e salino e da ação de giberelina em sementes de *Senna spectabilis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 93-104. 2001.

KAGEYAMA, P.Y. Variação genética entre procedências de *Pinus oocarpa* Schiede na região de Agudos, SP. Piracicaba, 1977. 83p. (Tese-Mestrado-ESALQ).

KAGEYAMA, P.Y.; SEBBEN, A.M.; RIBAS, L.A.; GANDARA, F.B.; CASTELLEN, M.; PERECIM, M.B.; VENCOVSKY, R. Diversidade genética em espécies arbóreas tropicais de diferentes estágios sucessionais por marcadores genéticos. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v.64, p.93-107, 2003.

KALIL FILHO, N.A.; SANTOS, A.F.; CARVALHO, A.P.; MEDEIROS, A.C.; FERRATTI, A.R.; NOGUEIRA, C.A.; FERREIRA, C.A.; CARVALHO, P.E.R. Espécies recomendadas para a restauração da Mata Atlântica. In: GALVÃO A.P.M.; MEDEIROS, A.C.S. (Eds). **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo: Embrapa, 2002.

KARASAWA, M.; RODRIGUES, R.; SUDRÉ, C. P.; SILVA, M. P.; RIVA, E. M.; AMARAL JUNIOR, A. T.; Aplicação de métodos de agrupamento na quantificação da divergência genética entre acessos de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.1000-1005, 2005.

KRACKHARDT, M.; GUERRIER, G. Effect of osmotic and ionic stresses on proline and organic acid contents during imbibition and germination of soybean seeds. **Journal of Plant Physiology**, v. 146, n. 05-06, p. 725-730, 1995.

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

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP. **Espécies secundárias recomendadas para recuperação de ecossistemas florestais degradados**. Curitiba. 2009.

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

LECHNER, L.; PEREYRA-IRUJO, G.A.; GRANIER, C.; AGUIRREZÁBAL, L.A.N. Rewatering plants after a long water-estresse treatment reveals that leaf epidermal cells retain their ability to expand after the leaf has apparently reached its final size. **Annals of Botany**, v.101, p.1007-1015, 2008.

LIBERATO, M.A.R.; GONÇALVES, J.F.C.; CHEVREUIL, L.R.; NINA JUNIOR, A.R.; FERNANDES, A.V.; SANTOS JUNIOR, U.M. Leaf water potential, gas exchange and

chlorophyll a fluorescence in acariquara seedlings (*Minquartia guianensis* Aubl.) under water stress and recovery. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v.18, p.315-323, 2006.

LUCA, A.; REIS, M.S. Considerações sobre a influência do potencial hídrico e do condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Informativo Abrates**, Brasília, v.5, n.1, p.42-49, 1995.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v.1. 368p.

MACHADO NETO, N.B.; CUSTÓDIO, C.C.; COSTA, P.R.; DONÁ, F.L. Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 01, p. 142-148, 2006.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madson, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARCHI, J.L; CICERO, S.M. Procedimentos para a condução do teste de condutividade elétrica em sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.12, n.1,2,3, p.20-27, 2002.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 237p.

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, 1999a. p.3.1-3.24.



MARCOS FILHO, J. Testes de Vigor: Importância e Utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D., FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999b. p.1.1-1.21.

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

MARQUES, M. A; PAULA, R. C; RODRIGUES, T. J. D. Adequação do teste de condutividade elétrica para a determinar a qualidade de de sementes de jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex. Benth). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n. 1, p.271-278, 2002.

MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M.L.A.; STANGUERLIM, H. Teores de água crítico e letal para sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart. – Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, p.125-132, 1999.

MARTINS, C.C.; MARTINS, D.; CARBONARI, C.A.; TERRA, M.A. Qualidade fisiológica de sementes de leiteiro (*Peschiera fushsiaefolia*) em função do estágio de maturação dos frutos. **Planta Daninha**, v.22, p.539-544, 2004.

MARTINS, S.S. **Recomposição de matas ciliares no Estado do Paraná**. 2.ed. Maringá: Clichetec, 2005.

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

MATTEI, V.L.; ROSENTHAL, M.A. Semeadura direta de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. no enriquecimento de capoeiras, **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n.06, p.649-654, 2002.

MELO, M.G.G; MENDONÇA, M.S; MENDES, A.M.S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinioideae), **Acta Amazônica**, Manaus, v.34, n.1, p.9-14, 2004.

MELO, M.F.F; VARELA, V.P. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, germinação e plântulas de duas espécies florestais da Amazônia. I *Dinizia excelsa* Ducke (angelim-pedra). II *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (cedrorana) – Leguminosae: Mimosoideae,. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.1, p.34-62, 2006.

MORAES, G.A.F. et al. Comportamento de feijão sob diferentes potenciais osmóticos. **Ciência Rural**, v. 35, n. 04, p. 776-780, 2005.

MORAES, G.A.F.; MENEZES, N.L. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 02, p. 219-226, 2003.

MOORE, M.B.; KID, F.A. Seed source variation in induced moisture stress germination of ponderosa pines. **Tree Planters Notes**, v.33, p.12-14, 1982.

MOREIRA CONEGLIAN, I.R; OLIVEIRA, D.M.T. Anatomia comparada dos limbos cotiledonares e eofilares de dez espécies de Caesalpinioideae (Fabaceae), **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.29, n.2, p.193-207, 2006.

MORELLATO, L.P.C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semi-decídua no sudeste do Brasil**. 1991. 176f. Tese (Doutorado em Biologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Vigor de Sementes: Conceitos e Testes. KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. Londrina: **ABRATES**, 1999. p. 2-1 a 2-24.

NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul. – Fabaceae-Caesalpioideae) submetidas a diferentes condições de estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 143 - 150, 1997

NOGUEIRA, R.J.M.C.; MORAES, J.A.P.V.; BURITY, H.A.; BEZERRA NETO, E. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a estresse hídrico de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 75-87, 2001.

O'LEARY, J.W. A critical evaluation of tissue-immersion methods for measurement of plant water potencial. **Ohio Journal of Science**, v.70, p.34-38, 1970.

OLIVEIRA, D.M.T. **Análise morfológica comparativa de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de 30 espécies de Fabaceae ocorrentes no Estado de São Paulo**. 1997. 212 p., Tese (Doutorado em Biologia Vegetal), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 1997.

OLIVEIRA, M.S.P.; FERREIRA, D.F.; SANTOS, J.B. Seleção de descritores para caracterização de germoplasma de açaizeiro para produção de frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.7, p.1133-1140, 2006.

PAIVA, A.S.; FERNANDES, E.J.; RODRIGUES, T.J.D.; TURCO, J.E.P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 161-169, 2005.

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. 128 p. Tese (Livre-Docência em Silvicultura) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

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

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

PÔRTO, D.R.Q.; CECÍLIO FILHO, A.B; MAY, A.; BARBOSA, J.C. Acúmulo de macronutrientes pela cebola 'Optima' estabelecida por semeadura direta. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 470-475, 2006.

PÓVOA, J.S.R. **Distribuição da variação genética de *Cedrela fissilis* vell., em fragmentos florestais, no sul de Minas Gerais, por meio de isoenzimas.** 2002. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

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

RAMOS, N.P.; FLOR, E.P.O.; MENDONÇA, E.A.F.; MINAMI, K. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n.1, p.98-103, 2004.

RAVIKUMAR, R.; ANANTHAKRISHNAN, G.; GIRIJA, S.; GANAPATHI, A. Seed viability and biochemical changes associated with accelerated ageing in *Dendrocalamus strictus* seeds. **Biologia Plantarum**, v.45, n.1, p.153-156, 2002.

RÊGO, G.M.; POSSAMAI, E. **Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* Vellozo) Leguminosae - Papilionoideae**: produção de mudas. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. p. 1-3. (Comunicado Técnico, 106).

REINHARDT, G.; RETTENMAIER, N.; GÄRTNER, S.; PASTOWSKI, A. **Rain forest for biodiesel? Ecological effects of using palm oil as a source of energy**. Frankfurt: WWF Germany, 2007. 50p.

RIBEIRO, N.D.; STORCK, L. Escolha de genitores de feijoeiro por meio da dissimilaridade genética. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, n.2, p.89-95, 2002.

RODO, A.B.; PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.289- 292, 2000.

ROLIM, G.S.; CAMARGO, M.B.P; LANIA, D.G.; MORAES, J.F.L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, 2007.

ROSA, L.S.; FELIPPI, M.; NOGUEIRA, A.C.; GROSSI, F. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Baill (Timbó). **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 306-314, 2005.

SAMPAIO, N.V.; SAMPAIO, T.G.; DURÁN, J.M. Avaliação da qualidade de sementes através da condutividade elétrica dos exsudatos de embebição. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.5, n.3, p.39-52, 1995.

SANO, S.M.; VIVALDI, L.J.; SPEHAR, C.R. Diversidade morfológica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.) **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.513-518, 1999.

SANTOS, V.L.M.; CALIL, A.C.; RUIZ, H.A.; ALVARENGA, E.M.; SANTOS, C.M. Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.2, p.189- 194, 1992.

SANTOS JUNIOR, U.M.; GONÇALVES, J.F.C.; FELDPAUSCH, T.R. Growth, leaf nutrient concentration and photosynthetic nutrient use efficiency in tropical tree species planted in degraded areas in central Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Lawrence, v.226, p.299-309, 2006.

SHIMIZU, J.Y. Estratégia complementar para a conservação da variabilidade ecotípica de espécies florestais nativas. In: Congresso Brasileiro de Sementes, 14<sup>o</sup>, 2005, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: ABRATES, 2005. (CD-ROM).

SILVA, E.C.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; AZEVEDO NETO, A.D.; SANTOS, V.F. Comportamento estomático e potencial da água da folha em três espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico. **Acta Botanica Brasilica**, v.17, p.231-246, 2003.

SILVA, L.D.; HIGA, A.R. Planejamento e implantação de pomares de sementes de espécies florestais nativas. In: HIGA, A.R.; SILVA, L.D. **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba: FUPEF, 2006. p. 13-39.

SILVA, M.C.C. **Fenologia, maturação fisiológica e aspectos da germinação de sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. no Parque Estadual Alberto Lögren.** 2005. 126f. Tese (Doutorado em Ciências - Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2005.

SOTO GONZALES, J.L.; PAULA, R.C.; VALERI, S.V. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Albizia hassleri* (Chodat) Burkart. fabaceae-mimosoideae. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.4, p.625-634, 2009.

SOUSA, M.P. **Germinação de sementes de *Plantago ovata*: estresse hídrico e salino, teor de prolina e atividade das enzimas amilase e ascorbato peroxidase.** 2004. 80f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2004.

SOUSA, M. P.; BRAGA, L. F.; BRAGA, J. F.; DELACHIAVE, M. E. A. Estresse hídrico e salino no processo germinativo das sementes de *Plantago ovata* Forsk. (Plantaginaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 33-38, 2008.

SOUZA, G.M.; CARDOSO, V.J.M. Effects of different environmental stresses on seed germination. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.28, p.621-630, 2000.

SOUZA, M.J.H.; RIBEIRO, A.; LEITE, H.G.; LEITE, F.P.; MINUZI, R.B. Disponibilidade hídrica do solo e produtividade do eucalipto em três regiões da Bacia do Rio Doce. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 399-410, 2006.

STEINBACH, F.; LONGO, A. N. Lista preliminar das espécies da flora apícola nativa da Fazenda Faxinal. **Revista do Instituto Florestal**, v.4, n.1, p.347-349, 1992. (Edição de Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas, São Paulo, 1992) .

STYLES, B.T. The flower biology of the Meliaceae and its bearing on tree breeding. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.21, n.5, p.175-182, 1972.

SUDRÉ, C.P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E.M.; KARASAWA, M.; AMARAL JUNIOR, A.T. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.22-27, 2005.

TELLES, M.P.C.; SILVA, R.S.M.; CHAVES, L.J.; COELHO, A.S.G.; DINIS FILHO, J.A. Divergência entre subpopulações de cagaiteira (*Eugenia dysenterica*) em resposta a padrões edáficos e distribuição espacial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.1387-1394, 2001.

TESSER, S. M. **Teste de condutividade elétrica para discriminação de lotes de sementes de três espécies arbóreas do gênero *Solanum***. 2005. 49f. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

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

TURNER, N.C. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. **Plant and Soil**, v.58, p.339-366, 1981.

VALADARES, J.; PAULA, R.C. Temperatura para germinação de sementes de *Poecilante parviflora* Bentham (Fabaceae – Faboideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.30, n.2, p.164-170, 2008.



VALADARES, J.; PAULA, R.C. Qualidade fisiológica de lotes de sementes *Poecilante parviflora* Bentham (Fabaceae – Faboideae). **Revista Ceres**, Viçosa, v.55, n.4, p.273-279, 2008.

VALENTINI, S.R.T.; PIÑA-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).

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p.133-135.

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

VILLELA, F.M.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968, 1991.

XAVIER, A.; SANTOS, G.A.; OLIVEIRA, M.L. Enraizamento de miniestaca caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.3, p.351-356, 2003.