

Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de espécies florestais através do teste de condutividade elétrica

Karina Guollo^{1*}; Jean Carlo Possenti²; Erci Marcos Del Quiqui³; Marciele Felippi⁴; Aline Bernarda Debastiani⁵

Resumo: A importância da investigação científica na área de tecnologia de sementes é baseada em técnicas que visem à redução de custos e de tempo, padronização, aperfeiçoamento e estabelecimento dos métodos de análise, mantendo um alto nível de confiabilidade dos resultados. Desta forma, objetivou-se verificar a possibilidade de avaliação da qualidade fisiológica das sementes de quatro espécies florestais pelo teste de condutividade elétrica individual em diferentes períodos de embebição das sementes. O material experimental foi composto por sementes das espécies *Aspidosperma parvifolium*, *Aspidosperma polyneuron*, *Cabralea canjerana* e *Cariniana legalis*. Foram utilizadas 80 repetições de uma semente, as quais foram postas em recipientes individualizados contendo 50 mL de água destilada. Avaliaram-se os períodos de embebição de 2, 4, 6, 8, 24 e 48 horas. Os testes foram alocados em câmara germinadora tipo BOD com temperatura constante de 25°C. Após cada período de embebição, foi realizada a leitura da condutividade elétrica da solução na qual as sementes estavam imersas, utilizando-se um condutivímetro digital de bancada. As sementes foram postas para germinar de forma ordenada onde o valor da condutividade elétrica dos lixiviados de cada semente foi devidamente identificado por numeração da semente, para posteriormente serem correlacionadas com a germinação. Os períodos de embebição mais adequados para avaliar a qualidade fisiológica das sementes foram de 24 horas para *Aspidosperma parvifolium* e 8 horas para *Aspidosperma polyneuron*. Para as demais espécies não houve correlação entre germinação e condutividade elétrica.

Palavras-chave: Indicador bioquímico; pau-marfim; peroba-rosa; canjerana; jequitibá.

Evaluation of physiological seed quality of forest species through the electrical conductivity test

Abstract: The importance of scientific research in seed technology area is based on techniques aimed at reducing costs and time, standardization, improvement and establishment of analytical methods, maintaining a high level of reliability of the results. Thus, the objective was to verify the possibility to evaluate the physiological quality of seeds of four forest species by individual electrical conductivity test at different periods of soaking seeds. The experimental material consisted of seeds of species *Aspidosperma parvifolium*, *Aspidosperma polyneuron*, *Cabralea canjerana* and *Cariniana legalis*. Eighty replicates were used in a seed, which were placed in individual containers containing 50 ml of distilled water. They assessed the soaking periods of 2, 4, 6, 8, 24 and 48 hours. The tests were divided into germinating BOD chamber with constant temperature of 25°C. After each immersion period, reading the electrical conductivity of the solution in which the seeds were dipped it was performed using

¹ Engenheira Florestal pela UTFPR. Doutoranda em Agronomia pela UTFPR. E-mail: engkarinaguollo@hotmail.com

² Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela UFP. Professor na UTFPR. E-mail: jpossenti@utfpr.edu.br

³ Doutor em Agronomia pela UEM. Professor na UEM. E-mail: emdquiqui@uem.br

⁴ Doutora em Engenharia Florestal pela UFSM. Professora na UTFPR. E-mail: marcielefelippi@utfpr.edu.br

⁵ Engenheira Florestal pela UTFPR. Doutoranda em Engenharia Florestal pela UFPR. E-mail: aline.debastiani@gmail.com

*Autor para correspondência.

a digital conductivity meter bench. The seeds were germinated where orderly manner the value of the electrical conductivity of leachates from each seed was duly identified by seed number, later to be correlated with germination. Periods of more appropriate imbibing to evaluate the physiological quality of seeds were 24 hours to *Aspidosperma parvifolium* and 8 hours for *Aspidosperma polyneuron*. For other species there was no correlation between germination and electrical conductivity.

Keywords: Biochemical indicator, Pau-marfim, Peroba-rosa, Canjerana, Jequitibá.

Introdução

A rapidez na avaliação da qualidade fisiológica das sementes contribui para a tomada de decisão nas etapas finais da produção, armazenamento e também na comercialização das mesmas. Ao optar pelo uso de testes mais rápidos, além dos clássicos testes de germinação para a avaliação da qualidade das sementes, o produtor de mudas requer a mesma confiabilidade quanto ao comportamento na semeadura (FESSEL et al. 2010).

Buscando atender toda a produção, o interesse dos produtores de mudas em conhecer técnicas eficientes e rápidas para avaliação da qualidade das sementes adquiridas e produção de mudas florestais com qualidade se faz crescente a cada dia (PIÑA-RODRIGUES et al., 2007; LIMA-JUNIOR, 2010).

Dentro desse contexto sabe-se que o método mais utilizado atualmente para avaliar a qualidade fisiológica de sementes é baseado no teste tradicional de germinação (PASSOS et al., 2008), o que para sementes de espécies florestais pode levar semanas ou até mesmo meses. Sendo assim, o desenvolvimento e aprimoramento de metodologias para testes mais rápidos para avaliação da viabilidade, promete tornar mais eficiente o processo de produção e auxiliar nas tomadas de decisões sobre os lotes de sementes.

Contudo, testes de condutividade elétrica com sementes de espécies florestais ainda são escassos, principalmente os desenvolvidos com o método individual, que fornecem maior fidelidade aos resultados para que através deste se possa definir o teste pelo método massal. Stallbaun et al. (2015), utilizando o teste de condutividade elétrica individual com sementes de *Anadenanthera falcata* concluíram que o método aplicado foi compatível com o teste de germinação padrão.

Portanto, salienta-se a importância da investigação científica na área de tecnologia de sementes, baseada em técnicas que visem a redução de custos e de tempo, padronização, aperfeiçoamento e estabelecimento dos métodos de análise, mantendo um alto nível de confiabilidade dos resultados. Desta forma, o presente estudo buscou elucidar os períodos de embebição mais adequados para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes florestais,

através do teste de condutividade elétrica pelo método individual.

Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. O material experimental foi composto por sementes das espécies *Aspidosperma parvifolium* (pau-marfim); *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa); *Cabralea canjerana* (canjerana) e *Cariniana legalis* (jequitibá). As sementes foram coletadas de pelo menos duas árvores matrizes para cada espécie localizadas no Estado do Paraná, em áreas de preservação permanente, ou pequenos remanescentes florestais.

As condições nas quais se conduziram os testes de CE (quantidade de sementes, quantidade de água e temperatura) foram definidas a partir de estudos realizados por Marques et al. (2002), Santos e Paula (2005) e Flavio e Paula (2010). Foram utilizadas 80 repetições com uma semente cada, postas em recipientes individualizados contendo 50 mL de água destilada, alocados em câmara germinadora tipo BOD com temperatura constante de 25°C, sem fotoperíodo, por seis períodos de embebição (2, 4, 6, 8, 24 e 48 horas).

Após cada período de embebição, realizou-se a leitura da CE da solução na qual as sementes estavam imersas, utilizando-se um condutivímetro digital de bancada, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ semente. As sementes foram postas para germinar de forma ordenada onde o valor da CE dos lixiviados de cada semente foi devidamente identificado por numeração da semente, para posteriormente serem correlacionadas com a germinação.

Para os testes de germinação foram utilizadas as condições estabelecidas por Kopper et al. (2010) para *Cariniana legalis*; Carvalho et al. (2006) para *Aspidosperma polyneuron*; Silva et al. (2007) para *Aspidosperma parvifolium* e Grunennvaldt et al. (2014) para *Cabralea canjerana*. Foram consideradas germinadas as sementes que atenderam o critério botânico de germinação (LABOURIAU, 1983; SANTOS; AGUIAR, 2005).

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, organizado em um modelo unifatorial para período de embebição. Após a compilação, o conjunto de dados foi submetido ao teste de Lilliefors para a verificação da normalidade dos dados, logo, os dados médios de germinação e CE foram submetidos a análise de variância. Para a compreensão da dispersão dos resultados de CE, adotou-se o gráfico do tipo “Box Plot” e tabela de classes as quais apresentam os resultados das leituras individuais. Realizou-se também a análise de correlação entre CE e germinação dentro de cada período de embebição, sendo que a interpretação do coeficiente de correlação se deu conforme apontado por Dancey e Reidy (2006). Os testes

aplicados foram considerados eficientes quando a correlação entre CE e germinação foi classificada como forte. Ainda, ajustaram-se modelos de regressão em uma análise de dispersão de dados, levando-se em conta os resultados de CE e germinação em relação ao período de embebição.

Resultados e Discussão

Os períodos de embebição avaliados para o teste de condutividade elétrica individual mostraram diferença significativa entre si para todas as espécies estudadas (Tabela 1). Portanto, rejeitou-se a hipótese de nulidade (H_0) de que não houvesse diferença nas leituras de condutividade elétrica (CE) entre os períodos de embebição. Ainda, nota-se que o coeficiente de variação para todas as espécies foi baixo, mostrando bom controle experimental.

Tabela 1 - Coeficientes de variação e Teste F sobre testes de condutividade elétrica individual em função de diferentes períodos de embebição de sementes florestais.

ESPÉCIE	CV (%)	F
Aspidosperma parvifolium	3,3	28,7827**
Aspidosperma polyneuron	2,5	109,0356**
Cabralea canjerana	5,4	179,1554**
Cariniana legalis	2,5	201,6884**

Em que: **significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); CV = coeficiente de variação; F = estatística do teste F.

Segundo Dias e Marcos Filho (1996) e Hepburn et al. (1984), recomenda-se a padronização de um valor de condutividade denominado ponto de partição para estimar a viabilidade das sementes. Este valor é determinado de acordo com o comportamento de cada espécie. Assim, separam-se as sementes viáveis de sementes não viáveis, quando estas apresentarem condutividade abaixo ou acima desse ponto de partição, respectivamente.

Dessa forma, na comparação entre os limites inferiores e superiores de CE dentro dos períodos de embebição avaliados, observou-se grande variabilidade de dados entre as espécies, o que não permite o estabelecimento de um único intervalo de CE para todas as espécies objetos do estudo. Assim, são abordadas em sequência para cada espécie, tabelas de classe as quais possam mostrar os valores de CE encontrados para sementes germinadas (SG) e sementes não germinadas (NG).

Para sementes de *Aspidosperma parvifolium* (Tabela 2), nota-se dentro de cada período, que SG apresentaram valores semelhantes e iguais a NG. Contudo, nota-se nos períodos de 24 e 48 horas que a partir de $381 \mu\text{s.cm}^{-1}$ semente, foram observadas apenas sementes NG, mas que estas também foram observadas em intervalos de CE menores. Dessa

forma, tais resultados mostram indícios de que nesses períodos possam ser separadas as classes de SG e NG.

Tabela 2 - Tabela de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de *Aspidosperma parvifolium*.

Intervalos de CE ($\mu\text{s.cm}^{-1}$ semente)	SG	NG	SG	NG	SG	NG	SG	NG	SG	NG	SG	NG
	2 horas		4 horas		6 horas		8 horas		24 horas		48 horas	
321- 340	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
341 - 360	88	7	85	9	78	10	60	13	51	2	43	19
361 - 380	-	-	5	1	11	1	14	4	10	24	14	19
381 - 400	-	-	-	-	-	-	9	1	-	6	-	3
401 - 420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	1
421- 440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1

Para a espécie *Aspidosperma polyneuron* não foi possível separar com precisão intervalos de CE para SG e NG. Verifica-se que para ambas as situações, os valores de CE foram semelhantes, contudo no período de 8 horas nota-se uma transição nas classes de 370 para 371, diminuindo a percentagem de SG e aumentando a de NG conforme aumentou o valor de CE.

Tabela 3 - Tabela de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de *Aspidosperma polyneuron*.

Intervalos de CE ($\mu\text{s.cm}^{-1}$ semente)	SG	NG	SG	NG	SG	NG	SG	NG	SG	NG	SG	NG
	2 horas		4 horas		6 horas		8 horas		24 horas		48 horas	
351 - 370	49	38	50	45	28	29	68	5	5	1	4	2
371 - 390	1	11	1	4	26	18	7	19	55	16	55	12
391 - 410	-	1	-	-	-	-	-	1	14	3	13	5
411 - 430	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	9	-
431 - 450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-

A Tabela 4 mostra a dispersão da germinação de sementes de *Cabralea canjerana* dentro de intervalos de CE, o qual não pôde ser definido com clareza também pelo fato de SG e NG apresentarem valores de CE semelhantes. Observa-se maior distribuição de NG nos períodos de 24 e 48 horas de embebição, contudo não foi observada nenhuma SG para que se pudesse estabelecer um intervalo dentro dos mesmos períodos.

Tabela 4 - Tabela de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de *Cabralea canjerana*.

Intervalos de CE ($\mu\text{s.cm}^{-1}$ semente)	SG	NG	SG	NG	SG	NG	SG	NG	SG	NG	SG	NG
	2 horas		4 horas		6 horas		8 horas		24 horas		48 horas	
281- 300	25	73	28	72	-	2	-	-	-	-	-	-
301- 320	-	2	-	-	29	68	10	41	-	12	-	12

321 - 340	-	-	-	-	-	1	5	43	-	35	-	29
341 - 360	-	-	-	-	-	-	-	1	-	30	-	34
361 - 380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	8
381 - 400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	9
401 - 420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	5
421 - 440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	4

Sementes de *Cariniana legalis* apresentaram mesmo comportamento das espécies citadas anteriormente, para ambos os períodos de embebição (Tabela 5).

Tabela 5 - Tabela de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de *Cariniana legalis*.

Intervalos de CE ($\mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$ semente)	SG	NG	SG	NG	SG	NG	SG	NG	SG	NG	SG	NG
	2 horas		4 horas		6 horas		8 horas		24 horas		48 horas	
341 - 360	40	60	43	46	42	48	55	38	26	20	-	-
361 - 380	-	-	-	11	5	5	7	-	33	5	24	10
381 - 400	-	-	-	-	-	-	-	-	11	4	39	14
401 - 420	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	11	1
421 - 440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-

Diversos fatores além do período de embebição das sementes podem exercer influência sobre os resultados do teste de CE, podendo ser citados: qualidade e temperatura da água, temperatura do ambiente de exposição do teste, teor de água da semente, número de sementes utilizadas para o teste, genótipo, o equipamento utilizado para a leitura da CE, presença de danos mecânicos e injúrias nas sementes e a idade das sementes (DIAS; MARCOS FILHO 1996; VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999; GASPARI; NAKAGAWA, 2002; MARCHI; CICERO, 2002).

Ainda, pode-se inferir que os testes de CE devem ser estabelecidos especificamente para cada espécie, devido às diferenças encontradas entre as mesmas. Existem variações na capacidade de absorção para cada tipo de semente, devido à sua forma, tamanho e funcionalidade dos poros, controle da troca de água, material ceroso que constitui a epiderme do tegumento e o grau de aderência da testa ao cotilédono. Estas características podem ser levadas em consideração no que se diz respeito ao tempo de embebição das sementes.

Para medir o grau de associação entre as variáveis germinação e CE visando identificar o melhor período de embebição das sementes, foi aplicado o teste de correlação simples.

O que ocorre quando uma semente não está viável ou com baixo vigor é a liberação de exsudatos, provocando o aumento da CE (MARCOS FILHO, 2015). Sendo assim, a correlação que deve ser observada para comprovar a relação entre as variáveis deve ser negativa, pois conforme se aumenta a CE diminui-se a germinação (inversamente

proporcional) e uma correlação forte pode explicar tal relação. Valores próximos a menos um (-1) significam condições ideais de associação entre os testes o que ajuda na determinação do período em que a CE deva ser conduzida.

A Tabela 6 mostra os coeficientes de correlação entre CE e germinação pelo método individual em diferentes períodos de embebição de sementes.

Tabela 6 - Coeficientes de correlação (r) entre condutividade elétrica e germinação pelo método individual em diferentes períodos de embebição de sementes.

Tempo Espécie	2 horas	4 horas	6 horas	8 horas	24 horas	48 horas
<i>A. parvifolium</i>	-0,04487	-0,2837	0,0867	-0,1002	-0,7571	-0,4537
<i>A. polyneuron</i>	-0,1858	-0,0261	0,13389	-0,7144	-0,0103	0,1010
<i>C. canjerana</i>	-0,1800	0,1037	-0,2242	0	0	0
<i>C. legalis</i>	0,1610	-0,1579	0,0063	-0,1040	0,1750	-0,377

Nota-se que para *Aspidosperma parvifolium* o período que melhor pôde-se correlacionar a CE com a germinação foi as 24 horas, mostrando uma correlação forte, seguido por uma correlação moderada as 48 horas. Nota-se que na Tabela 2, elucidada anteriormente, na qual é possível analisar as classes de CE e percentuais de SG e NG, os períodos de 24 e 48 horas também foram os que mostraram maiores indícios para uma possível classificação das sementes em classes de condutividade. Sendo assim, a correlação forte encontrada para esta espécie justifica esse evento.

Para sementes de *Aspidosperma polyneuron* o melhor período para avaliação da qualidade das sementes pelo teste de CE se deu as 8 horas de embebição, mostrando uma correlação forte. Justificando também, os resultados apresentados na Tabela 3, na separação de classes de CE para SG e NG.

Para as espécies *Cabralea canjerana* e *Cariniana legalis* a correlação de uma forma geral foi fraca ou nula, o que mostra que plântulas normais e sementes não germinadas apresentaram mesmos valores de CE, corroborando com os resultados elucidados anteriormente nas tabelas de classes de CE (Tabela 4 e Tabela 5).

A correlação simples apresentada entre as variáveis CE e germinação, pode confirmar os dados apresentados nas tabelas de classe de CE, as quais separam em classe de CE as SG e NG. Desta forma, puderam-se consolidar os resultados encontrados e estabelecer os melhores períodos de embebição das sementes das espécies, para aplicação do teste de CE na avaliação da qualidade fisiológica de forma satisfatória.

A correlação pôde explicitar a força da relação entre a CE e a germinação. Assim, é importante analisar a forma dessa relação e isto se dá através da análise de regressão em função do período de embebição.

Aplicou-se a regressão polinomial para definição de um modelo de equação que explicasse a CE e a germinação em função do tempo de embebição para todas as espécies estudadas. Assim, as equações obtidas permitem a estimativa da CE esperada para cada período de embebição.

O modelo estatístico quadrático foi o que melhor explicou o comportamento da CE dos exsudatos e da germinação das sementes analisadas pelo método individual em função do tempo de embebição.

Em contrapartida, foi aplicada a análise de regressão também para a germinação em função do tempo de embebição, possibilitando assim uma melhor visualização do comportamento das variáveis de forma que pode-se relacionar e compará-las.

Para *Aspidosperma parvifolium* (Figura 1A), a análise de regressão mostra que houve um pequeno aumento da CE conforme se aumentou o período de embebição das sementes. Porém foi inversamente proporcional ao comportamento observado para a germinação, ou seja, a germinação diminuiu conforme maior o valor de CE observado e o tempo de embebição.

Da mesma forma, para sementes de *Aspidosperma polyneuron* (Figura 1B), a CE teve uma pequena variação entre 350 a 400 $\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ semente e esse aumento se deu conforme aumentou-se o período de embebição, sendo que a germinação foi maior até o período de 8 horas de embebição e após manteve-se constante. Esse comportamento possivelmente ocorre, pois para determinada espécie, maiores períodos de embebição são necessários, assim como relatado por Loeffler et al. (1988) e Dias e Marcos Filho (1996) com sementes de soja. Segundo os mesmos autores, quanto menor a diferença de qualidade fisiológica ou vigor entre as sementes há necessidade de períodos de embebição mais longos para aplicação dos testes de CE.

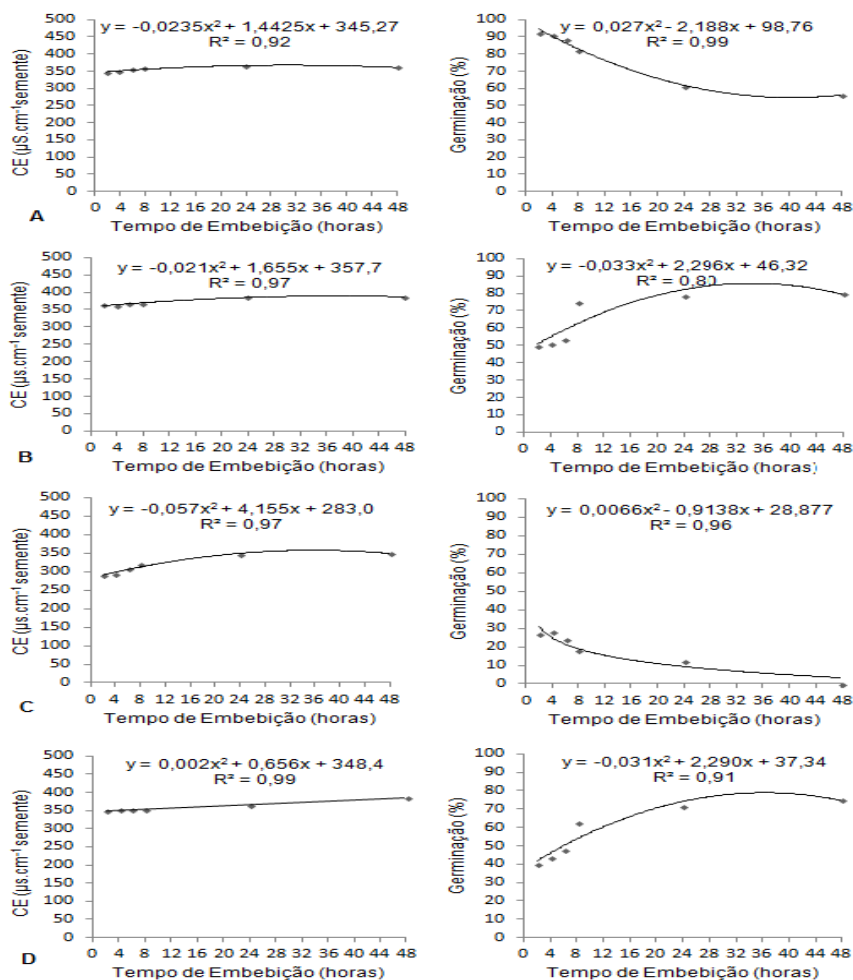
Apesar de não haver correlação entre CE e germinação em nenhum período de embebição como já mostrado anteriormente para *Cabralea canjerana*, nota-se que conforme se diminuiu a germinação houve um aumento na CE em função do tempo de embebição das sementes (Figura 1C). Sabe-se que como o teste de CE é baseado na integridade das membranas celulares, quando em um lote de sementes houver um maior número de sementes menos vigorosas, maior será o valor da CE observado na solução em que as sementes

estiverem embebidas, sendo inversamente proporcional (KRZYZANOWSKI et al., 1999; MARCOS FILHO, 2015). Dessa forma os resultados apresentados no presente estudo para *Cabralea canjerana* corroboram com esta afirmação, mostrando um comportamento inversamente proporcional das variáveis CE e germinação.

Dentre os lixiviados liberados pelas sementes na solução estão ácidos graxos, açúcares, aminoácidos, enzimas, proteínas e íons orgânicos. Quando em condições de campo, a liberação desses lixiviados pode promover o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais à emergência das plântulas (MARCOS FILHO, 2015).

Para *Cariniana legalis* (Figura 1D) pode-se analisar que a CE não teve grande variação dentro dos períodos de embebição, contudo mostrou um aumento conforme se aumentou o período de embebição e a germinação teve um comportamento proporcional ao da CE, o que não é desejável na correlação desses dados.

Figura 1 - Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de *Aspidosperma parvifolium* (A), *Aspidosperma polyneuron* (B), *Cabralea canjerana* (C) e *Cariniana legalis* (D).



O comportamento observado para sementes de *Cariniana legalis* pode ser justificado segundo trabalhos realizados por Loeffler et al. (1988) e Dias e Marcos Filho (1996). Estes autores afirmam que quanto menor a diferença de qualidade fisiológica ou vigor entre as sementes há necessidade de períodos de embebição mais longos para aplicação dos testes de CE e, nestes maiores períodos possivelmente sejam observadas com maior clareza um comportamento inversamente proporcional entre CE e germinação.

Pelo teste de CE individual, a qualidade da semente pode ser avaliada através da viabilidade e do vigor, os quais representam diferentes atributos da semente. Segundo Steere et al. (1981) o teste de CE individual foi criado para corrigir problemas na realização do teste de CE massal com sementes danificadas ou duras, que apresentam variações na capacidade de lixiviação.

Assim, é importante mencionar que o teste de CE individual é primordial no que diz respeito a estabelecer metodologias para sementes, devido ao fato de que através dele é possível comprovar as alterações da leitura em diferentes condições encontradas nas sementes. Da mesma forma também pode justificar a eficiência do método massal. Contudo, poucos são os estudos de CE individual relacionados a sementes florestais.

Conclusões

O teste de condutividade elétrica individual se mostrou eficiente para avaliação da qualidade fisiológica das sementes de *Aspidosperma parvifolium* e *Aspidosperma polyneuron*.

Os períodos de embebição mais adequados para avaliação da qualidade fisiológica das sementes foram de 24 horas para *Aspidosperma parvifolium* e 8 horas para *Aspidosperma polyneuron*.

Referências

- CARVALHO, L. R.; SILVA, E. A. A.; DAVIDE, A. C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 15-25, 2006.
- DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows**. Porto Alegre, Artmed, 2006. 608p.
- DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Electrical conductivity test for vigor evaluation in soybean seeds. **Seed Research**, v. 24, p. 1-10, 1996.
- FESSEL, S. A.; PANOBIANCO, M.; SOUZA, C. R.; VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 207-214, 2010.

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

GASPAR, C. M.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em função do número de sementes e da quantidade de água para sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 2, p. 70-76, 2002.

GRUNENVALDT, R. L.; CANTARELLI, E. B.; SALAMONI, A. T. Armazenamento e viabilidade de sementes de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 1, p. 98-105, 2014.

GUIMARÃES, R. C.; SANSFIELD CABRAL, J. **Estatística**, 2ª ed., McGraw-Hill, Lisboa, 2007. 621p.

HEPBURN, H. A.; POWELL, A. A.; MATTHEWS, S. Problems associated with the routine application of electrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of peas and soybeans. **Seed Science and Technology**, v. 12, n. 2, p. 403-413, 1984.

KOPPER, A. C.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 160-165, 2010.

KRZYŻANOWSKI, F. C. et al. **Vigor de sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.

LABOURIAU, L. G. Capacidade e velocidade de germinação. In: LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: OEA, 1983. p. 45-62.

LIMA-JUNIOR, M. J. V. **Manual de procedimentos para análise de sementes florestais**. Manaus: UFAM, 2010, 146p.

LOEFFLER, L. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, v.12, n.1, p.37-53, 1988.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.

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

PASSOS, M. A. A.; SILVA, F. J. B. C.; SILVA, E. C. A.; PESSOA, R. C.; SANTOS, R. C. Luz, substrato e temperatura na germinação de sementes de cedro-vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 2, p. 281-284, 2008.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. et al. **Parâmetros técnicos para produção de Sementes Florestais**, Seropédica, EDUR/UFRJ, 2007. 188p.

RODRIGUES, M. B. C.; VILLELA, F. A.; TILLMANN, M. A. A.; CARVALHO, R. Pré-hidratação em sementes de soja e eficiência do teste de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 168-181, 2006.

SANTOS, S. R. G.; AGUIAR, I. B. Efeito da temperatura na germinação de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs separadas pela coloração do tegumento. **Scientia Forestalis**, n. 69, p. 77-83, 2005.

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

SILVA, A.; AGUIAR, I. B.; FIGLIOLIA, M. B. Germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. (monjoleiro) e de *Aspidosperma ramiflorum* Müll. Arg. (guatambu). **Revista Floresta**, v. 37, n. 3, p. 353-361, 2007.

STALLBAUN, P. H.; SOUZA, P. A.; MARTINS, R. C. C.; MATOS, J. M. M.; MOURA, T. M.. Testes rápidos de vigor para avaliação da viabilidade de sementes de *Anadenanthera falcata*. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, p. 1834-1842, 2015.

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

VIEIRA, R.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C. et al. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 4.1-4.26.