

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

KARINA GUOLLO

**USO DE INDICADORES BIOQUÍMICOS NA QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES FLORESTAIS**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2016

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

KARINA GUOLLO

**USO DE INDICADORES BIOQUÍMICOS NA QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES FLORESTAIS**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2016

KARINA GUOLLO

**USO DE INDICADORES BIOQUÍMICOS NA QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES FLORESTAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Jean Carlo Possenti
Coorientador: Prof. Dr. Erci Marcos Del Quiqui
Coorientadora: Prof. Dra. Marciele Felippi

PATO BRANCO

2016

G977u Guollo, Karina.
Uso de indicadores bioquímicos na qualidade fisiológica
de sementes florestais – Pato Branco: [s.n], 2016.
96 f.:il.

Orientador: Jean Carlo Possenti
Coorientador: Erci Marcos Del Quiqui
Coorientadora: Marcieli Felippi.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Programa de Pós-graduação em Agronomia.
Pato Branco, 2016.
Inclui bibliografia

1.Sementes - Fisiologia 2.Condutividade elétrica 3.
Germinação I.Possenti, Jean Carlo, orient. II.Del Quiqui, Erci
Marcos, coorient. III. Felippi, Marcieli, coorient. IV.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Pato
Branco.V.Título.

CDD: 631.5



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação n.º 121

Uso de indicadores bioquímicos na qualidade fisiológica de sementes florestais

Por


Karina Guollo

Dissertação apresentada às oito horas do dia três de fevereiro de dois mil e dezesseis, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRA EM AGRONOMIA, Linha de Pesquisa – Sistemas de Produção Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção Vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

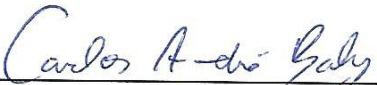
Banca examinadora:



Prof. Dr. Erci Marcos Del Quiqui
UEM/Umuarama



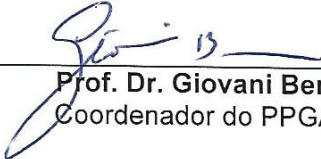
Prof. Dr. Lucas da Silva Domingues
UTFPR/Dois Vizinhos



Prof. Dr. André Carlos Bahry
UTFPR/Dois Vizinhos



Prof. Dr. Jean Carlo Possenti
Orientador



Prof. Dr. Giovani Benin
Coordenador do PPGAG

Ao Senhor nosso Deus, fonte de toda ciência.
Aos meus pais, Marlene e Alcino.
Com todo meu amor.

AGRADECIMENTOS

À Marlene e Alcino, pais incentivadores, pelos ensinamentos de honestidade, trabalho intensivo e perseverança.

Às minhas irmãs Angela e Patrícia, pelo carinho.

Aos meus sobrinhos, Gabriel e Álvaro, simplesmente por existirem.

Ao meu companheiro, noivo e eterno namorado Jocemir, por todo amor, carinho e incentivo.

Ao meu estimado orientador, Dr. Jean Carlo Possenti pela orientação, apoio, dedicação ao meu aprendizado, confiança, ensinamentos e conselhos. Exemplo que levarei para toda minha vida.

Aos professores Erci Marcos Del Quiqui e Marciele Felippi pela coorientação e ensinamentos passados.

À Aline B. Debastiani pelo companheirismo, auxílio nas atividades de campo e laboratório.

Aos professores que passaram por minha vida, por favorecerem meu desenvolvimento como profissional e cidadã, especialmente a Sérgio Mazaro e Américo Wagner Júnior.

Aos colegas da Pós-Graduação, por compartilharem dificuldades, experiências, e conhecimento, especialmente a Vanessa Padilha Salla e Raquel Rossi Ribeiro.

Aos queridos colegas, Douglas Bertoncelli, Rita Serrão Rocha e Indianara Müller, pela motivação ao ingressar na pós-graduação e toda ajuda na finalização da dissertação.

A todos os colegas que auxiliaram nas análises laboratoriais.

À UTFPR e ao PPGAG, pela oportunidade da realização do mestrado.

À CAPES, pela concessão de bolsa.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação, meus sinceros agradecimentos.

“Secaram as sementes no silêncio da rocha e mineral. As palavras que não chegamos a gritar, as lágrimas retidas, as pragas que se engolem, a frase que se encurta, o amor que matamos, tudo isso transformado em minério magnético, em turmalina, em ágata, o sangue congelado em cinábrio, sangue calcinado tornado galena, oxidado, aluminizado, sulfatado, calcinado, o brilho mineral de meteoros mortos e sóis exaustos numa floresta de árvores secas e desejos mortos.”

Anais Nin

RESUMO

GUOLLO, Karina. Uso de Indicadores bioquímicos na qualidade fisiológica de sementes florestais. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção Vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

A investigação científica na área de tecnologia de sementes é 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. O presente estudo buscou elucidar a confiabilidade dos testes de condutividade elétrica e pH do exsudato comparado com o teste clássico de germinação, sendo este desenvolvido na forma de dois estudos separados, porém interrelacionados entre si, quanto aos seus objetivos finais. O material experimental do presente estudo foi composto por sementes das espécies *Aspidosperma parvifolium* (guatambu), *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa), *Cabralea canjerana* (canjerana), *Cariniana legalis* (jequitibá), *Gallesia integrifolia* (pau-d'alho), *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo), *Lonchocarpus campestris* (rabo-de-bugio) e *Pterogyne nitens* (amendoim-do-campo). A qualidade fisiológica das sementes das espécies estudadas foi avaliada por meio dos teste de condutividade elétrica e pH do exsudato pelos métodos massal e individual, sendo comparados e correlacionados com o resultado obtido no teste de germinação. Desta forma, as mesmas sementes avaliadas foram postas para germinar permitindo a comparação dos resultados entre os testes. Além dos métodos testados, foram avaliados os períodos de embebição das sementes para leitura da condutividade e do pH, as quais corresponderam a 2, 4, 6, 8, 24 e 48 horas. O teste de condutividade elétrica se mostrou eficiente em ambos os métodos utilizados para avaliação da qualidade fisiológica das sementes das espécies estudadas quando comparado ao teste padrão de germinação. O teste de pH do exsudato aplicado pelo método individual se mostrou mais eficiente e criterioso para avaliação da qualidade fisiológica das sementes das espécies estudadas, do que o método massal. Para as espécies *Gallesia integrifolia*, *Cariniana legalis* e *Lonchocarpus campestris* os testes de pH do exsudato não foram eficientes devido a fraca ou inesistente correlação entre a germinação e o pH do meio.

Palavras-chave: Condutividade Elétrica. pH do exsudato. Germinação.

ABSTRACT

GUOLLO, Karina. Use of biochemical indicators in the physiological quality of forest seeds. 96 f. Dissertação (Master's degree in Agronomy) – Post Graduate Program in Agronomy (Concentration Area: Vegetal Production), Federal University of Technology - Paraná. Pato Branco, 2016.

The scientific research in seed technology is based on techniques that aim the reduction of costs and time, standardization, improvement and establishment of analytical methods while maintaining a high level of reliability of the results. This study sought to elucidate the reliability of electrical conductivity and pH of the exudate compared to the classic germination test, which was developed in two separate studies, however interrelated with each other, as to their final goals. The experimental material of this study consisted of seeds of the species *Aspidosperma parvifolium* (guatambu), *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa), *Cabralea canjerana* (canjerana), *Cariniana legalis* (jequitibá), *Gallesia integrifolia* (pau-d'alho), *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo), *Lonchocarpus campestris* (rabo-de-bugio) and *Pterogyne nitens* (amendoim-do-campo). The physiological quality of the studied seed species was evaluated through the electrical conductivity and pH test of the exudate by mass and individual methods being compared and correlated with the results obtained in the germination test. In addition to the tested methods, imbibition periods of the seeds were evaluated for conductivity and pH, which corresponded to 2, 4, 6, 8, 24 and 48 hours. The electrical conductivity test was efficient in both of the used methods to evaluate the physiological quality of the studied seed species when compared to the standard germination test. The pH test of the exudate applied by the individual method was more efficient and thorough to evaluate the physiological quality of the studied seed species, than the mass method. For the species *Gallesia integrifolia*, *Cariniana legalis* and *Lonchocarpus campestris* the pH tests of the exudate tests were not efficient due to poor or absent correlation between germination and pH.

Keywords: Electrical Conductivity. Exudate pH. Germination.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Teste de germinação de sementes de <i>Aspidosperma parvifolium</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	29
Figura 2- Células utilizadas para leitura de condutividade elétrica individual. A) Sementes de <i>Lonchocarpus campestris</i> . B) Sementes de <i>Aspidosperma parvifolium</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	29
Figura 3- Leitura de condutividade elétrica individual de sementes de <i>Cariniana legalis</i> com condutivímetro digital. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.....	30
Figura 4- Teste de germinação para sementes de <i>Aspidosperma polyneuron</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	31
Figura 5- Leitura de condutividade elétrica massal de sementes de <i>Cabralea canjerana</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.....	32
Figura 6- Montagem de experimento no Laboratório de Análise de Sementes da UTFPR Câmpus Dois Vizinhos. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.....	78
Figura 7- Adição da solução indicadora de fenolftaleína. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.....	80
Figura 8- Leitura de teste de pH do exsudato. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	80
Figura 9- Teste de germinação em sementes de <i>Cariniana legalis</i> (A) e <i>Gallesia integrifolia</i> (B). UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	81
Figura 10- Teste pH do exsudato individual com sementes de <i>Cabralea canjerana</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	82
Figura 11- Teste pH do exsudato massal (48 horas) com sementes de <i>Aspidosperma polyneuron</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	83
Figura 12- Teste de pH do exsudato pelo método individual (A) e massal (B) para sementes de <i>Pterogyne nitens</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	90

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Dispersão dos dados de condutividade elétrica em diferentes períodos de embebição de sementes de <i>Aspidosperma parvifolium</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.....	35
Gráfico 2- Dispersão dos dados de condutividade elétrica em diferentes períodos de embebição de sementes de <i>Aspidosperma polyneuron</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.....	36
Gráfico 3- Dispersão dos dados de condutividade elétrica em diferentes períodos de embebição de sementes de <i>Cabralea canjerana</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	36
Gráfico 4- Dispersão dos dados de condutividade elétrica em diferentes períodos de embebição de sementes de <i>Cariniana legalis</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	37
Gráfico 5- Dispersão dos dados de condutividade elétrica em diferentes períodos de embebição de sementes de <i>Gallesia integrifolia</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	38
Gráfico 6- Dispersão dos dados de condutividade elétrica em diferentes períodos de embebição de sementes de <i>Handroanthus chrysotrichus</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.....	38
Gráfico 7- Dispersão dos dados de condutividade elétrica em diferentes períodos de embebição de sementes de <i>Lonchocarpus campestris</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.....	39
Gráfico 8- Dispersão dos dados de condutividade elétrica em diferentes períodos de embebição de sementes de <i>Pterogyne nitens</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	40
Gráfico 9- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de <i>Aspidosperma parvifolium</i> pelo método individual. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.....	50
Gráfico 10- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de <i>Aspidosperma polyneroun</i> pelo método individual. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.....	51
Gráfico 11- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de <i>Cabralea canjerana</i> pelo método individual. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.....	51
Gráfico 12- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de <i>Cariniana legalis</i> pelo método individual. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.....	52

Gráfico 13- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de <i>Gallesia integrifolia</i> pelo método individual. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.....	53
Gráfico 14- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de <i>Handroanthus chrysotrichus</i> pelo método individual. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	54
Gráfico 15- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de <i>Lonchocarpus campestris</i> pelo método individual. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.....	55
Gráfico 16- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de <i>Pterogyne nitens</i> pelo método individual. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.....	55
Gráfico 17- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de <i>Aspidosperma parvifolium</i> pelo método massal. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	61
Gráfico 18- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de <i>Aspidosperma polyneroun</i> pelo método massal. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	62
Gráfico 19- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de <i>Cabralea canjerana</i> pelo método massal. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	62
Gráfico 20- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de <i>Cariniana legalis</i> pelo método massal. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	63
Gráfico 21- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de <i>Gallesia integrifolia</i> pelo método massal. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	63
Gráfico 22- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de <i>Handroanthus chrysotrichus</i> pelo método massal. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	64
Gráfico 23- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de <i>Lonchocarpus campestris</i> pelo método massal. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	65
Gráfico 24- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de <i>Pterogyne nitens</i> pelo método massal. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Coeficiente de variação e Teste F sobre testes de condutividade elétrica individual em função de diferentes períodos de embebição de sementes florestais. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	34
Tabela 2- Tabela de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de <i>Aspidosperma parvifolium</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	42
Tabela 3- Tabela de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de <i>Aspidosperma polyneuron</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	42
Tabela 4- Tabela de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de <i>Cabralea canjerana</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	43
Tabela 5- Tabela de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de <i>Cariniana legalis</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	43
Tabela 6- Tabela de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de <i>Gallesia integrifolia</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	44
Tabela 7- Tabela de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de <i>Handroanthus chrysotrichus</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	44
Tabela 8- Tabela de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de <i>Lonchocarpus campestris</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	45
Tabela 9- Tabela de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de <i>Pterogyne nitens</i> . UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	46
Tabela 10- Coeficientes de correlação (r) entre condutividade elétrica e germinação pelo método individual em diferentes períodos de embebição de sementes. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	47
Tabela 11- Coeficiente de variação e Teste F sobre testes de condutividade elétrica massal em função de diferentes períodos de embebição de sementes florestais. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	57
Tabela 12- Coeficientes de correlação (r) entre condutividade elétrica e germinação pelo método massal em diferentes períodos de embebição de sementes. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	57
Tabela 13- Coeficientes de correlação (r) entre pH do exsudato e germinação pelo método individual em diferentes períodos de embebição de sementes. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	85
Tabela 14- Coeficientes de correlação (r) entre pH do exsudato e germinação pelo método massal em diferentes períodos de embebição de sementes. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.	87

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

ANOVA	Análise da Variância
AOSA	Association of Official Seed Analysts
APP	Área de Preservação Permanente
BOD	Biological Demand Oxygen
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
ISTA	International Seed Testing Association
PR	Unidade de Federação - Paraná
RL	Reserva Legal

LISTA DE ABREVIATURAS

CE	Condutividade elétrica
g	Gramma
G	Germinação
GL	Graus de liberdade
h	Horas
PG	Porcentagem de germinação
pH	Potencial hidrogeniônico
QM	Quadrado médio
RAS	Regras para análise de sementes
SG	Semente germinada
NG	Semente não germinada
sp.	Espécie

LISTA DE SÍMBOLOS

®	Marca registrada
%	Porcentagem
°	Grau
μ	Micro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS ATRAVÉS DO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	23
2.1 RESUMO.....	23
2.2 ABSTRACT	24
2.3 INTRODUÇÃO	25
2.4 MATERIAL E MÉTODOS	26
2.4.1 Local do experimento	26
2.4.2 Material experimental	26
2.4.3 Teste de Condutividade Elétrica.....	27
2.4.4 Condutividade Elétrica Individual	29
2.4.5 Condutividade Elétrica Massal	31
2.4.6 Delineamento experimental.....	32
2.4.7 Análise de Dados	32
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
2.5.1 Condutividade Elétrica Individual	34
2.5.1 Condutividade Elétrica Massal	56
2.6 CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS	68
3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS ATRAVÉS DO TESTE DE pH DO EXSUDATO	75
3.1 RESUMO.....	75
3.2 ABSTRACT	76
3.3 INTRODUÇÃO	77
3.4 MATERIAL E MÉTODOS	78
3.4.1 Local do Experimento.....	78
3.4.2 Material Experimental.....	78
3.4.3 Teste de pH do Exsudato	79
3.4.4 pH do Exsudato Individual.....	82
3.4.5 pH do Exsudato Massal.....	82
3.4.6 Análises de Dados	83
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	84
3.5.1 pH do Exsudato Individual.....	85

3.5.1 pH do Exsudato Massal.....	86
3.6 CONCLUSÕES	90
REFERÊNCIAS.....	92
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	96

1 INTRODUÇÃO

A partir das décadas de 60 e 70 ocorreu uma grande expansão das fronteiras agrícolas no Brasil, onde imensas áreas com florestas nativas nos estados do Sul deram lugar às lavouras. Inicialmente, o Estado do Rio Grande do Sul teve suas matas derrubadas dando lugar às lavouras de soja. Na sequência, vivenciaram a mesma atividade os estados de Santa Catarina e Paraná (GUBERT, 1987).

O bioma típico destas regiões é a Mata Atlântica, caracterizada pelo alto grau de diversidade de espécies, sendo um dos 34 *Hotspots*, isto é, um local de alta biodiversidade e ameaçada no mais alto grau (CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL DO BRASIL, 2005). De acordo com Pinto; Brito (2005) sua degradação elevada ao longo dos anos resulta hoje em menos 8% de sua área original.

Aliado a isto ocorre que indivíduos de algumas espécies encontram-se confinados ou até mesmo isolados em poucos remanescentes de mata nativa que existem, proporcionando uma pressão deletéria na troca de genes entre estes indivíduos, o que poderá culminar no médio e longo prazo, em um aumento na homogeneidade genética em algumas espécies, diminuindo, por exemplo, a expressão de características importantes para a sua sobrevivência (KAGEYAMA; GANDARA, 1998). Tais fatores vêm favorecendo o incentivo de políticas ambientais para um aumento na produção de sementes e mudas de qualidade.

Assim, conhecer as espécies florestais se torna primordial, contudo é necessário que sejam desenvolvidas estratégias de preservação de áreas naturais, estabelecendo bancos de germoplasma e pomares de sementes, o que depende diretamente da qualidade fisiológica das sementes selecionadas.

O conhecimento na área de tecnologia de sementes florestais é primordial para ações que visem o estabelecimento de povoamentos, particularmente em áreas de recuperação. Apesar da grande variação de genótipos e do elevado valor que representam, poucos são os estudos disponíveis acerca destas espécies, os quais se limitam muitas vezes aos conhecimentos básicos.

Dessa forma, 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.

Segundo Matos (2009) há uma crescente demanda por métodos rápidos e eficientes para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes florestais nativas. Contudo, muitas espécies florestais ainda possuem inúmeras limitações pela falta de conhecimento quanto às características ecológicas, fisiológicas e morfológicas de suas sementes.

A rapidez na avaliação da qualidade fisiológica das sementes contribui para a tomada de decisão nas etapas finais da produção, armazenamento e comercialização das mesmas. Ao optar pelo uso de testes rápidos, além do clássico 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).

Neste cenário, a utilização de sementes de alta qualidade é uma ferramenta importante, assegurando adequada população de plantas frente à variação de condições ambientais de campo, contribuindo para a produção e desenvolvimento (SCHEEREN 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 (BARBOSA; SANTOS-JUNIOR, 2006; PIÑA-RODRIGUES et al., 2007; LIMA-JUNIOR, 2010).

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 rápidos para avaliação da viabilidade das sementes promete tornar mais eficiente o processo de produção e auxiliar nas tomadas de decisões sobre os lotes de sementes.

Dentre os testes rápidos de verificação da qualidade de sementes, pode-se citar os testes de condutividade elétrica e pH do exsudato. Estes testes são

classificados como bioquímicos, pois são baseados na integridade dos sistemas de membranas das sementes. O princípio dos mesmos é que sementes de menor qualidade fisiológica apresentam um menor controle do fluxo de exsudatos liberando-os de maneira mais acentuada para o meio de embebição. Já as sementes com maior qualidade fisiológica, possuem um maior controle do fluxo de exsudatos e ainda tem a capacidade de reorganizar o sistema de membranas, dessa forma controlando essa liberação de exsudatos para o meio. Dessa forma, um maior incremento de exsudatos liberados para o meio de embebição promove a acidez do meio (pH ácido) e uma leitura de altos valores de condutividade elétrica. A comparação entre os valores das leituras da liberação de solutos de diferentes lotes indica possíveis diferenças na qualidade das sementes. Assim, sendo possível haver uma correlação entre as variáveis pH do exsudato, condutividade elétrica e germinação de sementes (MARCOS FILHO, 2005; 2015).

Diante do exposto, o presente estudo buscou elucidar os períodos de embebição mais adequados para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes florestais, por meio de indicadores bioquímicos como a condutividade elétrica e o pH do exsudato utilizando-se dos métodos individual e massal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, J.M.; SANTOS-JUNIOR, N.A. Produção e tecnologia de sementes aplicadas à recuperação de áreas degradadas. In: **Manual para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006, p.78-87.

CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL DO BRASIL. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Floresta Atlântica e Campos Sulinos**. Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD/Instituto Estadual de Floresats- MG. Brasília: MMA/ SBF. 2005. 46p.

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.

GUBERT FILHO, F.A. **O Faxinal - Estudo Preliminar**. ITCF, 37 - 41, Curitiba, 1987.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F.B. Revegetação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R., coord. **Ecologia de matas ciliares**. Piracicaba: ESALQ/USP, v.12, n.32, p.65-70, 1998.

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

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

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

MATOS, J.M.M. Avaliação da eficiência do Teste de Ph de Exsudato na Verificação de Viabilidade de Sementes Florestais. **Dissertação** (Mestrado) 75p. Brasília: Universidade de Brasília, 2009.

PASSOS, M.A.A.; SILVA, F.J.B.C.; SILVA, E.C.A.; PESSOA, M.M.L.; 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.; FREIRE, J.M.; LELES, P.S.S. BREIER, T.B. **Parâmetros técnicos para produção de Sementes Florestais**, Seropédica, EDUR/UFRJ, 2007, 188p.

PINTO, L.P.; BRITO C.W. **Dinâmica da perda da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira: uma introdução**. Belo Horizonte: SOS Mata Atlântica / Conservação Internacional do Brasil. 2005.

SCHEEREN, B. R.; PESKE, S.T.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A. C. A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.35-41, 2010.

2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS PELO DO TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

2.1 RESUMO

O teste de condutividade elétrica é um teste rápido na avaliação da qualidade de sementes, contudo, os estudos com espécies florestais são escassos. Desta forma, o objetivo foi verificar a possibilidade de avaliação da qualidade fisiológica das sementes de diferentes espécies florestais pelo teste de condutividade elétrica individual e massal em diferentes períodos de embebição das sementes. O material experimental foi composto por sementes das espécies *Aspidosperma parvifolium* (Apocynaceae), *Aspidosperma polyneuron* (Apocynaceae), *Cabralea canjerana* (Meliaceae), *Cariniana legalis* (Lecythidaceae), *Gallesia integrifolia* (Phytolaccaceae), *Handroanthus chrysotrichus* (Bignoniaceae), *Lonchocarpus campestris* (Fabaceae) e *Pterogyne nitens* (Fabaceae). Para o método individual, foram utilizadas 80 repetições de uma semente, as quais foram postas em recipientes individualizados contendo 50 mL de água destilada. Para o método massal, utilizou-se 4 repetições de 25 sementes, postas em recipientes contendo 75 mL de água destilada. Para os dois métodos foram avaliados os períodos de embebição, sendo: 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 condutímetro digital de bancada. As sementes do método individual 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. As sementes obtidas do método massal foram postas para germinar de maneira aleatória. O teste de condutividade elétrica se mostrou eficiente para avaliação da qualidade fisiológica das sementes das espécies estudadas, em ambos os métodos avaliados. Quando eficientes, os resultados obtidos no teste de condutividade elétrica pelo método massal corroboram com os resultados obtidos pelo método individual.

Palavras-chave: Indicador Bioquímico. Germinação. Vigor.

2.2 ABSTRACT

The test of electrical conductivity is the fastest tests to evaluate quality of the seed, however, studies with forest species are scarce. Thus, the aim was to verify the possibility to evaluate the physiological quality of forest seed species by the individual and mass electrical conductivity test in different imbibition periods. The experimental material consisted of seeds of the species *Aspidosperma parvifolium* (Apocynaceae), *Aspidosperma polyneuron* (Apocynaceae), *Cabralea canjerana* (Meliaceae), *Cariniana legalis* (Lecythidaceae), *Gallesia integrifolia* (Phytolaccaceae), *Handroanthus chrysotrichus* (Bignoniaceae), *Lonchocarpus campestris* (Fabaceae) and *Pterogyne nitens* (Fabaceae). For the individual method, eight repetitions of one seed were used, which were placed in individual containers containing 50 ml of distilled water. For mass method, 4 repetitions of 25 seeds were used, which were placed in containers containing 75 mL of distilled water. For both methods, the following imbibition periods were evaluated: 2, 4, 6, 8, 24 and 48 hours. The tests were placed in a germinator BOD chamber with a constant temperature of 25°C. After each imbibition period, the electrical conductivity was reading of the solution in which the seeds were immersed was taken, using a digital conductivity meter. The seeds obtained from the individual method were put to germinate in an orderly manner, where the electrical conductivity value of the seed's leached compounds was properly identified by number seed, later to be correlated with germination. The seeds obtained from the mass method were put to germinate randomly. The electrical conductivity test was efficient to evaluate the physiological quality of studied seed species in both of the evaluated methods. When efficient results obtained in the electrical conductivity test by the mass method corroborate with the results obtained by the individual method.

Key-words: Biochemical indicator. Germination. Vigour.

2.3 INTRODUÇÃO

A importância da propagação de espécies florestais nativas com alta qualidade tem se intensificado devido à necessidade de recuperação de áreas degradadas, recomposição da paisagem e também pelo alto nível de consanguinidade encontrado entre as espécies, o que acarreta em elevada redução do vigor (LIMA JUNIOR, 2010). Além da demanda por sementes de espécies nativas para plantios em recuperações de áreas degradadas, a demanda para uso em projetos voluntários e plantios comerciais, também intensifica o mercado de sementes (BRANCALION et al., 2010).

A qualidade de uma semente pode ser avaliada por meio de diversas variáveis, e entre as mais importantes estão a germinação, viabilidade e o vigor (HENNING et al., 2010). Vários testes podem ser utilizados para avaliar o vigor e a qualidade fisiológica das sementes, dentre estes pode-se citar o teste de condutividade elétrica (CORTE et al., 2010).

De acordo com a Associação Internacional de Análise de Sementes (ISTA, 2004), o teste de condutividade elétrica aplicado às sementes é um dos testes mais significativos quando se busca respostas quanto ao vigor de sementes. Isso devido à sua rapidez, facilidade de execução e possibilidade de ser padronizado como teste rotineiro devido sua reprodutibilidade (VIEIRA et al., 1994; SANTOS; PAULA, 2005).

Segundo Marcos Filho (2005), o teste de condutividade elétrica é classificado como um teste bioquímico e é baseado na integridade das membranas celulares. O princípio do teste é que sementes menos vigorosas liberam mais solutos para o meio, pois a velocidade do restabelecimento das membranas durante a embebição é menor. A comparação entre os valores das leituras da liberação de solutos de diferentes lotes indica possíveis diferenças no vigor das sementes.

Vários fatores podem afetar os resultados da condutividade elétrica, como a presença de sementes danificadas, tamanho da semente, genótipo, teor de umidade, número de sementes utilizadas por amostra, tempo e temperatura de embebição (KRZYZANOWSKI et al., 1999).

Segundo Dias; Marcos Filho (1996) recomenda-se a padronização de um valor de condutividade denominado ponto de partição para estimar o vigor 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.

A avaliação da condutividade elétrica pode ser conduzida pelo método massal, bem como pelo método individual (SOUZA, 2007). O método massal é mais promissor quanto à possibilidade de padronização de metodologia (POWELL, 1998). O método individual foi criado para corrigir problemas na realização do teste em amostras com sementes danificadas ou duras, que apresentam variações na capacidade de lixiviação dos solutos. De maneira geral, ambos os métodos possuem o mesmo princípio, bem como as preocupações com os fatores que influenciam os resultados (STEERE et al., 1981).

Apesar do teste de condutividade elétrica ter destaque como sendo um dos testes mais rápidos na avaliação da qualidade e vigor de sementes, os estudos com espécies florestais são escassos.

Diante disso, conduziu-se esta investigação científica com o objetivo de verificar a possibilidade de avaliação da qualidade fisiológica das sementes de diferentes espécies florestais, pelo teste de condutividade elétrica individual e massal.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

2.4.1 Local do experimento

Todos os trabalhos foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos.

2.4.2 Material experimental

O material experimental foi composto por sementes das espécies

florestais:

- *Aspidosperma parvifolium* (Família: Apocynaceae; Nome popular: guatambu);
- *Aspidosperma polyneuron* (Família: Apocynaceae; Nome popular: peroba-rosa);
- *Cabralea canjerana* (Família: Meliaceae; Nome popular: canjerana);
- *Cariniana legalis* (Família: Lecythidaceae; Nome popular: jequitibá);
- *Gallesia integrifolia* (Família: Phytolaccaceae; Nome popular: pau-d'alho);
- *Handroanthus chrysotrichus* (Família: Bignoniaceae; Nome popular: ipê-amarelo);
- *Lonchocarpus campestris* (Família: Fabaceae; Nome popular: rabo-de-bugio);
- *Pterogyne nitens* (Família: Fabaceae; Nome popular: amendoim-do-campo).

As sementes foram coletadas a partir de árvores matrizes localizadas no Estado do Paraná, em áreas de preservação permanente (APP), reserva legal (RL), ou pequenos remanescentes florestais, sendo que sementes de algumas espécies foram cedidas pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP).

2.4.3 Teste de Condutividade Elétrica

O teste de condutividade elétrica foi realizado pelo método individual e massal, ambos avaliando os períodos de embebição em que as sementes foram submetidas (tratamentos).

As condições nas quais conduziram-se os testes de condutividade elétrica (quantidade de sementes, quantidade de água e temperatura) foram definidas a partir de estudos realizados e publicados pela AOSA (1983) e realizados por Marques et al. (2002a), Santos; Paula (2005) e Flavio; Paula (2010).

Para os testes de germinação foram utilizadas as condições estabelecidas por Martins et al. (2011) e Fantinel et al. (2013) para *Handroanthus*

chrysotrichus (ipê-amarelo); Kopper et al. (2010) para *Cariniana legalis* (jequitibá); Carvalho et al. (2006) para *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa); Silva et al. (2007) para *Aspidosperma parvifolium* (guatambu), Santos et al. (2008) para *Pterogyne nitens* (amendoim-do-campo); Barros et al. (2005) para *Gallesia integrifolia* (pau-d'álho); Lima et al. (2008) para *Lonchocarpus campestris* (rabo-de-bugio); e Grunennvaldt et al. (2014) para *Cabralea canjerana* (canjerana). Quando não disponíveis para a mesma espécie, adotou-se o recomendado para o mesmo gênero.

As condições comumente encontradas para a germinação foram sob temperatura de 25°C com fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, utilizando-se o substrato rolo de papel, com exceção da espécie *Cabralea canjerana* que foi acondicionada no substrato sobre papel, em condição de escuro contínuo, pois possui comportamento fotoblástico negativo (GRUNENVALDT et al., 2014). Todos os substratos foram previamente autoclavados em autoclave vertical e para o teste de germinação foram umedecidos com 2,5 vezes o seu peso em água destilada, conforme determina as Regras de Análises de Sementes - RAS (BRASIL, 2009). Todos os testes foram alocados em câmara tipo B.O.D. (*Biological Demand Oxygen*).

A germinação foi calculada pela fórmula $G\% = (N/100) \times 100$, em que: N= número de sementes germinadas ao final do teste.

Foram consideradas germinadas as sementes que atenderam o critério botânico de germinação, definido pela emissão da raiz primária, segundo Labouriau (1983) e Santos; Aguiar (2005) (Figura 1).



Figura 1- Teste de germinação de sementes de *Aspidosperma parvifolium*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

2.4.4 Condutividade Elétrica Individual

Para a aplicação do teste de condutividade elétrica pelo método individual, foram utilizadas 80 repetições de uma semente cada (Figura 2), postas em recipientes individualizados contendo 50 mL de água destilada, alocados em câmara germinadora tipo BOD com temperatura constante a 25°C por seis períodos de embebição (2, 4, 6, 8, 24 e 48 horas).

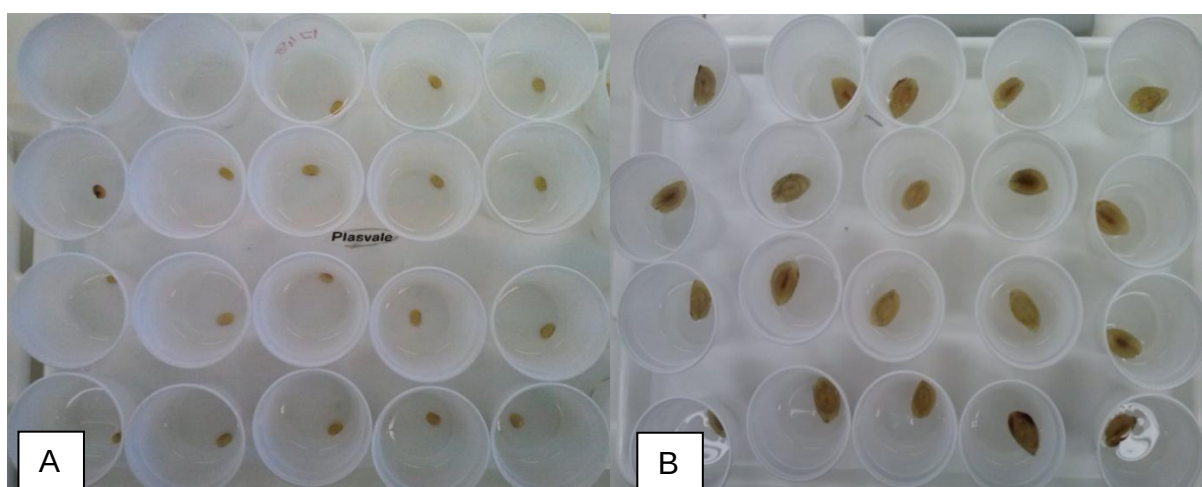


Figura 2- Células utilizadas para leitura de condutividade elétrica individual. A) Sementes de *Lonchocarpus campestris*. B) Sementes de *Aspidosperma parvifolium*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

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 Mod CG 2000, com precisão de +/- 1%. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ semente (Figura 3).

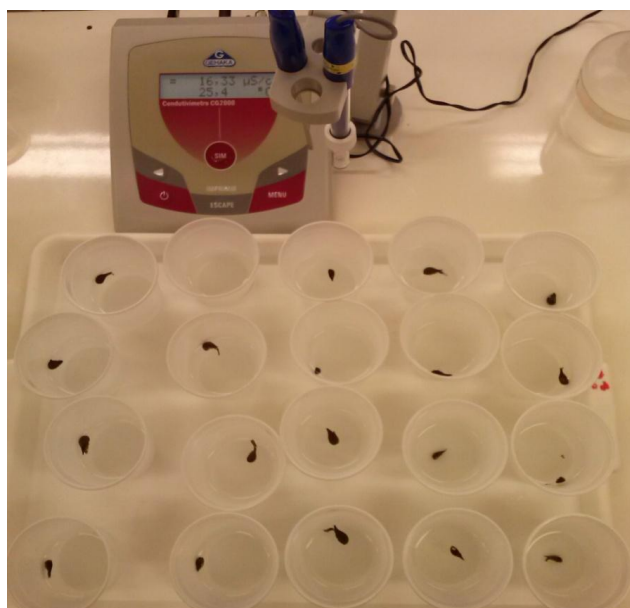


Figura 3- Leitura de condutividade elétrica individual de sementes de *Cariniana legalis* com condutivímetro digital. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

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 (Figura 4).



Figura 4- Teste de germinação para sementes de *Aspidosperma polyneuron*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

2.4.5 Condutividade Elétrica Massal

Para o teste de condutividade desenvolvido pelo método massal, utilizaram-se 4 repetições de 25 sementes (AOSA, 2002) (Figura 5), as quais foram pesadas e postas em recipientes contendo 75 mL de água destilada, alocados em câmara germinadora tipo BOD com temperatura constante de 25°C durante seis períodos de embebição (2, 4, 6, 8, 24 e 48 horas).

Após cada período de embebição, realizou-se a leitura da condutividade elétrica da solução na qual as sementes estavam imersas, utilizando-se um condutímetro digital de bancada Mod CG 2000, com precisão de +/- 1, cujos resultados de leitura foram divididos pelos respectivos valores de massa das amostras das sementes, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de semente.



Figura 5- Leitura de condutividade elétrica massal de sementes de *Cabralea canjerana*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

Logo após a leitura, as sementes foram postas para germinar de forma aleatória.

2.4.6 Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em um modelo unifatorial para os tratamentos (períodos de embebição: 2, 4, 6, 8, 24 e 48 horas) com 80 repetições de uma semente para o método individual e 4 repetições de 25 sementes para o método massal.

2.4.7 Análise de Dados

Após a compilação, o conjunto de dados foi submetido ao teste de Lilliefors para a verificação da normalidade dos dados a partir de média e variância, logo, atendidas as pressuposições do modelo, procedeu-se a análise estatística.

Para ambos os métodos foram realizadas as seguintes análises estatísticas:

- Os dados médios de condutividade elétrica foram submetidos a análise de variância para verificação de uma possível separação dos grupos de condutividade através da estatística do Teste F entre os diferentes períodos de embebição;

- Análise de correlação entre condutividade elétrica e germinação dentro de cada período de embebição. A interpretação do coeficiente de correlação se deu conforme apontado por Dancey; Reidy (2006), em que: $r = 0$ indica que não há relação linear entre as variáveis; $r = 0,10$ até $0,30$ corresponde a uma correlação fraca; $r = 0,40$ até $0,60$ à correlação moderada; $r = 0,70$ até 1 , à correlação forte (para ambos os casos, negativa ou positiva). Os testes aplicados foram considerados eficientes quando a correlação entre CE e germinação foi classificada como forte.

- Também foram ajustados modelos de regressão em uma análise de dispersão de dados levando-se em conta os resultados de germinação e condutividade elétrica em relação ao período de embebição.

Ainda para o método de leitura individual aplicou-se:

- Adotou-se o gráfico do tipo “Box Plot” para a compreensão da dispersão dos resultados de condutividade elétrica;

- Tabela de classes as quais apresentam os resultados das leituras individuais agrupados em intervalos de condutividade e comparados aos resultados de um teste de germinação, que forneceu a resposta do número de sementes germinadas (SG) e do número de sementes não germinadas (NG). Desta forma buscou-se obter um ponto de partição entre os valores de condutividade elétrica e os resultados da germinação dentro de cada período de embebição.

As análises foram realizadas com o auxílio do software estatístico ASSISTAT versão 7.7.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.5.1 Condutividade Elétrica Individual

Como mostra a Tabela 1, os períodos de embebição aplicados para teste de condutividade elétrica individual (CEI) mostraram diferença significativa entre si para todas as espécies estudadas, portanto, rejeitou-se a hipótese de nulidade (H_0) de que não houvesse diferença nas leituras de condutividade elétrica (CE) entre os tratamentos.

Tabela 1- Coeficiente de variação e Teste F sobre testes de condutividade elétrica individual em função de diferentes períodos de embebição de sementes florestais. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

ESPÉCIE	CV (%)	F
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	3,3	28,78**
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	2,5	109,03**
<i>Cabralea canjerana</i>	5,4	179,15**
<i>Cariniana legalis</i>	2,5	201,68**
<i>Gallesia integrifolia</i>	9,3	58,78**
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	3,9	1633,25**
<i>Lonchocarpus campestris</i>	5,4	37,87**
<i>Pterogyne nitens</i>	38,2	12,27**

Em que: **significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns = não significativo; CV = coeficiente de variação; F = estatística do teste F.

Com exceção da espécie *Pterogyne nitens*, o coeficiente de variação encontrado para as demais espécies foi baixo, mostrando um bom controle experimental. Salienta-se que a espécie *Pterogyne nitens* além de apresentar um alto coeficiente de variação para os valores de CE, também apresentou o menor valor de F, assim mostrando maior variação entre as repetições dentro de cada período de embebição.

Os dados referentes à CE individual da espécie *Pterogyne nitens* apresentaram o maior coeficiente de variação, não tendo distribuição normal, devido à grande diferença entre as leituras das repetições. Valores discrepantes para CE são possíveis de serem encontrados, quando se adota a metodologia individual para o teste. Segundo Marcos Filho (2015), as sementes menos vigorosas resultam em maiores leituras de CE. Como a leitura neste caso, foi de forma

individual, explica-se esta variação. Houve desta maneira a necessidade de transformação ($\text{Arco seno}\sqrt{x/100}$) destes dados apenas para esta espécie.

Dado que o tempo de embebição das sementes foi significativo, apresenta-se a seguir a dispersão dos dados dentro dos períodos de embebição em gráficos do tipo Box-plot. Através do Box-plot pode-se observar como as variáveis estão distribuídas em relação à homogeneidade dos dados, valores de tendência central, valores máximos e mínimos (BONELL et al., 2010).

Observa-se no Gráfico 1 para a espécie *Aspidosperma parvifolium*, que os valores de CE passaram a ter maior incremento às 8 horas de embebição das sementes, mantendo-se iguais as 24 e 48 horas, chegando a $440 \mu\text{s.cm}^{-1}$ semente. Nota-se que até o período de 8 horas os dados estão bastante concentrados em torno da mediana e que as 24 e 48 horas os dados apresentam-se com um pouco mais de heterogeneidade e com alguns valores discrepantes.

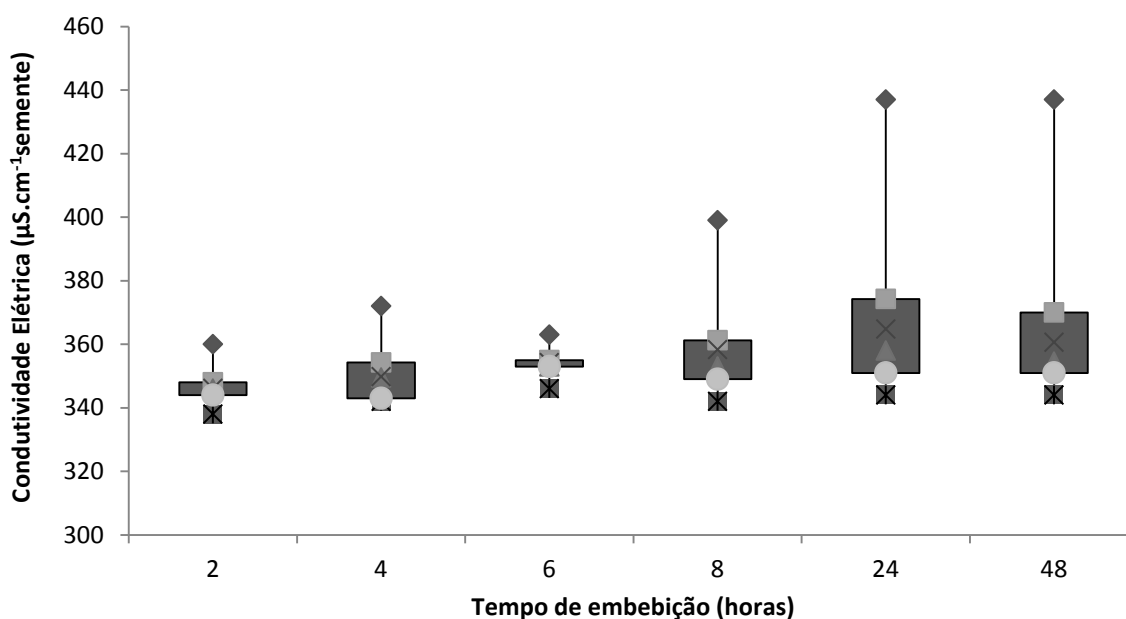


Gráfico 1- Dispersão dos dados de condutividade elétrica em diferentes períodos de embebição de sementes de *Aspidosperma parvifolium*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

Para a espécie *Aspidosperma polyneuron* (Gráfico 2), os valores de CE tiveram grande variação dentro dos períodos de embebição. Pôde-se perceber que aos períodos de 4 e 6 horas de embebição apresentaram os menores valores de CE, seguido dos períodos de 2, 8, 48 horas e 24 horas com os maiores valores (chegando a $440 \mu\text{s.cm}^{-1}$ semente) semelhante à espécie *Aspidosperma parvifolium*.

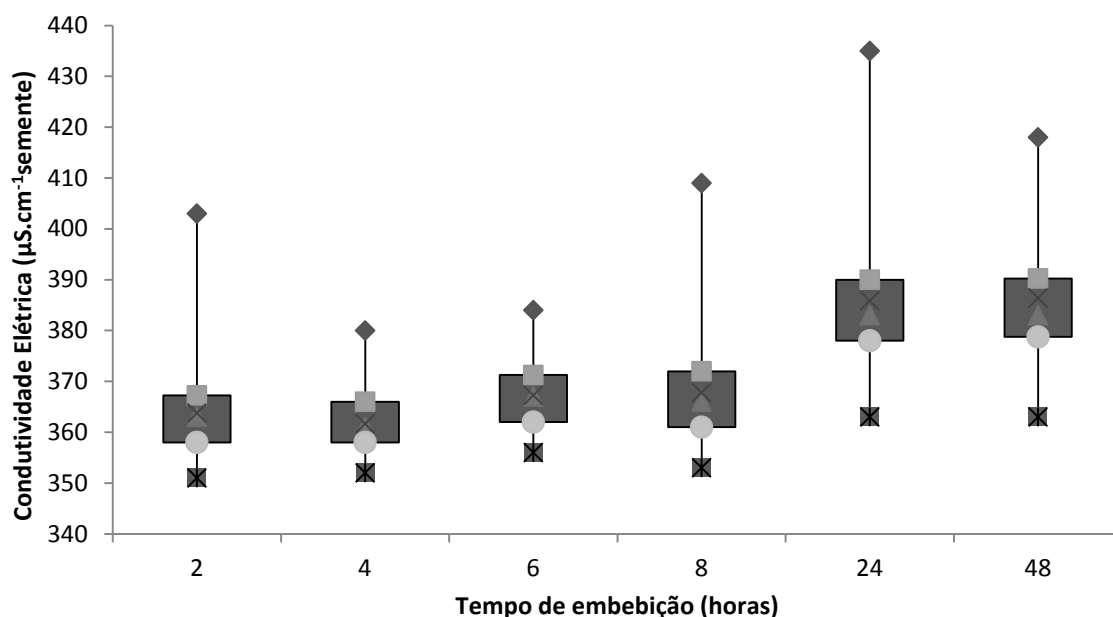


Gráfico 2- Dispersão dos dados de condutividade elétrica em diferentes períodos de embebição de sementes de *Aspidosperma polyneuron*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

A espécie *Cabralea canjerana* mostrou um aumento gradativo da CE conforme se aumentou o período de embebição das sementes (Gráfico 3). A maior variação dos valores de CE pôde ser observada a partir das 24 horas de embebição, contudo os dados não mostraram grande heterogeneidade.

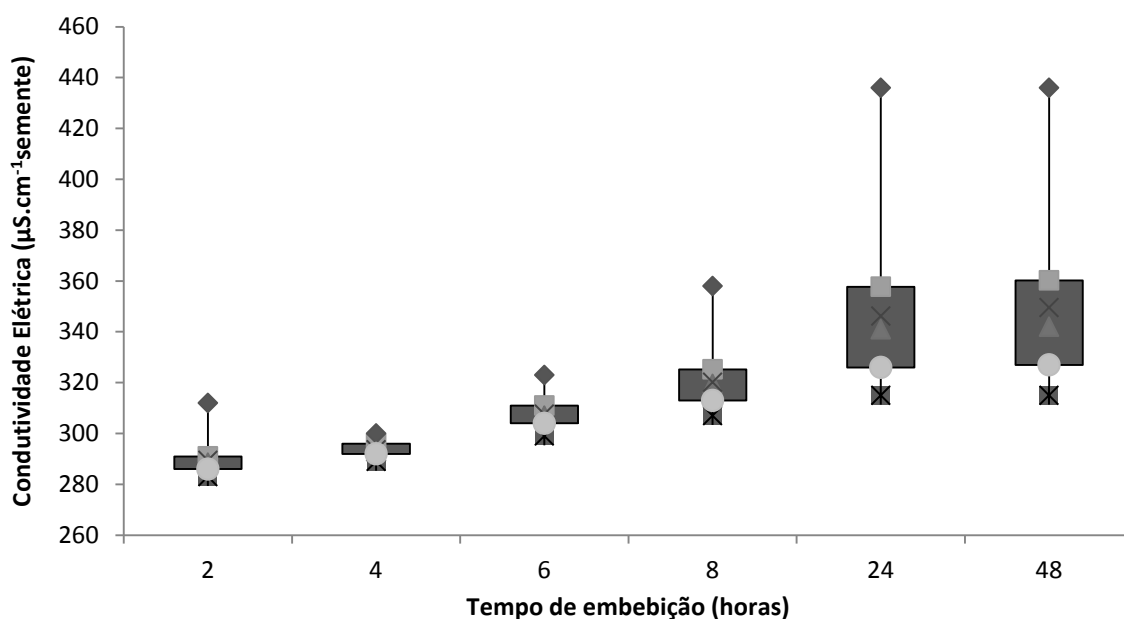


Gráfico 3- Dispersão dos dados de condutividade elétrica em diferentes períodos de embebição de sementes de *Cabralea canjerana*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

O Gráfico 4 mostra os valores de CE para *Cariniana legalis*. No período de 2 horas os dados não mostraram variação e estiveram entre 345 a 355 $\mu\text{s.cm}^{-1}$ semente. A partir desse momento houve maior incremento, contudo nota-se que os dados se concentram em torno da mediana e que no período de 24 horas houve um pouco mais de heterogeneidade em relação aos demais.

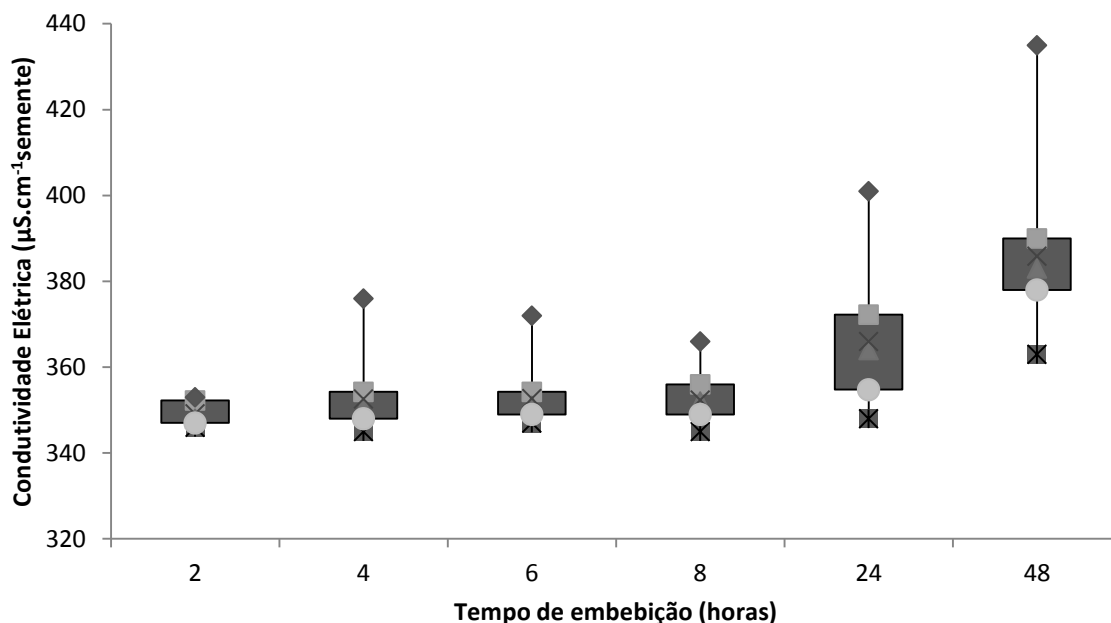


Gráfico 4- Dispersão dos dados de condutividade elétrica em diferentes períodos de embebição de sementes de *Cariniana legalis*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

Para *Gallesia integrifolia* nota-se uma manutenção dos valores de CE até o período de 24 horas de embebição das sementes onde os valores dispersaram de 270 a 390 $\mu\text{s.cm}^{-1}$ semente. Ao período de 48 horas pôde-se observar uma maior variação da CE, indo de 290 a 550 $\mu\text{s.cm}^{-1}$ semente, contudo a maior concentração desses dados foi de 320 a 420 $\mu\text{s.cm}^{-1}$ semente, sendo estes próximos à mediana (Gráfico 5).

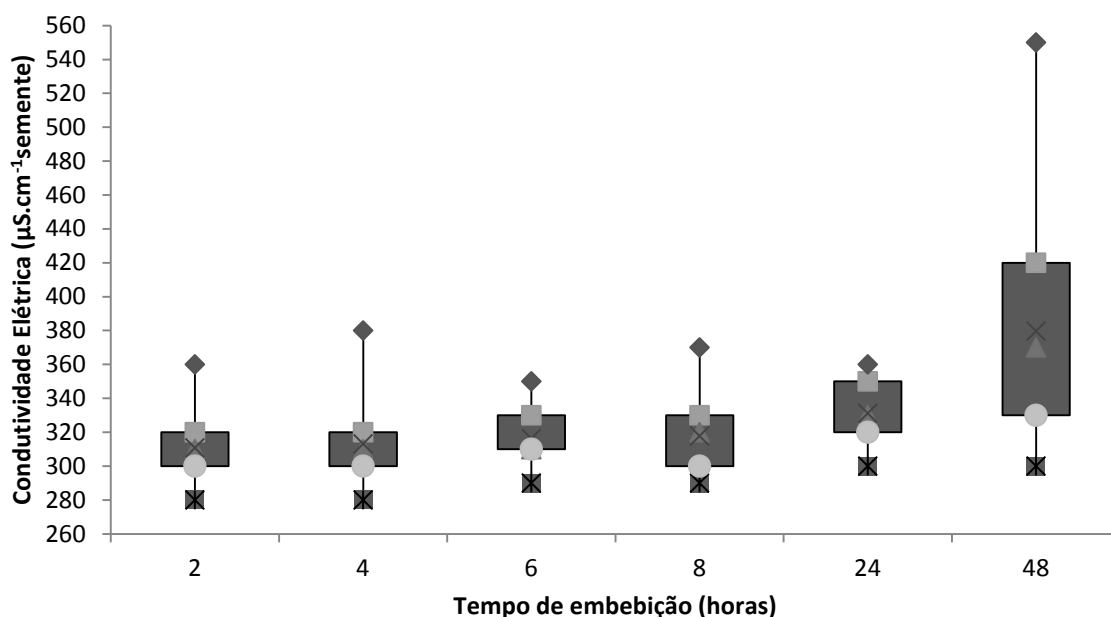


Gráfico 5- Dispersão dos dados de condutividade elétrica em diferentes períodos de embebição de sementes de *Galesia integrifolia*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

Pode-se observar no Gráfico 6 para a espécie *Handroanthus chrysotrichus* grande diferença dos valores de CE entre os períodos de embebição. Os valores máximos foram observados nos períodos de 24 e 48 horas, chegando a aproximadamente $400 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{semente}$, contudo, os dados se concentraram em torno da mediana.

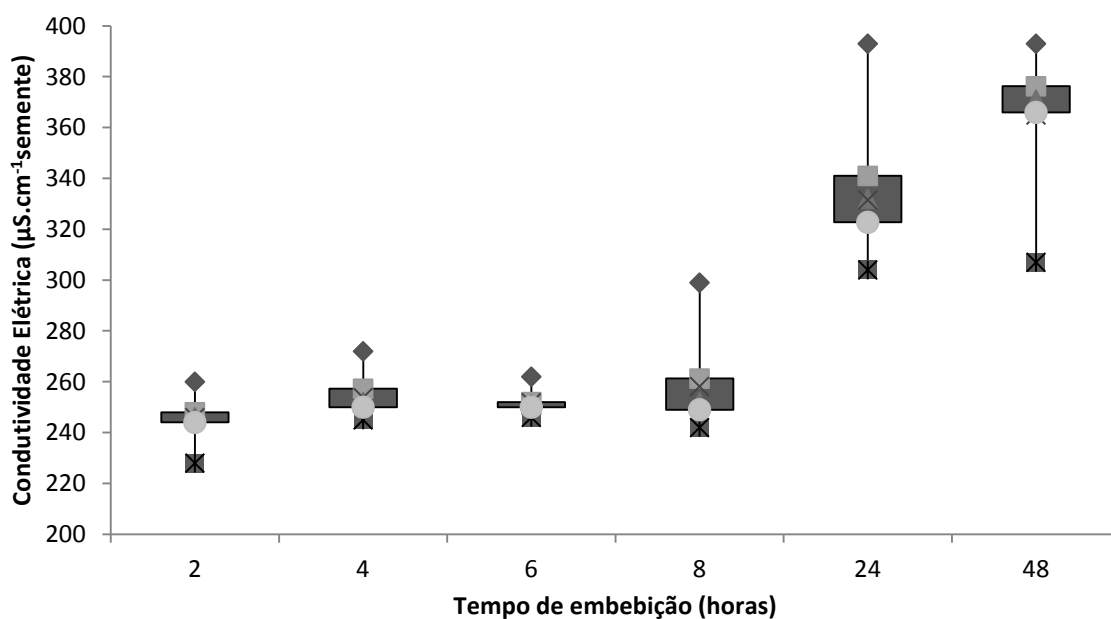


Gráfico 6- Dispersão dos dados de condutividade elétrica em diferentes períodos de embebição de sementes de *Handroanthus chrysotrichus*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

Para *Lonchocarpus campestris* observa-se um pico de CE nos períodos de 8 e 48 horas de embebição, mas que não foram maiores de $360 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{semente}^{-1}$ (Gráfico 7), abaixo do encontrado para as demais espécies. Nesses mesmos períodos também pode ser observado que os dados também se concentraram em torno da mediana.

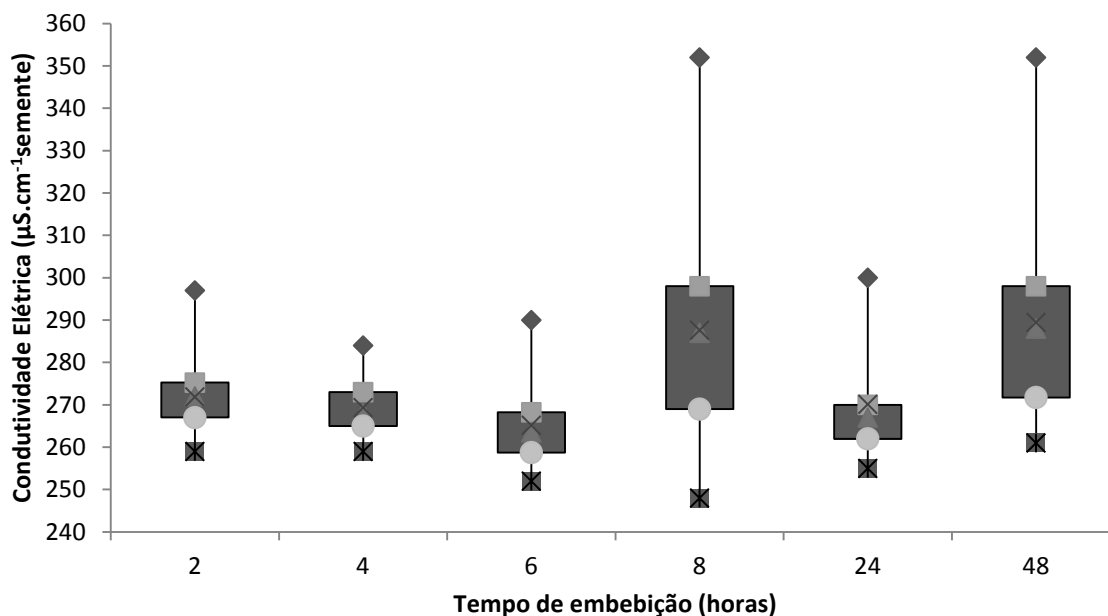


Gráfico 7- Dispersão dos dados de condutividade elétrica em diferentes períodos de embebição de sementes de *Lonchocarpus campestris*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

Sabe-se que o valor da CE se dá em função da quantidade de íons lixiviados, o que está relacionado com a integridade das membranas celulares. Desta forma, membranas mal estruturadas e células danificadas estão, geralmente, associadas com o processo de deterioração da semente, ou seja, com sementes de menor qualidade (AOSA, 2002). Desta forma, sementes com maiores danos em seus tecidos tendem a liberar mais íons, proporcionando assim uma maior CE na solução de embebição.

Pterogyne nitens foi a espécie que apresentou maior CE para o método de avaliação individual (Gráfico 8), que pode ser observada no período de 6 horas de embebição. O pico de CE observado no período de 6 horas chegou a $670 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{semente}^{-1}$, contudo os dados se concentraram na maior parte entre 400 e $500 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{semente}^{-1}$, próximos à mediana.

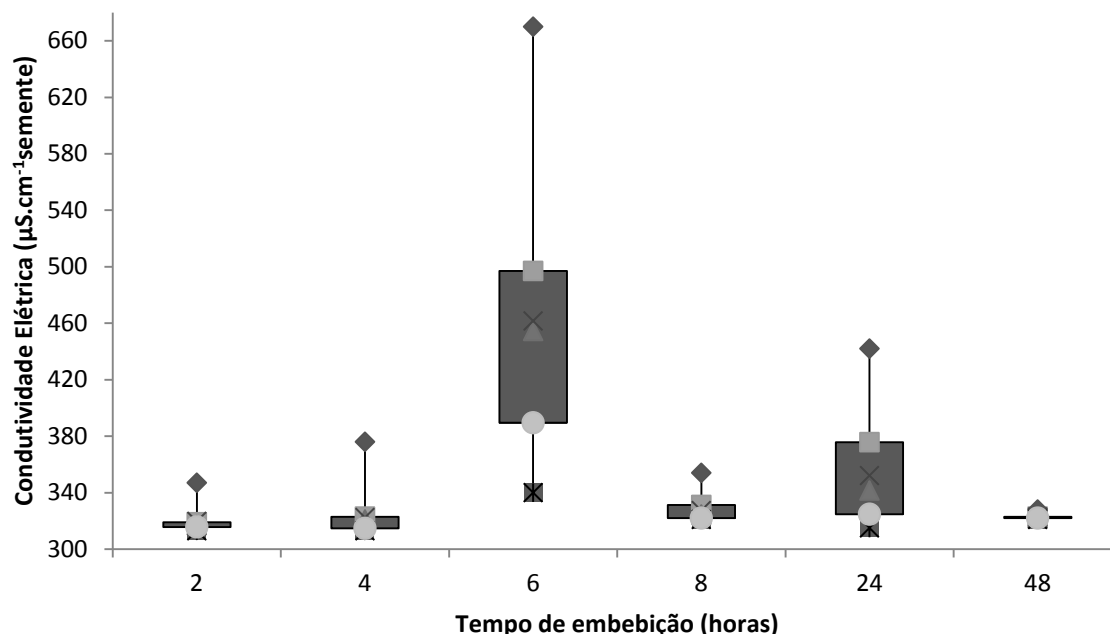


Gráfico 8- Dispersão dos dados de condutividade elétrica em diferentes períodos de embebição de sementes de *Pterogyne nitens*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

Para sementes de *J. curcas* L (Pinhão-manso - Euphorbiaceae) (NUNES et al., 2009) e sementes de *A. squamosa* (Pinha – Anonaceae) (ARAÚJO et al., 2014) avaliando-se diferentes períodos de embebição das sementes, os autores registraram um aumento gradativo na condutividade elétrica com o aumento do tempo de embebição. Esses resultados corroboram com o comportamento da CE das sementes de *Aspidosperma parvifolium*, *Cabralea canjerana*, *Cariniana legalis*, *Gallesia integrifolia* e *Handroanthus chrysotrichus*, o que é esperado quando se avalia a CE.

Este evento possivelmente se deve devido ao fato que em sementes que apresentam maior qualidade fisiológica, a reorganização das membranas acontece com maior rapidez, fazendo com que a liberação de exsudatos diminua até praticamente ser nula, ao contrário do que acontece com as sementes menos vigorosas (MARCOS FILHO, 2005) em que a liberação de exsudatos se acentua do decorrer do tempo de embebição. Esse fato justifica também o comportamento observado para a espécie *Pterogyne nitens*, a qual apresentou um acréscimo da CE até o período de 6 horas, e em seguida baixando aos valores iniciais (Gráfico 8).

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 o tempo de armazenamento das mesmas (DIAS; MARCOS FILHO, 1996; VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999; GASPAR; NAKAGAWA, 2002; MARCHI; CICERO, 2002).

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 cotilédone. Todas estas características morfológicas do tegumento da semente podem ser levadas em consideração no que se diz respeito ao tempo de embebição das sementes.

Segundo Dias; 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, sendo que 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 as espécies em estudo. Assim, serão abordadas a seguir em sequência para cada espécie, tabelas de classe as quais possam mostrar com maior clareza 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, esses resultados mostram que nesses períodos é possível separar as classes de SG e NG.

Tabela 2- Intervalos de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de *Aspidosperma parvifolium*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

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	
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* foi possível identificar um intervalo de CE para SG e NG do lote de sementes avaliado. Nota-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 porcentagem de SG e aumentando a de NG conforme se aumenta a CE. Fato esse que poderá ser justificado posteriormente.

Tabela 3- Intervalos de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de *Aspidosperma polyneuron*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

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	
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- Intervalos de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de *Cabrlea canjerana*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

INTERVALOS DE CE ($\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ semente)	2 HORAS		4 HORAS		6 HORAS		8 HORAS		24 HORAS		48 HORAS	
	SG	NG	SG	NG	SG	NG	SG	NG	SG	NG	SG	NG
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

Para sementes de *Cariniana legalis* (Tabela 5) também não foi possível estabelecer um ponto de partição entre os intervalos de classe para ambos os períodos de embebição avaliados, mostrando mesma tendência que sementes de *Cabrlea canjerana* (Tabela 4).

Tabela 5- Intervalos de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de *Cariniana legalis*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

INTERVALOS DE CE ($\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ semente)	2 HORAS		4 HORAS		6 HORAS		8 HORAS		24 HORAS		48 HORAS	
	SG	NG	SG	NG	SG	NG	SG	NG	SG	NG	SG	NG
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	-

Para *Gallesia integrifolia* (Tabela 6) os intervalos de CE para SG e NG pode ser observado no período de 48 horas de embebição. Nota-se que a CE aumenta conforme se diminui a germinação e vice-versa, confirmando que existe uma tendência de baixos valores de condutividade elétrica ter uma melhor correlação com a germinação. As SG (49%) foram identificadas dentro do intervalo de CE de 281 a 380 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ semente, e as NG (40%) foram identificadas no intervalo de 381 a 560 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ semente, sendo que 11% de NG apresentaram mesmo valor de CE que SG.

Tabela 6- Intervalos de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de *Gallesia integrifolia*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

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	
261- 280	5	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-
281- 300	23	2	18	15	8	13	23	5	5	2	1	-
301- 320	44	16	38	7	38	10	23	19	20	10	20	-
321- 340	5	-	10	1	24	5	18	7	15	20	15	2
341 - 360	4	1	6	-	2	-	1	2	15	13	9	1
361 - 380	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	4	8
381 - 400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
401 - 420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
421- 440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
441 - 460	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
461 - 480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
481- 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
501- 520	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
521 - 540	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
541 - 560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3

Para sementes de *Handroanthus chrysotrichus* (Tabela 7) no período de 8 horas, cerca de 74% de SG foram observadas no intervalo de CE de 241 a 260 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ semente e 24% de NG encontram-se entre 261 a 300 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ semente, sendo que apenas 2% de SG se encontram na transição de classe para NG. Dessa forma, há indícios de um ponto de partição nesse momento de transição de classes.

Tabela 7- Intervalos de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de *Handroanthus chrysotrichus*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

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	
221- 240	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
241- 260	86	11	79	9	86	10	74	-	-	-	-	-
261 - 280	-	-	11	1	2	2	2	15	-	-	-	-
281 - 300	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-
381 - 400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
301- 320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	-	4
321- 340	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	-	16
341 - 360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	-	-
361 - 380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74
381 - 400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	6

Sementes de *Lonchocarpus campestris* apresentaram valores semelhantes de CE na maioria dos períodos de embebição analisados (Tabela 8). Contudo às 24 horas, nota-se uma transição entre os intervalos de CE 280 para 281 $\mu\text{s.cm}^{-1}$ semente, em que houve aumento da CE e diminuição da quantidade de SG para 1%, enquanto NG tiveram um acréscimo de 18%. Podendo nesse momento ser identificado um ponto de partição para o lote de sementes analisado desta espécie.

Tabela 8- Intervalos de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de *Lonchocarpus campestris*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

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	
241- 260	-	2	5	4	30	8	2	-	12	-	-	-
261- 280	63	28	58	24	50	-	30	13	68	1	43	-
281 - 300	7	-	7	2	10	2	25	9	1	18	35	1
301 - 320	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	10	3
321- 340	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3	-
341- 360	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	5	-

Conforme demonstrado na Tabela 9, para sementes de *Pterogyne nitens* houve um indício de ponto de partição no período de 6 horas de embebição. Nota-se que até 500 $\mu\text{s.cm}^{-1}$ semente, podem ser observadas 42% de SG e a partir desse momento, 26% das NG foram observadas com valores de CE de 501 a 680 $\mu\text{s.cm}^{-1}$ semente. Contudo, 32% das NG apresentaram mesmos valores de CE que SG, não podendo ser definido com clareza um ponto de partição.

Tabela 9- Intervalos de classes para classificação de sementes germinadas e não germinadas em diferentes períodos de embebição de sementes de *Pterogyne nitens*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

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	
301 - 320	40	42	25	15	-	-	-	-	11	6	-	-
321 - 340	-	10	29	24	1	-	41	54	10	20	43	57
341 - 360	3	5	1	2	14	-	-	5	9	10	-	-
361 - 380	-	-	1	3	5	2	-	-	11	4	-	-
381 - 400	-	-	-	-	5	-	-	-	-	11	-	-
401 - 420	-	-	-	-	1	9	-	-	-	2	-	-
421 - 440	-	-	-	-	2	6	-	-	-	3	-	-
441 - 460	-	-	-	-	4	5	-	-	-	3	-	-
461 - 480	-	-	-	-	5	9	-	-	-	-	-	-
481 - 500	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-
501 - 520	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
521 - 540	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
541 - 560	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
561 - 580	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
581 - 600	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
601 - 620	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
621 - 640	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
641 - 660	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
661 - 680	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-

Segundo Hamman et al. (2001), o estabelecimento de pontos de partição não estima o nível de vigor das sementes, sendo que SG apresentam mesma CE das NG, o que foi possível visualizar no presente estudo. Assim, a análise da CE individual serve de apoio ao estudo detalhado do comportamento da semente, verificando o processo de deterioração na redução do padrão de germinação da espécie.

Pelos resultados observados é possível salientar alguns aspectos quanto ao estabelecimento de pontos de partição. Sabe-se que o teste de CE para uma determinada espécie pode ser adequado quanto às características de tempo de embebição, quantidade de água, temperatura durante a execução do teste, entre outros. Porém, o ponto de partição é variável dentro de uma mesma espécie. Isso pode ser tomado em consideração devido ao fato de que cada lote de sementes possui características específicas (física, fisiológica, genética e sanitária) o que afeta diretamente os valores de CE encontrados e que, por sua vez, não pode ser aplicado de uma forma geral para a espécie. Dessa forma, o ponto de partição de

CE é um dado importante que pode ser definido no momento da entrada do lote em laboratório, de forma como são tomadas outras características (teor de água, peso de mil sementes, percentual germinativo, etc) específicas para cada lote e não para uma espécie em geral.

Para medir o grau de associação entre as variáveis germinação e condutividade elétrica visando identificar o período de embebição mais adequado para as 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, 2005). 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). Dessa forma, foi estabelecido que valores correspondentes a uma correlação forte e negativa significam condições ideais de associação entre as variáveis, o que ajuda na determinação do período em que o teste de CE deva ser conduzido. Assim, a Tabela 10 mostra os coeficientes de correlação entre CE e germinação pelo método individual em diferentes períodos de embebição de sementes.

Tabela 10- Coeficientes de correlação (r) entre condutividade elétrica e germinação pelo método individual em diferentes períodos de embebição de sementes. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

TEMPO ESPÉCIE	2 HORAS	4 HORAS	6 HORAS	8 HORAS	24 HORAS	48 HORAS
<i>A. parvifolium</i>	-0,0448	-0,2837	0,0867	-0,1002	-0,7571	-0,4537
<i>A. polyneuron</i>	-0,1858	-0,0261	0,1338	-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	-0,3770
<i>G. integrifolia</i>	0,0600	0,5037	0,2698	-0,0294	-0,0832	-0,7451
<i>H. chrysotrichus</i>	0,0200	-0,1971	-0,0716	-0,9155	0	0
<i>L. campestris</i>	0,3815	0,3112	-0,0403	0,1102	-0,9197	-0,1887
<i>P. nitens</i>	-0,1359	-0,1484	-0,5574	-0,2535	-0,2514	-0,0724

Nota-se que para *Aspidosperma parvifolium* o período que melhor pode-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 de 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, e 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 condutividade elétrica. Corroborando assim, com os resultados elucidados anteriormente nas tabelas de classes de CE (Tabela 4 e Tabela 5).

Para *Gallesia integrifolia* o melhor período de embebição foi as 48 horas, com uma correlação forte. Esse resultado justifica os dados apresentados na Tabela 6.

Sementes de *Handroanthus chrysotrichus* apresentaram melhor correlação entre CE e germinação no período de 8 horas de embebição, sendo uma correlação forte. Resultado esse que corrobora com os dados mostrados anteriormente na Tabela 7, a qual mostra o intervalo ideal de CE para separar SG de NG também dentro do período de 8 horas. Após as 8 horas de embebição a correlação foi nula.

Para *Lonchocarpus campestris* o melhor período observado para embebição das sementes foi por 24 horas, mostrando uma correlação forte. Resultado esse que condiz com os dados elucidados na Tabela 8, mostrada anteriormente.

Para a espécie *Pterogyne nitens* nenhum período de embebição mostrou uma correlação forte, mas em 6 horas de embebição observa-se uma correlação moderada, corroborando com os dados apresentados na Tabela 9.

A correlação simples apresentada entre as variáveis CE e germinação, pode confirmar os dados apresentados nas tabelas de classe de CE (Tabela 2 a 9),

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 estudadas para aplicação do teste de condutividade elétrica para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes de forma satisfatória.

A correlação pode explicitar o grau de associação entre a CE e a germinação, dessa forma, é importante analisar a forma dessa relação e isto se dá através da análise de regressão em função do período de embebição, a qual será mostrada em seguida.

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 condutividade elétrica 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* (Gráfico 9), a análise de regressão mostra que houve um pequeno aumento da CE conforme se aumentou o período de embebição das sementes, sendo 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.

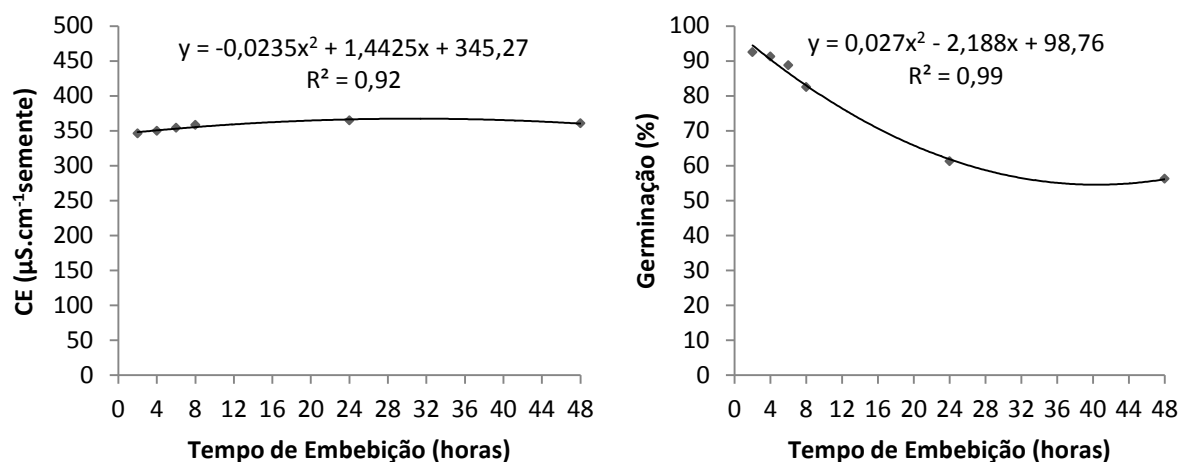


Gráfico 9- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de *Aspidosperma parvifolium* pelo método individual. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

Da mesma forma para sementes de *Aspidosperma polyneuron* (Gráfico 10), a CE teve uma pequena variação entre 350 a 400 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ semente e esse aumento se deu conforme se aumentou 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 mesmo 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.

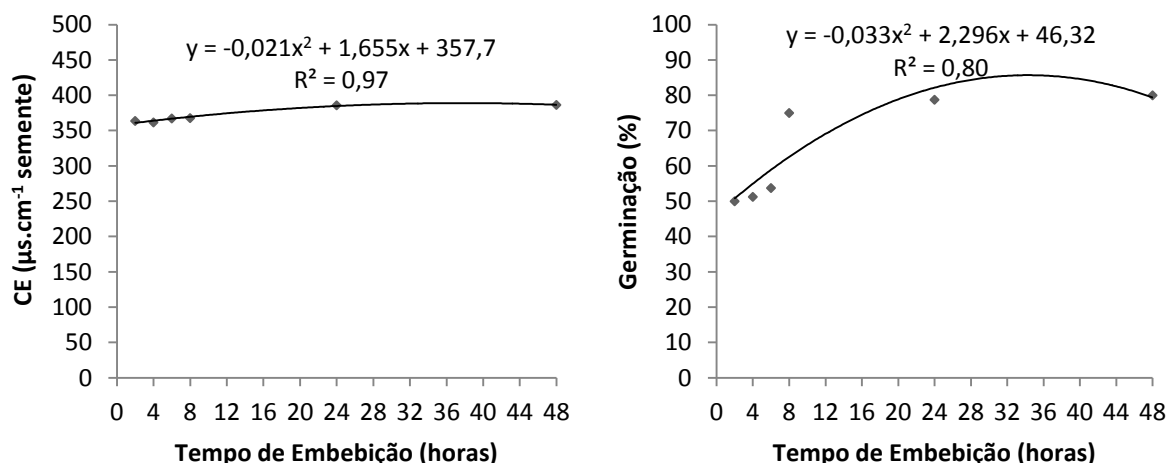


Gráfico 10- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de *Aspidosperma polyneroun* pelo método individual. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

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 (Gráfico 11).

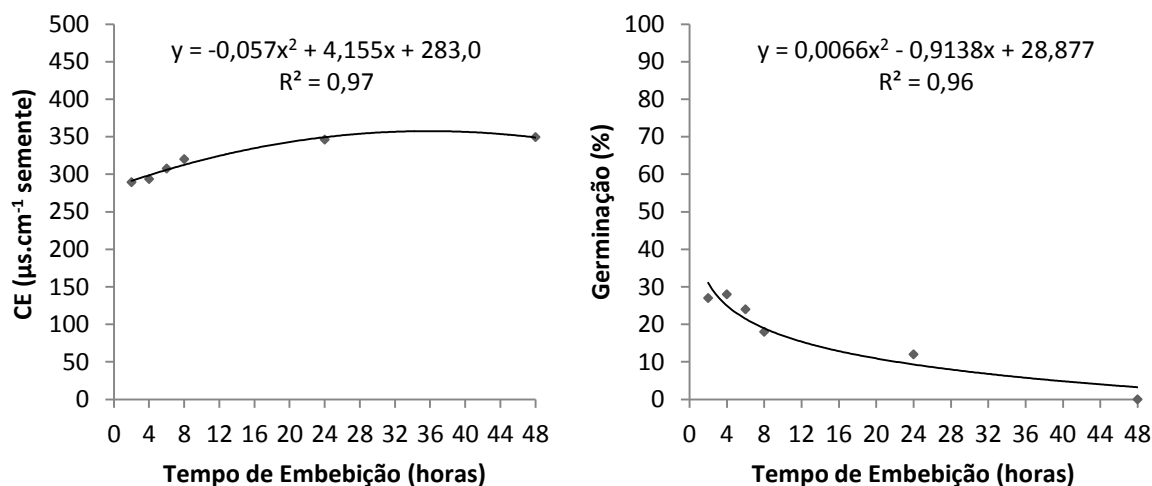


Gráfico 11- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de *Cabralea canjerana* pelo método individual. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

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; 2005; 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* (Gráfico 12) 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.

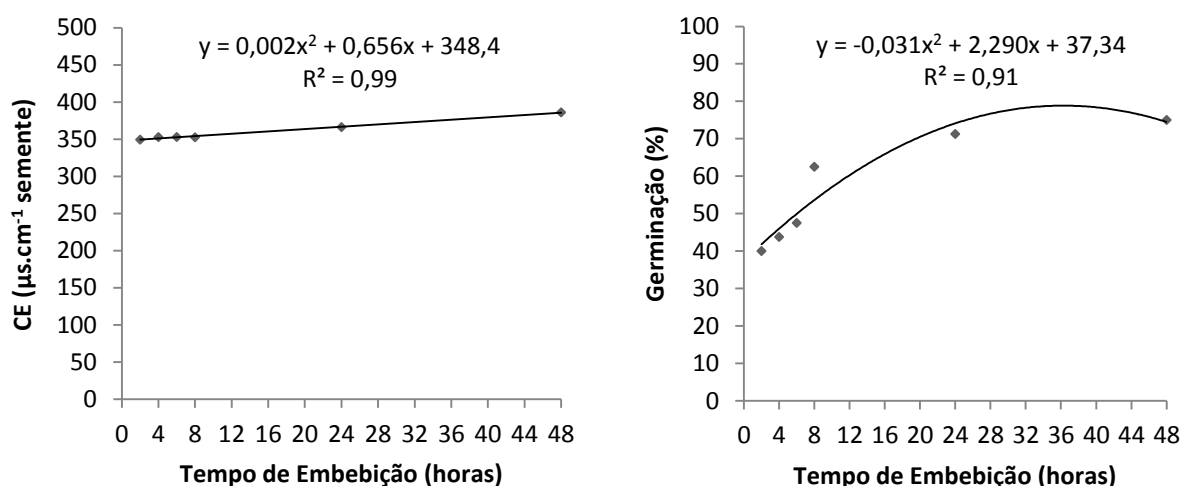


Gráfico 12- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de *Cariniana legalis* pelo método individual. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

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) que infere 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 que nestes maiores períodos possivelmente sejam observadas com maior clareza um comportamento inversamente proporcional entre CE e germinação.

Para sementes de *Gallesia integrifolia* (Gráfico 13) verificou-se que a elevação do período de embebição das sementes provocou aumento na lixiviação dos solutos para o meio, sendo que o período de 48 horas foi o que proporcionou uma maior lixiviação destes solutos. Ainda pode-se analisar que a CE aumentou conforme se diminui a germinação, o que é desejável no estudo desses dados.

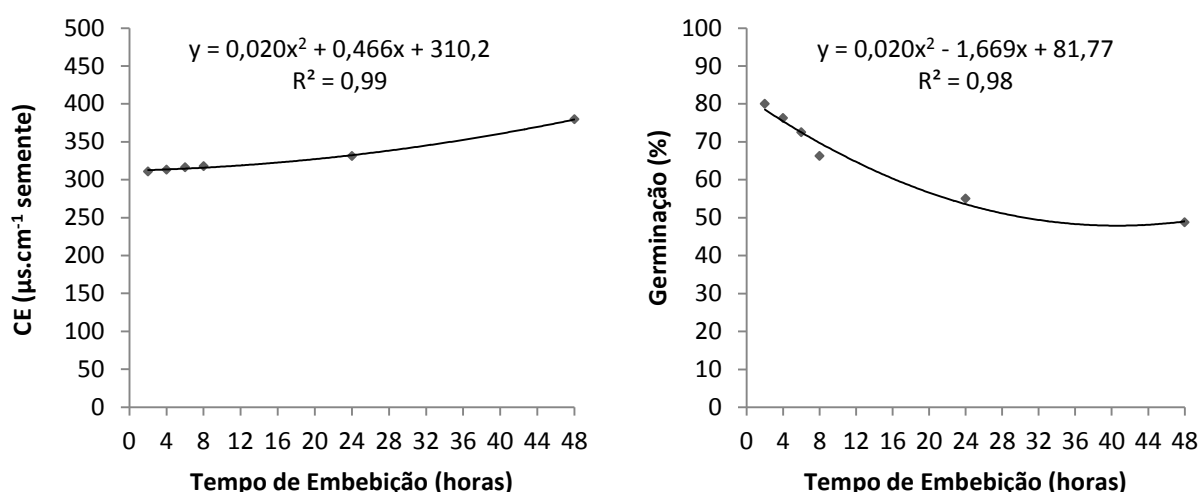


Gráfico 13- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de *Gallesia integrifolia* pelo método individual. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

O aumento da CE durante o tempo de embebição das sementes observado no presente estudo já foi verificado em outros trabalhos para outras espécies. Podemos citar os trabalhos de Marques et al. (2002a; 2002b) com sementes de *Dalbergia nigra* (jacarandá-da-bahia) que encontraram resultados semelhantes, em que houve aumento nos valores de CE com o tempo de embebição, independentemente da temperatura de exposição dos testes.

A análise de regressão para sementes de *Handroanthus chrysotrichus* (Gráfico 14) mostra que conforme a CE aumenta em função do período de embebição, diminuiu-se a germinação, da mesma forma como elucidado por Krzyzanowski et al. (1999).

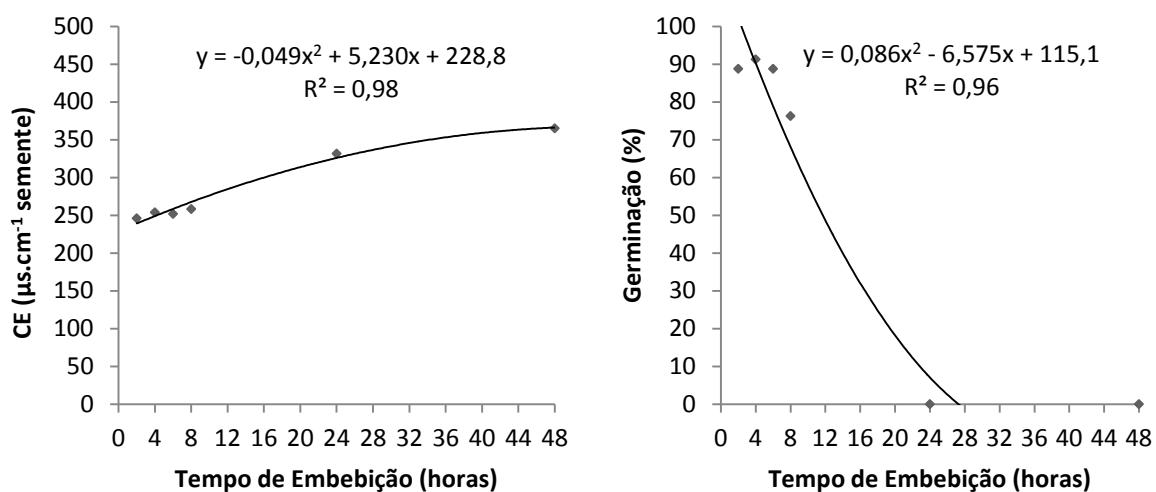


Gráfico 14- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de *Handroanthus chrysotrichus* pelo método individual. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

Assim como no presente estudo, os testes de condutividade elétrica pelo método individual aplicados às sementes de *Anadenanthera falcata* (Angico - Fabaceae) foram compatíveis com o teste de germinação padrão (STALLBAUN et al., 2015). Os autores recomendam o uso deste método para a avaliação do vigor dessas sementes, apresentando facilidade de execução.

Para sementes de *Lonchocarpus campestris* (Gráfico 15) pode-se analisar que não houve grande variação da CE entre os períodos de embebição enquanto que a germinação aumentou gradativamente. Este comportamento foi observado com sementes de *Cabralea canjerana* e *Cariniana legalis* no presente estudo e explicitado em trabalhos realizados por Loeffler et al. (1988) e Dias e Marcos Filho (1996).

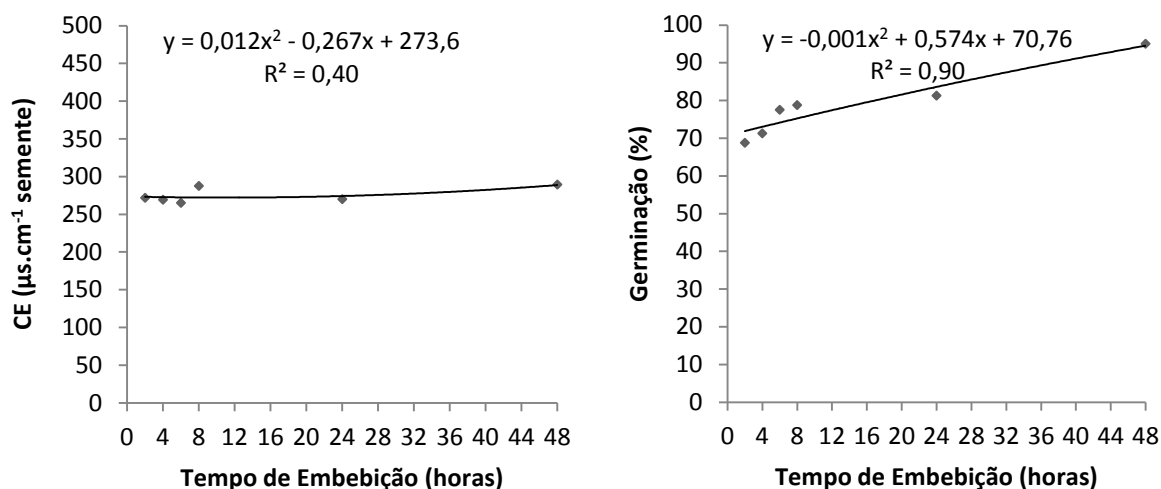


Gráfico 15- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de *Lonchocarpus campestris* pelo método individual. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

Por fim, a análise de regressão para sementes de *Pterogyne nitens* mostra uma variação dos valores de leitura de CE enquanto a germinação se manteve constante (Gráfico 16).

Possivelmente o modelo da equação ajustada explicou apenas 11% da CE, devido ao alto valor de CV% encontrado no teste e a discrepância da CE encontrada no período de 6 horas de embebição.

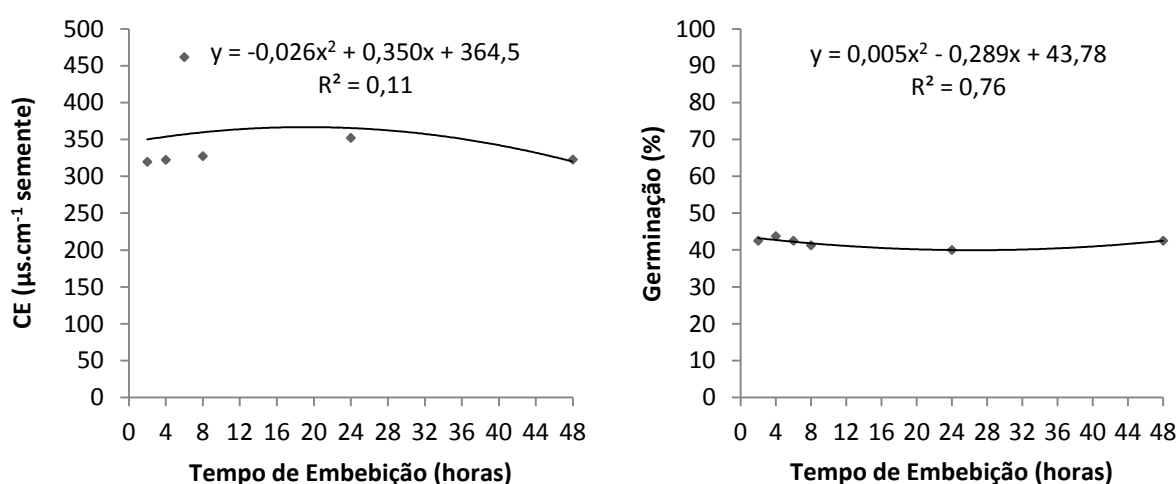


Gráfico 16- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de *Pterogyne nitens* pelo método individual. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

O pico de condutividade no período de 6 horas, mesmo com a germinação semelhante em todos os períodos, pode ter ocorrido devido ao fato de que algumas sementes com baixa qualidade fisiológica apresentam desorganização na estrutura das membranas celulares, e assim liberam grande quantidade de exsudato nas primeiras horas de embebição, logo, com a reorganização das membranas ocorre a diminuição da liberação de exsudato e por fim, podendo a semente dar início ao processo germinativo (MARCOS FILHO, 2005; RODRIGUES et al., 2006).

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 se diz respeito à estabelecer metodologias para sementes, devido ao fato de que através dele seja possível comprovar o comportamento da CE em diferentes condições encontradas nas sementes, e também justificar a eficiência do método massal quando estes se correlacionarem.

2.5.1 Condutividade Elétrica Massal

Como mostra a Tabela 11, os períodos de embebição aplicados para teste de condutividade elétrica massal mostraram diferença significativa entre si para todas as espécies estudadas, portanto, rejeitou-se a hipótese de nulidade (H_0).

Tabela 11- Coeficiente de variação e Teste F sobre testes de condutividade elétrica massal em função de diferentes períodos de embebição de sementes florestais. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

ESPÉCIE	CV (%)	F
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	6,7	33,99**
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	17,8	26,06**
<i>Cabralea canjerana</i>	15,2	51,48**
<i>Cariniana legalis</i>	8,2	152,38**
<i>Gallesia integrifolia</i>	8,3	189,13**
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	3,6	150,83**
<i>Lonchocarpus campestris</i>	13,4	13,76**
<i>Pterogyne nitens</i>	12,1	50,27**

Em que: **significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns = não significativo; CV = coeficiente de variação; F = estatística do teste F.

Ainda na Tabela 11, nota-se que para todas as espécies foram encontrados baixos valores de coeficiente de variação, mostrando um bom controle experimental.

A Tabela 12 mostra os coeficientes de correlação entre CE e germinação pelo método massal em diferentes períodos de embebição das sementes. Valores próximos a menos um (-1) significam alto grau de associação entre as variáveis, o que ajuda na determinação do período em que a condutividade elétrica deve ser conduzida.

Tabela 12- Coeficientes de correlação (r) entre condutividade elétrica e germinação pelo método massal em diferentes períodos de embebição de sementes. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

ESPÉCIE	TEMPO					
	2 HORAS	4 HORAS	6 HORAS	8 HORAS	24 HORAS	48 HORAS
<i>A. parvifolium</i>	-0,33	-0,01	-0,41	-0,84	-0,50	-0,55
<i>A. polyneuron</i>	-0,11	-0,10	-0,38	-0,82	0,92	0,20
<i>C. canjerana</i>	0,98	0	-0,21	-0,75	-0,73	0
<i>C. legalis</i>	0,86	0,69	0,23	-0,20	-0,84	-0,55
<i>G. integrifolia</i>	0,52	0,33	0,58	0,70	0,23	-0,44
<i>H. chrysotrichus</i>	-0,33	0,42	0,32	-0,81	-0,51	0
<i>L. campestris</i>	-0,68	-0,26	-0,63	-0,38	-0,94	0,95
<i>P. nitens</i>	-0,71	-0,05	0,64	-0,49	-0,63	-0,89

Nota-se que para *Aspidosperma parvifolium* e *Aspidosperma polyneuron* o período que melhor pode-se correlacionar a CE com a germinação foi de 8 horas de embebição. Para as sementes de *Aspidosperma polyneuron* mesmo resultado foi observado no método individual. Resultado superior foi encontrado por Santos; Paula (2005), que recomendaram o período de 24 horas de embebição para leitura da condutividade elétrica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Branquilha – Euphorbiaceae).

Para a espécie *Cabralea canjerana* se destacaram os períodos de 8 e 24 horas de embebição das sementes, diferentemente do observado no método individual, o qual não se pôde identificar nenhum período de embebição adequado. Borges et al. (1990) confirmam que o teste de condutividade elétrica é eficiente para detectar a queda da qualidade fisiológica de sementes de *Cedrela fissilis* (Cedro - Meliaceae). Resultado diferente foi encontrado por Baldo (2012) avaliando os períodos de 2, 4, 6, 12, 24, 48, 96 e 120 h de embebição em sementes de *C. fissilis*. O autor verificou que, com duas horas de embebição já é possível a diferenciação dos lotes de sementes para a espécie. Também para sementes de cedro, Corvello et al. (1999) concluiu que o referido teste aplicado por 24 horas não apresentou sensibilidade suficiente, para detectar diferenças de qualidade fisiológica existentes entre diferentes lotes de sementes.

Sementes de *Cariniana legalis* mostraram uma correlação forte com 24 horas de embebição. Nenhum dos resultados para essa espécie coincidiu com os observados para o método individual, os quais foram nulos para correlação. Resultado análogo foi encontrado por Abreu et al. (2007), avaliando os períodos de embebição (3, 6, 12, e 24 horas) também para *Cariniana legalis*. Os autores concluíram que o melhor período de embebição das sementes para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes através do método massal foi de 24 horas. Por outro lado, Kopper (2008) estudando sementes de *Cariniana estrellensis*, recomendou a embebição das sementes por 48 horas, sendo que este foi eficiente na classificação dos lotes quanto ao vigor.

Para *Gallesia integrifolia* o melhor período de embebição foi de 48 horas, mas apresentando uma correlação moderada, sendo semelhante ao que foi observado no método individual, contudo a correlação foi forte. Porém Gonçalves

(2012), trabalhando com sementes de *Phytolacca dioica* (Umbu - Phytolacaceae), encontrou resultado diferente. O autor verificou que o melhor período de embebição de sementes foi por 24 horas, o qual foi suficiente para avaliação da qualidade fisiológica das mesmas.

As sementes de *Handroanthus chrysotrichus* apresentaram melhor correlação entre CE e germinação no período de 8 horas de embebição, apresentando uma correlação forte, o que corrobora com os resultados obtidos no método individual. Segundo Gonzales; Valeri (2011) estudando sementes de *Zeyheria tuberculosa* (Ipê-felpudo - Bignoniaceae) que pertencem à mesma família de *Handroanthus chrysotrichus*, o teste de condutividade elétrica aplicado pelo período de 24 horas é eficiente para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, confirmando sua eficiência quando comparado aos períodos de 2, 4, 6, 8, 12, 48 e 72 horas de embebição. O teste de condutividade elétrica massal também foi utilizado por Fonseca et al. (2005), na avaliação de sementes de *Tabebuia chrysotricha* (Ipê- sinonímia *Handroanthus* - Bignoniaceae), em que os resultados de CE se correlacionaram com os do teste de germinação. Os autores submeteram as sementes a um período de embebição de 24 horas para posterior leitura da condutividade. Já para sementes de *Tabebuia avellanedae* (BILIA et al., 1999), *Tabebuia roseo-alba* e *Tabebuia impetiginosa* o teste de CE não foi eficiente (BORBA FILHO, 2006).

Para *Lonchocarpus campestris* o melhor período observado para embebição das sementes no presente trabalho foi de 24 horas, mostrando uma correlação forte. Mesmo resultado foi encontrado para o método individual. Entretanto, resultado diferente e superior foi encontrado por Marques et al. (2002a). Os autores confirmam que o teste de condutividade elétrica massal é eficiente na diferenciação de lotes de sementes de *Dalbergia nigra* (Jacarandá-da-bahia - Fabaceae), apresentando alta correlação com a germinação, sendo que o melhor período de embebição para as sementes foi de 30 ou 36 horas. Esse resultado foi superior ao encontrado no presente trabalho para sementes de *Lonchocarpus campestris*, pertencente à mesma família.

Para a espécie *Pterogyne nitens* o período de 2 e 48 horas foi eficiente para avaliação da qualidade das sementes, mostrando uma correlação forte. Os

resultados apresentados corroboram com os observados para o método individual. Para sementes da mesma espécie, Ataíde et al. (2012), recomendaram o teste de condutividade elétrica massal considerando um tempo de embebição de 24 horas, sendo que para Tonin (2005) o teste de CE não é recomendado para a espécie *Pterogyne nitens*.

Os diferentes períodos de embebição que se adequam para cada espécie podem ser justificados por diversos fatores. Dentre estes fatores podemos citar as características morfológicas do tegumento das sementes e por consequência o padrão de absorção de água que obedecem durante a embebição, o que vem exercer influência sobre o fluxo de solutos das sementes para o meio de embebição e por fim nas leituras da CE do meio (POWELL, 1998).

Resultados de ensaios realizados com outras espécies, mostram o quanto é escasso o número de trabalhos para sementes florestais e a amplitude das análises realizadas. Nota-se que a maioria dos trabalhos abordam testes de método massal e poucos com método individual o qual no presente trabalho se mostrou mais eficiente para comprovar o efeito da condutividade elétrica sobre os resultados de germinação através da correlação.

A partir dos modelos ajustados, obtiveram-se equações que explicam a CE e a germinação em função do tempo de embebição. Essas equações são apresentadas para cada espécie nos gráficos a seguir.

Para *Aspidosperma parvifolium* (Gráfico 17) pode-se analisar que nos primeiros períodos de embebição temos um aumento dos valores de CE e germinação, sendo que a partir das 24 horas de embebição observa-se a manutenção da CE e um pequeno aumento dos percentuais germinativos. Ao observar as linhas de tendência, podemos inferir que possivelmente após o último período de avaliação ocorreria uma diminuição dos valores de CE observados, justificando assim o aumento dos percentuais germinativos para os períodos próximos.

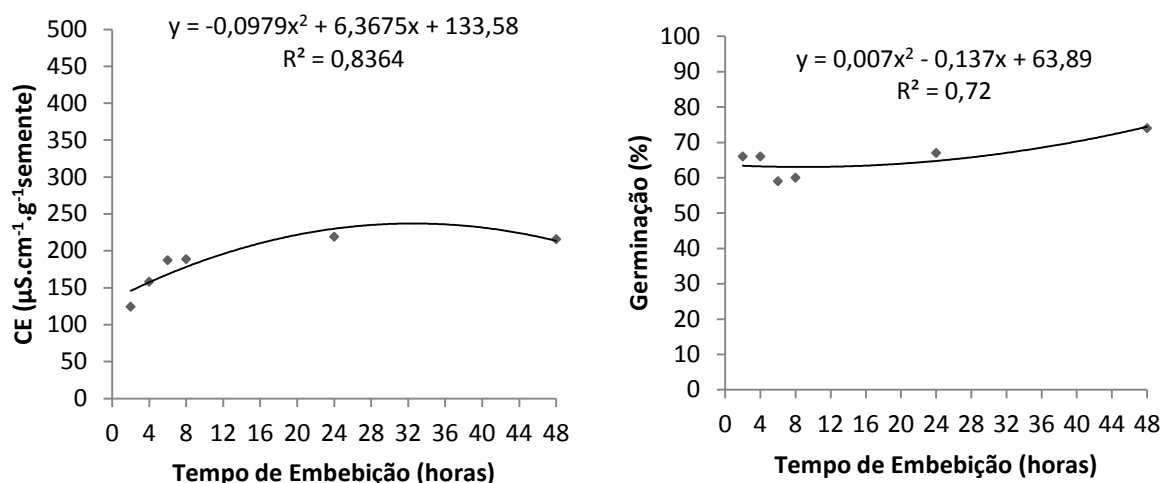


Gráfico 17- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de *Aspidosperma parvifolium* pelo método massal. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

Nota-se que a CE teve um aumento significativo dentro dos períodos de embebição avaliados para sementes de *Aspidosperma polyneuron* (Gráfico 18) e que a germinação manteve-se com pouca variação, porém, não ultrapassou 40%, o que pode estar correlacionado com os altos valores de leitura de CE. Também pode-se inferir, que os valores de CE observados diferem entre as espécies de uma forma geral, devido às suas características e condições físicas, fisiológicas, sanitárias, entre outras. Dessa forma, possivelmente os valores de CE observados no Gráfico 18 podem ser característicos para a espécie em questão e que em períodos de embebição superiores este poderia ser menor e corresponder aos percentuais germinativos observados, os quais não foram afetados de forma acentuada.

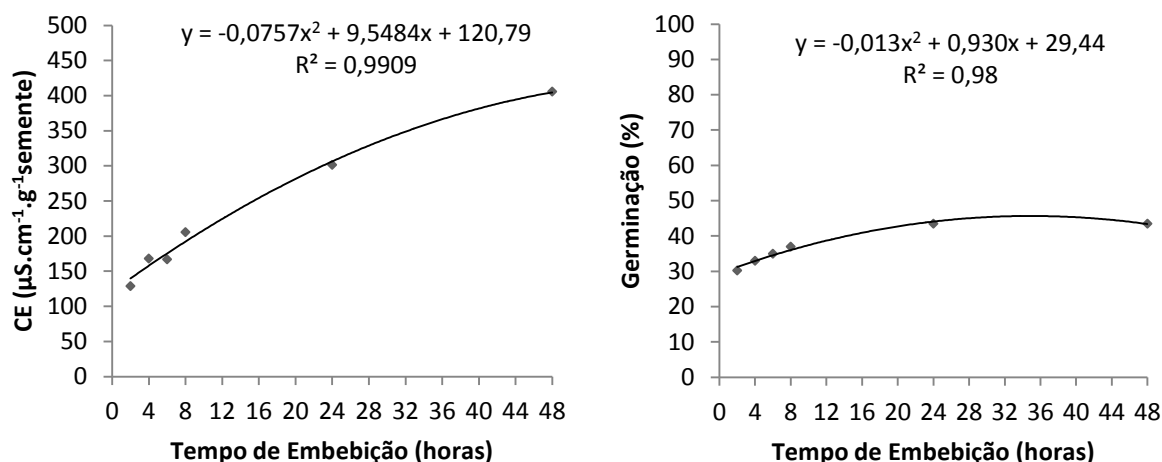


Gráfico 18- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de *Aspidosperma polyneron* pelo método massal. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

A análise de regressão para sementes de *Cabralea canjerana* mostra que conforme a CE aumenta no decorrer do tempo de embebição, diminuiu-se a germinação (Gráfico 19), o que é esperado em testes de CE e que justifica tal evento.

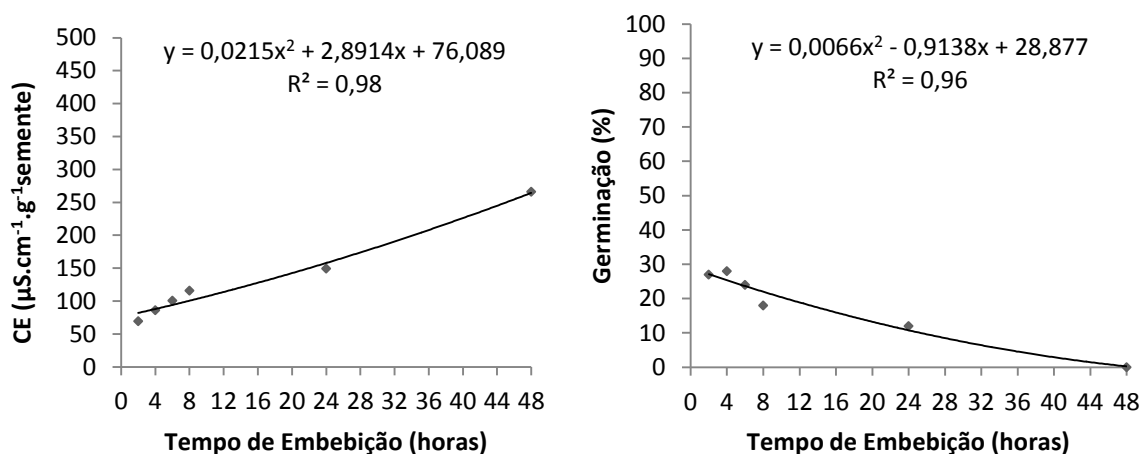


Gráfico 19- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de *Cabralea canjerana* pelo método massal. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

Para sementes de *Cariniana legalis* a análise de regressão mostra que nos períodos de 2, 4, 6 e 8 horas de embebição a CE e a germinação se mantiveram estáveis e a partir desse momento houve um aumento da CE e queda da

germinação, a qual passou de 60% para aproximadamente 40% no último período de embebição (Gráfico 20).

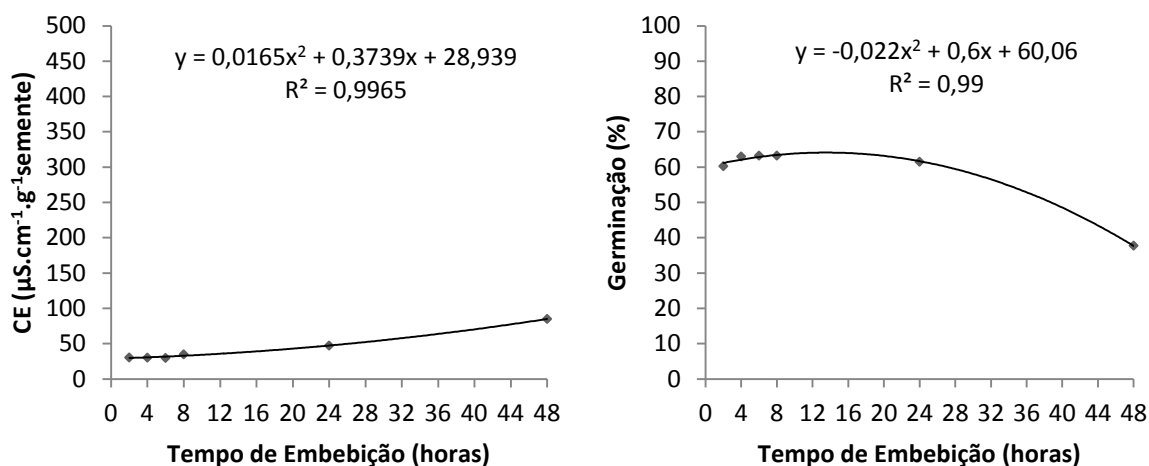


Gráfico 20- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de *Cariniana legalis* pelo método massal. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

Para sementes de *Gallesia integrifolia* foi observado o mesmo comportamento que de algumas espécies descritas anteriormente, a qual observa-se um aumento na leitura dos valores de CE conforme os percentuais germinativos diminuem o que é esperado para os testes de CE e que também foram observados para o método individual (Gráfico 21).

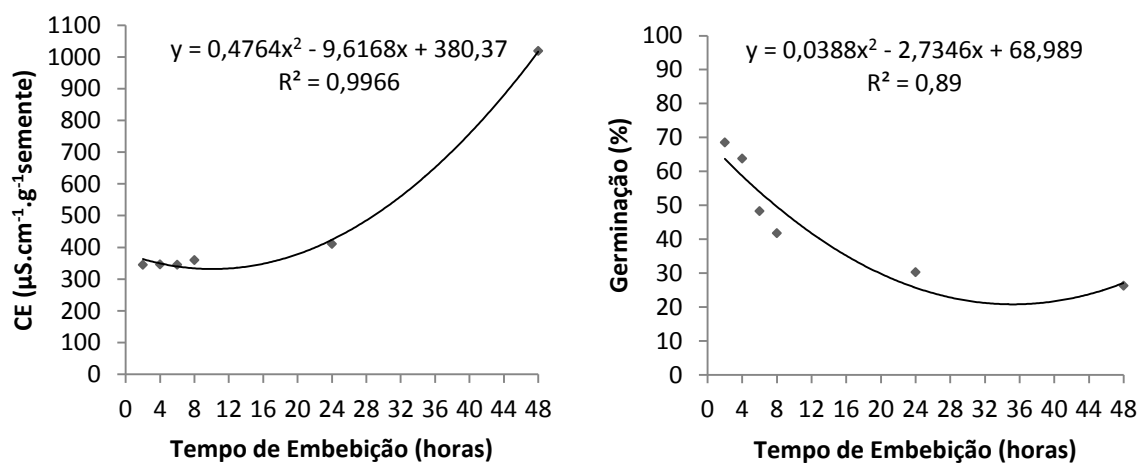


Gráfico 21- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de *Gallesia integrifolia* pelo método massal. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

Para sementes de *Handroanthus chrysotrichus* nota-se que a CE aumenta conforme se diminui a germinação, o que corrobora com o comportamento observado no método individual (Gráfico 22).

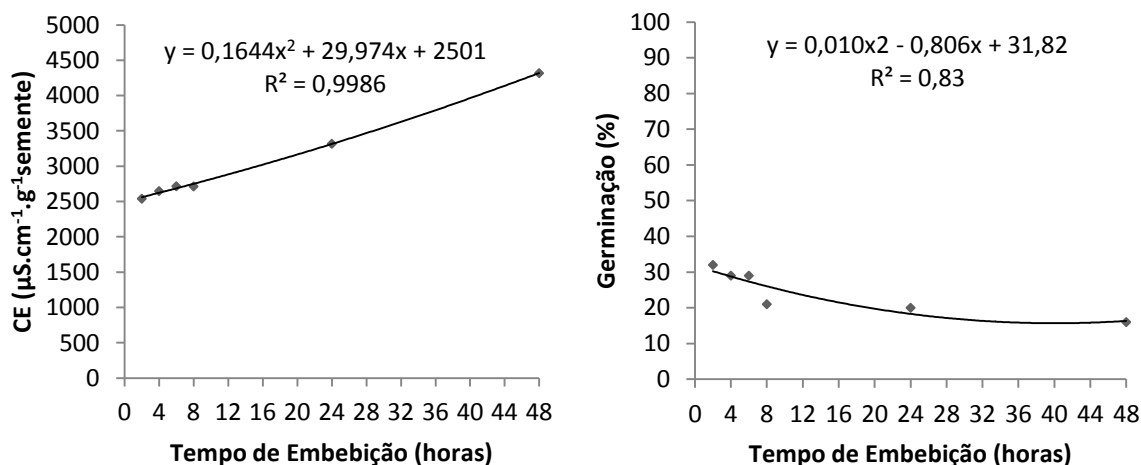


Gráfico 22- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de *Handroanthus chrysotrichus* pelo método massal. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

No Gráfico 23 podemos observar a análise de regressão para sementes de *Lonchocarpus campestris*. Nota-se que nos primeiros períodos de avaliação (2, 4, 6 e 8 horas) houve uma leve diminuição da CE e em seguida sua estabilização, enquanto nesses mesmos períodos observamos um pequeno aumento dos percentuais germinativos. Logo, no período de 24 horas observamos um incremento significativo da CE e a diminuição da germinação, sendo que após esse período (48 horas) ocorre uma queda da CE e a estabilização do percentual germinativo.

A diminuição da CE pode ser justificada através do próprio teste de condutividade elétrica que é baseado no sistema de membranas das sementes que é responsável pelo controle do fluxo dos solutos (CARVALHO, 1994). Dessa forma pode-se inferir que possivelmente a partir desse momento ocorre a reabsorção de eletrólitos pelas sementes, tendendo ao equilíbrio, fazendo com que haja a manutenção dos percentuais germinativos e a diminuição dos valores de leitura da CE (FLAVIO; PAULA, 2010).

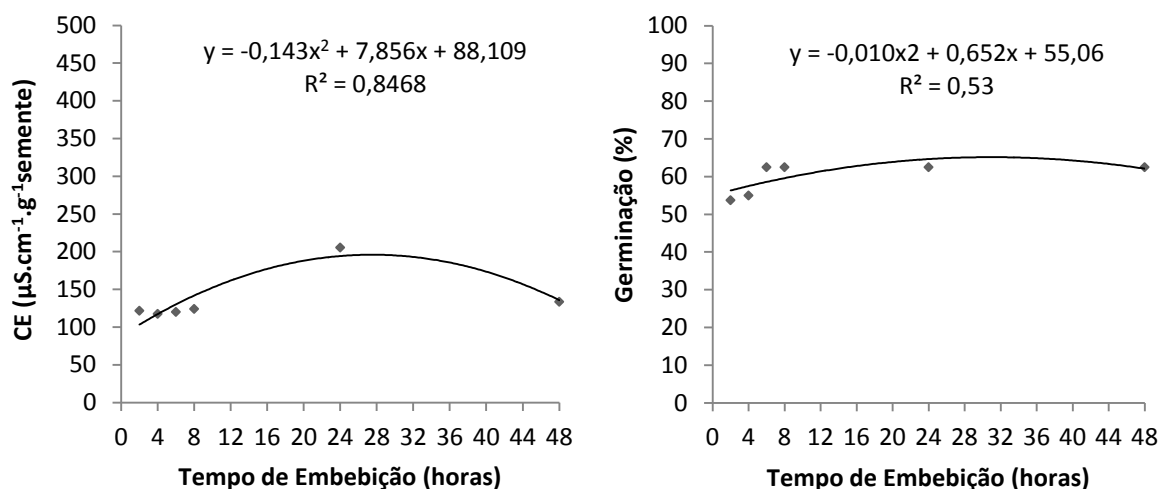


Gráfico 23- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de *Lonchocarpus campestris* pelo método massal. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

Por fim, para sementes de *Pterogyne nitens* (Gráfico 24) observa-se o comportamento inversamente proporcional entre CE e germinação o que foi observado para grande maioria das espécies abordadas anteriormente e é esperado quando se trata do teste de condutividade elétrica.

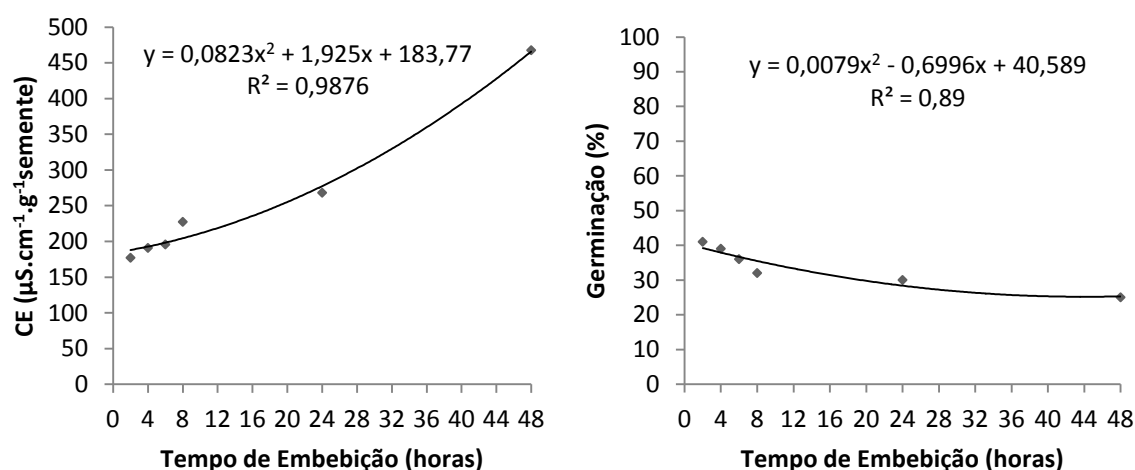


Gráfico 24- Análise de regressão das variáveis condutividade elétrica e germinação em função do tempo de embebição de sementes de *Pterogyne nitens* pelo método massal. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

Os resultados apresentados anteriormente corroboram com os resultados encontrados por Fonseca et al. (2005) e que de acordo com Dias; Marcos

Filho (1996), o baixo percentual germinativo está diretamente relacionado ao aumento da liberação de solutos e conseqüentemente com o aumento da CE.

Alguns trabalhos podem ser destacados como meio comparativo aos observados no presente estudo. Em trabalho desenvolvido por Fonseca et al. (2005) com sementes de *Tabebuia chrysotricha* (sinonímia *Handroanthus*) em um período de embebição de 24 horas, observaram que uma CE de 378,06 $\mu\text{s.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ semente correspondeu a 28% de germinação, enquanto 205,49 $\mu\text{s.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ semente correspondeu a 65% de germinação e 183,28 $\mu\text{s.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ semente correspondeu a 74% de germinação. Enquanto no presente trabalho para a mesma espécie, às 24 horas de embebição se observou uma CE de aproximadamente 325 $\mu\text{s.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ semente, sem haver nenhum percentual germinativo.

Já em trabalho realizado por Corvello et al. (1999) com sementes de *Cedrella fissilis* (Cedro – Meliaceae) embebidas por 24 horas obtiveram uma CE máxima de 138 $\mu\text{s.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ semente, enquanto nesse mesmo estudo para sementes de *Cabralea canjerana*, também pertencente à família Meliaceae o valor de CE no período de 24 horas chegou a 700 $\mu\text{s.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ semente, o que pode ser justificado devido às diferenças nas características das sementes (tipo de tegumento, padrão de absorção de água, etc) que ocorrem mesmo dentro de uma mesma família, e também nas condições em que os testes foram executados (temperatura de exposição, tempo, etc)

Em estudo realizado por Kopper (2008) o autor observou que as 48 horas de embebição a CE máxima observada foi de 525 $\mu\text{s.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ semente para *Cariniana legalis*. Enquanto no presente trabalho o valor observado foi de aproximadamente 1000 $\mu\text{s.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ semente. Desta forma salienta-se que existem diferenças entre a CE para diferentes lotes, e condições das sementes, fato que foi explicitado anteriormente para o método individual.

Apesar da eficiência encontrada para ambos os métodos, novos métodos devem ser testados para aprimorar a precisão do teste de CE destas e de outras espécies, tendo em vista que diversos fatores podem influenciar sua eficiência, como o tempo de embebição e a temperatura a qual o teste é exposto que também foram abordadas em outros estudos, pelo fato de influenciarem no

padrão de lixiviação de sementes (MARQUES et al., 2002a; MARQUES et al., 2002b; SANTOS; PAULA, 2005; GONÇALVES et al., 2008).

De acordo com todas as equações apresentadas para ambos os métodos (individual e massal) pode-se inferir que existe uma relação entre o tempo de embebição das sementes e o valor de CE. As equações permitem que a CE seja estimada para cada período de embebição das sementes das espécies estudadas.

Assim como para o método individual, o modelo estatístico quadrático foi o que melhor explicou o comportamento da condutividade elétrica dos exsudatos e da germinação das sementes analisadas pelo método massal em função do tempo de embebição.

2.6 CONCLUSÕES

- O teste de condutividade elétrica se mostrou eficiente em ambos os métodos utilizados para avaliação da qualidade fisiológica das sementes para as espécies estudadas, quando comparado ao teste padrão de germinação.

- Para as espécies estudadas a condutividade elétrica se mostrou elevada quando o percentual germinativo foi menor, ou vice-versa.

- De maneira geral os resultados obtidos no teste de condutividade elétrica pelo método massal corroboraram com os resultados obtidos pelo método individual.

- Ao analisar a variável condutividade elétrica, constatou-se que há a necessidade de avaliar o fracionamento dos intervalos de tempo de embebição para ampliar a compreensão entre relação do tempo e a quantidade de lixiviados e estabelecer com maior fidelidade os pontos de partição.

REFERÊNCIAS

ABREU, D.C.A.; MEDEIROS, A.C.S.; AGUIAR, I.B.; BANZATTO, D.A. Teste bioquímico em embriões de pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia*) Bert. O. Kuntze. In: IV EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 6., 2007, Colombo. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2007.

AOSA. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSYS. **Seed vigor handbook**. In: The handbook of seed testing. East Lansing, 1983. 88p.

AOSA. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln, 2002. 105p. (Contribution, 32).

ARAÚJO, A.V.; PINTO, M.A.D.S.C.; BARBOZA, V.R.S.; FERRAZ, A.P.F.; BRITO, A.C.V. Comportamento fisiológico de sementes de *Annona squamosa* L. sob os testes de condutividade elétrica e do pH do exsudato fenolftaleína. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.19; p.554, 2014.

ATAIDE, G. M.; FLORES, A. V.; BORGES, E. E. L.; RESENDE, R. T. Adequação da metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de *Pterogyne nitens* Tull. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.4, p.635-640, 2012.

BALDO, T. Desempenho e caracterização de sementes de diferentes procedências de *Cedrela fissilis* Velozzo. 63 f. **Dissertação** (Mestrado). 63p. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2012.

BARROS, S.S.U.; SILVA, A.; AGUIAR, I.B. Germinação de sementes de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (pau-d'alho) sob diferentes condições de temperatura, luz e umidade do substrato. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.4, p.727-733, 2005.

BILIA, D.A.C.; BARBEDO, C.J.; MALUF, A.S.M.; LORETO, M.M.M. Eficiência dos testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ipê (*Tabebuia avellanedae* lor. Griseb-Bignoniaceae) durante o armazenamento. In: Congresso Brasileiro de Sementes, Foz do Iguaçu. **Informativo Abrates**, v.9, n.1/2, p.153, 1999.

BONELL, M.; PURANDARA, B.K.; VENKATESH, B.; KRISHNASWAMY, J.; ACHARYA, H.A.K.; SINGH, U.V.; JAYAKUMAR, R.; CHAPPELL, N. The impact of Forest use and reforestation on soil hydraulic conductivity in the Western Ghats of India: Implications for surface and sub-surface hydrology. **Journal of Hydrology**, v.391, p.47-62, 2010.

BORBA FILHO, A.B. Aspectos da germinação e da conservação de sementes de espécies do gênero *Tabebuia* (Bignoniaceae). **Tese** (Doutorado). 86f. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2006.

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

BRANCALION, P.H.S.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; KAGEYAMA, P.Y.; NAVE, A.G.; GANDARA, F.B.; BARBOSA, L.M.; TABARELLI, M. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, v.34, n.3, p.455-470, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Brasília, 2009. 399 p.

CARVALHO, M. V. **Determinação do fator de correção para condutividade elétrica em função do teor de água de sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. Jaboticabal: Unesp, 1994. 36 p.

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.

CORTE, V.B.; BORGES, E.E.L.; LEITE, H.G.; LEITE, I.T.A. Qualidade fisiológica de sementes de *Melanoxylon brauna* envelhecidas natural e artificialmente. **Scientia Forestalis**, v.38, n.86, p.181-189. 2010.

CORVELLO, W.B.V.; VILLELA, F.A.; NEDEL, J.L.; PESKE, R.S.T. Época de colheita e armazenamento de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, p.28-34, 1999.

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**. vol.24, p.1-10, 1996.

FANTINEL, V.S., OLIVEIRA, L.M., MUNIZ, M.F.B., ROCHA, E.C. Detecção de fungos e transmissão de *Alternaria alternata* via sementes de ipê-amarelo, *Handroanthus chrysotrichus* Mattos. **Revista de Ciências Ambientais**, v.7, n.2, p.05-14, 2013.

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.

FONSECA, R.L.; MENEGARIO, C.; MORI, E.S.; NAKAGAWA, J. Maturidade fisiológica das sementes de ipê-amarelo, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, v.33, n.69, p.136-141, 2005.

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.

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

GONÇALVES, L.P. Morfologia, Germinação, Armazenamento, Vigor e Sanidade de Sementes de *Phytolacca dioica* Linnaeus. **Dissertação** (Mestrado). 96p. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2012.

GONZALES, J.L.S.; VALERI, S.V. Prueba de La conductividad eléctrica em La evaluación fisiológica de La calidad de semillas em *Zeyheria tuberculosa*. **Bosque**, v.32, n.2, p.197-202, 2011.

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.

HAMMAN, B.; HALMAJAN, H.; EGLI, D.B. Single seed conductivity and seedling emergence in soybean. **Seed Science & Technology**, v.29, n.3, p.575-586, 2001.

HENNING, F.A.; MERTZ, L.M.; JUNIOR, E.A.J.; MACHADO, R.D.; FISS, G.; ZIMMER, P.D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, v.69, n.3, p.727-734, 2010.

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.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. ISTA. **International Rules for Seed Testing Association**. Zurich, 2004. 174 p.

KOPPER, A.C. Adequação de testes para avaliação da viabilidade e vigor de sementes de *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze. **Dissertação** (Mestrado). 85p. Marechal Cândido Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Parana, 2008.

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.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANCA NETTO, J.B. (Ed.). **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, V.V.F.; VIEIRA, D.L.M.; SEVILHA, A.C.; SALOMÃO A.N. Germinação de espécies arbóreas de floresta estacional decidual do vale do rio Paranã em Goiás após três tipos de armazenamento por até 15 meses. **Biota Neotropica**, v.8, n.3, 2008.

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

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.12, n.1, 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**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

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

MARTINS, L.; LAGO, A.A.; CICERO, S.M. Qualidade fisiológica de sementes de *Tabebuia avellanedae* e *Tabebuia impetiginosa* submetidas à ultra-secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4, 2011.

MARQUES, M.A.; PAULA, R.C.; RODRIGUES, T.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, 2002a.

MARQUES, M.A.; PAULA, R.C.; RODRIGUES, T.J.D. Efeito do número de sementes e do volume de água na condutividade elétrica de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex. Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.254-262, 2002b.

NUNES, C.F.; SANTOS, D.N.; PASQUAL, M.; VALENTE, T.C.T. Morfologia externa de frutos, sementes e plântulas de pinhão-mansão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.2, p.207-210, 2009.

POWELL, A. A. Seed improvement by selection and invigoration. **Scientia Agricola**, v.55, p.126-133, 1998.

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, M.J.C.; NASCIMENTO, A.V.S.; MAURO, R.A. Germinação do amendoim bravo (*Pterogyne nitens* Tul) para utilização na recuperação de áreas degradadas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** v.3, n.1, p.31-34, 2008.

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

SOUZA, L.A. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade de sementes de mamona. **Dissertação** (Mestrado). 53p. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 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. Na electrical analyser for evaluating seed germination and vigour. **Seed Science and Technology**, v.9, n.2, p.567-576, 1981.

TONIN, G.A.; GATTI, A.B; CARELLI.; B.P; PEREZ, S.C.J.G. de A. Influência da temperatura de condicionamento osmótico na viabilidade e no vigor de sementes de *Pterogyne nitens* Tull. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.35-43, 2005.

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

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

3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS POR MEIO DO TESTE DE pH DO EXSUDATO

3.1 RESUMO

A importância da investigação científica na área de tecnologia de sementes é 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 objetivo deste trabalho foi verificar a possibilidade de avaliação da qualidade fisiológica das sementes de diferentes espécies florestais pelo teste de pH do exsudato pelo método individual e massal em diferentes períodos de embebição das sementes. O material experimental foi composto por sementes das espécies *Aspidosperma parvifolium* (Apocynaceae), *Aspidosperma polyneuron* (Apocynaceae), *Cabralea canjerana* (Meliaceae), *Cariniana legalis* (Lecythidaceae), *Gallesia integrifolia* (Phytolaccaceae), *Handroanthus chrysotrichus* (Bignoniaceae), *Lonchocarpus campestris* (Fabaceae) e *Pterogyne nitens* (Fabaceae). Para o método individual, foram utilizadas 80 repetições de uma semente, as quais foram postas em recipientes individualizados contendo 50 mL de água destilada. Para o método massal, utilizou-se 4 repetições de 25 sementes, postas em recipientes contendo 75 mL de água destilada. Para os dois métodos foram avaliados os períodos de embebição, sendo: 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 do pH do exsudato da solução na qual as sementes estavam imersas com solução indicadora de fenolftaleína. As sementes do método individual foram postas para germinar de forma ordenada por numeração da semente, para posteriormente serem correlacionadas com a germinação. As sementes obtidas do método massal foram postas para germinar de maneira aleatória. Foi realizada a análise de correlação entre pH do exsudato e germinação. O teste de pH do exsudato aplicado pelo método individual foi mais eficiente para avaliação da qualidade fisiológica das sementes quando comparado ao método massal. Quando eficiente, os resultados obtidos no teste de pH do exsudato pelo método massal corroboram com os resultados obtidos pelo método individual. Os melhores períodos de embebição para avaliação da qualidade fisiológica das sementes foram de 6 e 8 horas para *Aspidosperma parvifolium* (método individual e massal); 8 horas para *Aspidosperma polyneuron* e *Cabralea canjerana* (método individual); 8 horas para *Handroanthus chrysotrichus* (método individual); 2, 4 (método massal), e 6 horas para *Pterogyne nitens* (método individual e massal). Para as espécies *Gallesia integrifolia*, *Cariniana legalis* e *Lonchocarpus campestris* os testes de pH do exsudato não foram eficientes devido a fraca ou inexistente correlação com a germinação.

Palavras-chave: Indicador Bioquímico; Germinação; Vigor.

3.2 ABSTRACT

The importance of scientific research in seed technology is based on techniques that aim the reduction of time and costs, standardization, improvement and establishment of analytical methods while maintaining a high level confiability of the results. Thus, the aim was to verify the possibility to evaluate the physiological quality of forest seed species by the pH test of the exudate using individual and mass methods in different seed imbibition periods. The experimental material consisted of seeds of the species *Aspidosperma parvifolium* (Apocynaceae), *Aspidosperma polyneuron* (Apocynaceae), *Cabralea canjerana* (Meliaceae), *Cariniana legalis* (Lecythidaceae), *Gallesia integrifolia* (Phytolaccaceae), *Handroanthus chrysotrichus* (Bignoniaceae), *Lonchocarpus campestris* (Fabaceae) and *Pterogyne nitens* (Fabaceae). For the individual method, 80 repetitions of a seed were used, which were placed in individual containers containing 50 ml of distilled water. For the mass method, 4 repetitions of 25 seeds were used, which were placed in containers containing 75 mL of distilled water. For both methods the following imbibition periods were evaluated: 2, 4, 6, 8, 24 and 48 hours. The tests were placed in a germinator BOD chamber with a constant temperature of 25 ° C. After each imbibition period, the pH reading of the exudate in the phenolphthalein indicator solution in which the seeds were immersed, was taken. The seeds obtained from the individual method were put to germinate in an orderly manner, later to be correlated with germination. The seeds obtained from the mass method were put to germinate randomly. The correlation analysis between pH of the exudate and germination was done. The pH test of the exudate applied by the individual method was more efficient to evaluate the physiological seed quality when compared to the mass method. When efficient, the results obtained in the pH test of the exudate by the mass method corroborate with the results obtained by the individual method. The best imbibition periods to evaluate the physiological quality of the seeds were 6 and 8 hours for *Aspidosperma parvifolium* (individual and mass methods); 8 hours for *Aspidosperma polyneuron* and *Cabralea canjerana* (individual method); 8 hours for *Handroanthus chrysotrichus* (individual method); 2, 4 (mass method), and 6 hours for *Pterogyne nitens* (individual and mass methods). For the species of *Gallesia integrifolia*, *Cariniana legalis* and *Lonchocarpus campestris* the pH tests of the exudate were not efficient due to poor or absent correlation with germination.

Key-words: Biochemical indicator. Germination. Vigour.

3.3 INTRODUÇÃO

A análise de sementes tem como objetivo mostrar a qualidade das sementes de um determinado lote, podendo ser por meio de parâmetros genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários (LOPES; NASCIMENTO, 2009).

A agilidade na obtenção de resultados torna-se imprescindível nos programas de controle de qualidade das empresas fornecedoras de sementes florestais, pois favorecem as tomadas de decisão na cadeia produtiva (FESSEL et al., 2010).

Para espécies florestais nativas, que possuem uma carência muito grande de informações, as análises de qualidade e vigor para viabilizar e maximizar a sua posição no mercado de sementes e de produção de mudas ainda se fazem necessárias (SARMENTO; VILLELA, 2010).

O teste de pH do exsudato é baseado na integridade dos sistemas de membranas das sementes e tem se destacado por identificar o processo de deterioração e permite que medidas sejam tomadas para mitigar o seu efeito na qualidade fisiológica das sementes. O princípio do teste é que sementes em avançado grau de deterioração liberam mais íons H^+ , fazendo com que o meio em que as sementes se encontram fique mais ácido (BORGHETTI; FERREIRA, 2004).

Alguns autores recomendam o teste de pH do exsudato para avaliação da qualidade de sementes florestais, pois, o método é eficiente, rápido e econômico (MELO; MARTINS, 2010); STALLBAUN et al., 2015).

Os testes de avaliação rápida do vigor das sementes, como o teste de pH de exsudato permite obter informações com maior rapidez e também fornecer respostas que possam complementar o teste de germinação em um período de tempo menor (GONÇALVES et al., 2008).

Apesar da simplicidade e rapidez do teste de pH do exsudato a avaliação baseada na coloração pode conduzir ao teste uma interpretação errônea. Isto pode ocorrer pela influência de fatores como o teor de água da semente, temperatura e tempo de embebição (SANTANA et al., 1998).

Deste modo, sabe-se que os detalhes da metodologia deste teste, como a quantidade de água a ser utilizada e o número de sementes por repetição não são conhecidos para todas as espécies, mas seu potencial e agilidade para obter

informações sobre o vigor de um lote de sementes justificam os estudos que buscam o aprimoramento dos poucos conhecimentos já obtidos (MARCOS FILHO, 2005).

Diante do exposto o objetivo do trabalho foi verificar a possibilidade de avaliação da qualidade fisiológica das sementes de diferentes espécies florestais pelo teste de pH do exsudato individual e massal em diferentes períodos de embebição, correlacionando seus resultados com os da germinação.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Local do Experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos (Figura 6).



Figura 6- Montagem de experimento no Laboratório de Análise de Sementes da UTFPR Câmpus Dois Vizinhos. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

3.4.2 Material Experimental

As sementes utilizadas para realização dos testes foram as das espécies:

- *Aspidosperma parvifolium* (Família: Apocynaceae; Nome popular: guatambu);
- *Aspidosperma polyneuron* (Família: Apocynaceae; Nome popular: peroba-rosa);
- *Cabrlea canjerana* (Família: Meliaceae; Nome popular: canjerana);
- *Cariniana legalis* (Família: Lecythidaceae; Nome popular: jequitibá);
- *Gallesia integrifolia* (Família: Phytolaccaceae; Nome popular: pau-d'alho);
- *Handroanthus chrysotrichus* (Família: Bignoniaceae; Nome popular: ipê-amarelo);
- *Lonchocarpus campestris* (Família: Fabaceae; Nome popular: rabo-de-bugio);
- *Pterogyne nitens* (Família: Fabaceae; Nome popular: amendoim-do-campo).

As sementes foram coletadas a partir de árvores matrizes localizadas no Estado do Paraná, em áreas de preservação permanente (APP), reserva legal (RL), ou pequenos remanescentes florestais, sendo que sementes de algumas espécies foram cedidas pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP).

3.4.3 Teste de pH do Exsudato

O teste pH do exsudato foi realizado pelo método individual e massal, ambos avaliando os períodos de embebição (tratamentos) e correlacionados com a germinação.

A solução indicadora do pH da solução foi preparada baseando-se nas recomendações de Cabrera; Peske (2002), a qual foi formulada com 1,0 grama de fenolftaleína dissolvida em 100 mL de álcool absoluto e esta, adicionada em 100 mL de água destilada. Após os períodos de embebição testados, foi adicionada em cada recipiente uma gota da solução indicadora com auxílio de uma micropipeta (Figura 7). A leitura foi realizada imediatamente após o contato das soluções indicadoras com a solução de embebição.



Figura 7- Adição da solução indicadora de fenolftaleína. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

A interpretação da coloração da solução foi analisada quanto a coloração do meio. Quando rosa, sendo considerada semente viável (meio básico), e quando transparente semente inviável (meio ácido) (AMARAL; PESKE, 1984) (Figura 8).

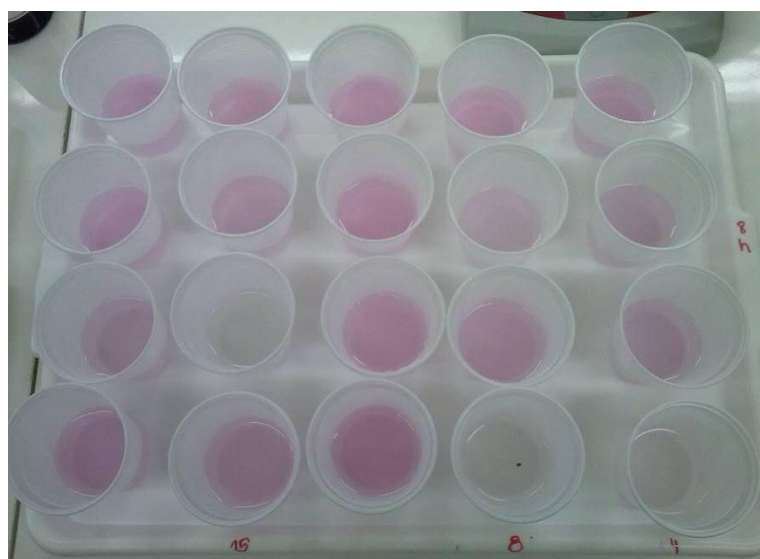


Figura 8- Leitura de teste de pH do exsudato. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

As condições estabelecidas para os testes de germinação foram determinadas a partir de informações obtidas na literatura para mesma espécie, ou quando não disponíveis para o mesmo gênero. Martins et al. (2011) e Fantinel et al. (2013) para *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo); Kopper et al. (2010) para *Cariniana legalis* (jequitibá); Carvalho et al. (2006) para *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa); Silva et al. (2007) para *Aspidosperma parvifolium* (guatambu), Santos et al. (2008) para *Pterogyne nitens* (amendoim-do-campo); Barros et al. (2005) para *Gallesia integrifolia* (pau-d'alho); Lima et al. (2008) para *Lonchocarpus campestris* (rabo-de-bugio); e Grunennvaldt et al. (2014) para *Cabralea canjerana* (canjerana).

A condição predominante para a germinação foi sob temperatura de 25°C com fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, utilizando-se o substrato rolo de papel, com exceção da espécie *Cabralea canjerana* que foi acondicionada no substrato sobre papel, em condição de escuro contínuo. Todos os substratos foram previamente autoclavados em autoclave vertical e para o teste de germinação foram umedecidos com 2,5 vezes o seu peso em água destilada, conforme determina as Regras de Análises de Sementes - RAS (BRASIL, 2009). Todos os testes foram alocados em câmara tipo B.O.D. (Biological Demand Oxygen).

A germinação foi calculada pela fórmula $G\% = (N/100) \times 100$, em que: N= número de sementes germinadas ao final do teste.

Foram consideradas germinadas as sementes que atenderam o critério botânico de germinação (LABOURIAU, 1983; SANTOS; AGUIAR, 2005) (Figura 9).

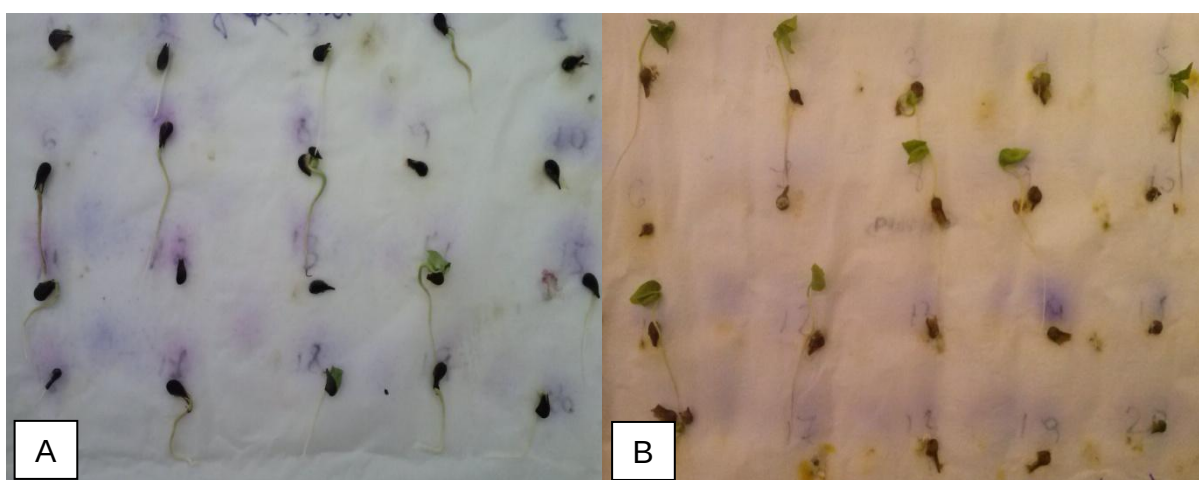


Figura 9- Teste de germinação em sementes de *Cariniana legalis* (A) e *Gallesia integrifolia* (B). UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

3.4.4 pH do Exsudato Individual

Para a aplicação do teste de pH do exsudato pelo método individual, foram utilizadas 80 repetições com 1 semente cada, que foram postas em recipientes individualizados contendo 50 mL de água destilada (Figura 10) (AMARAL; PESKE, 1984) e colocadas para embeber por 2, 4, 6, 8, 24 e 48 horas (tratamentos).

Ao final de cada período de embebição foi realizada a leitura com a solução indicadora e após a leitura as sementes utilizadas foram postas para germinar de forma ordenada, com o intuito de se correlacionar os valores (1 para meio básico/rosa; 0 para meio ácido/incolor) com a germinação ou não de plântulas. A avaliação foi realizada comparando a coloração do exsudato de cada célula com uma célula testemunha com água destilada, sem sementes (prova em branco).

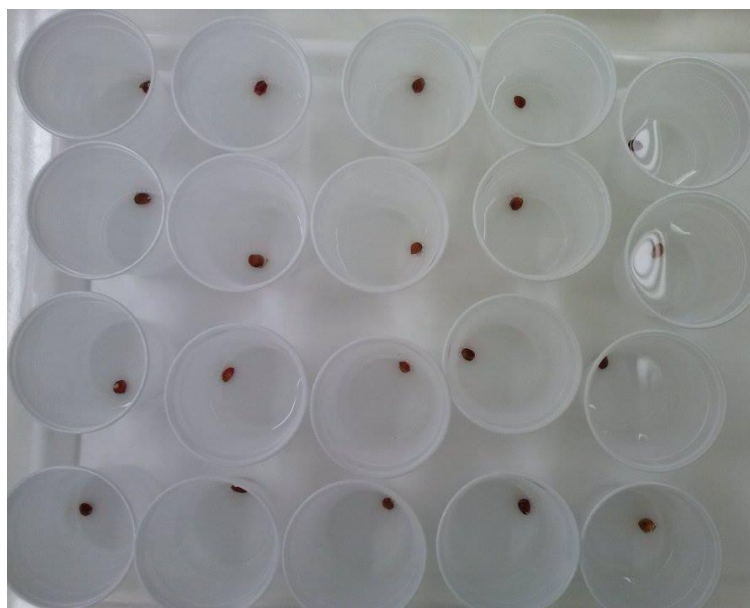


Figura 10- Teste pH do exsudato individual com sementes de *Cabralea canjerana*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

3.4.5 pH do Exsudato Massal

Para a aplicação do teste de pH do exsudato pelo método massal, foram utilizadas 4 repetições de 25 sementes as quais foram acondicionadas em

recipientes contendo 75 mL de água (Figura 11) destilada e colocadas para embeber por 2, 4, 6, 8, 24 e 48 horas (tratamentos).

A leitura foi realizada da mesma forma que para o método individual, e logo após, as sementes utilizadas foram postas para germinar para posterior correlação entre pH do exsudato e germinação.



Figura 11- Teste pH do exsudato massal (48 horas) com sementes de *Aspidosperma polyneuron*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

3.4.6 Análises de Dados

O delineamento utilizado foi em esquema unifatorial, inteiramente casualizado com 80 repetições com 1 semente para o método individual e 4 repetições de 25 sementes para o método massal. Os tratamentos para cada método utilizado corresponderam aos períodos de embebição das sementes (2, 4, 6, 8, 24 e 48 horas) para a leitura do pH.

Após a compilação, o conjunto de dados foi submetido ao teste de Lilliefors para a verificação da normalidade dos dados a partir de média e desvio padrão, contudo, não houve necessidade de transformação dos dados. Atendidas as pressuposições do modelo, procedeu-se a análise estatística.

Para medir o grau de associação entre as variáveis germinação e pH do exsudato visando identificar o melhor período de embebição das sementes, foi aplicado o teste de correlação simples também utilizada por Araldi; Coelho (2015).

A interpretação do coeficiente de correlação se deu conforme apontado por Dancey; Reidy (2006), onde: $r = 0$ indica que não há relação linear entre as variáveis; $r = 0,10$ até $0,30$ corresponde a uma correlação fraca; $r = 0,40$ até $0,60$ à correlação moderada; $r = 0,70$ até 1 , à correlação forte (para ambos os casos, negativa ou positiva). Os testes aplicados foram considerados eficientes quando a correlação entre pH e germinação foi classificada como forte.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O que ocorre quando uma semente não está viável ou com baixo vigor é a liberação de exsudatos, provocando o aumento da acidez. Dessa forma, na tabulação dos dados se estabeleceu o valor 1 para soluções com coloração rosa (meio básico), zero para soluções que não apresentaram mudança na coloração (meio ácido), 1 para sementes germinadas (SG) e zero para sementes não germinadas (NG). Assim, a correlação a ser observada para comprovar a relação entre as variáveis deve ser forte e positiva.

Segundo Cabrera; Peske (2002); Carvalho et al. (2002), Peske; Amaral (1986) e Rech et al. (1999), durante a embebição a liberação dos ácidos orgânicos, açúcares e íons favorecem para que a solução em que as sementes se encontram fique ácida e com isso conseqüentemente ocorre a diminuição do pH do exsudato das sementes.

Diante do exposto, pode-se afirmar que sementes com maiores danos apresentam maior lixiviação, e exsudatos com maior poder tampão, o que resulta na mudança da coloração do meio que as sementes se encontram tornando-o incolor, o que resulta em baixos valores de pH (ARALDI; COELHO, 2015).

3.5.1 pH do Exsudato Individual

A Tabela 13 mostra os coeficientes de correlação entre pH e germinação pelo método individual em diferentes períodos de embebição de sementes.

Tabela 13- Coeficientes de correlação (r) entre pH do exsudato e germinação pelo método individual em diferentes períodos de embebição de sementes. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

TEMPO	2 HORAS	4 HORAS	6 HORAS	8 HORAS	24 HORAS	48 HORAS
ESPÉCIE						
<i>A. parvifolium</i>	0	0,0657	0,6244	0,8290	0	0
<i>A. polyneuron</i>	0	0	0	0,7580	0,1125	0
<i>C. canjerana</i>	0	0	0,1196	0,8401	0	0
<i>C. legalis</i>	0	0	0	0	0	0
<i>G. integrifolia</i>	0	0	0	0	-0,2075	0,3396
<i>H. chrysotrichus</i>	0	0	0	1	0	0
<i>L. campestris</i>	0	0	0	0	0	0
<i>P. nitens</i>	0,1972	0,2518	0,9497	0,4025	0,3985	0,2523

Para *Aspidosperma parvifolium*, *Aspidosperma polyneuron* e *Cabralea canjerana* o melhor período para avaliação da qualidade fisiológica das sementes pelo método individual foi de 8 horas, mostrando uma correlação forte.

Para *Cariniana legalis* e *Lonchocarpus campestris* a correlação foi nula, o que mostra que sementes viáveis e não viáveis apresentaram as mesmas colorações de pH do meio onde foram embebidas.

O melhor período de embebição para *Gallesia integrifolia* foi às 48 horas, contudo, houve correlação fraca entre o pH do meio e a germinação.

Sementes de *Handroanthus chrysotrichus* apresentaram melhor correlação entre pH e germinação no período de 8 horas de embebição, sendo uma correlação forte e perfeita.

Para a espécie *Pterogyne nitens* às 6 horas de embebição observa-se uma correlação forte, pois a coloração rosa foi observada para SG e o meio incolor para NG.

Em trabalho realizado por Melo; Martins (2010) que avaliaram a qualidade fisiológica de sementes de através do teste de pH pelo método individual, estes recomendaram a embebição por 90 minutos para *Tabebuia serratifolia* e 30 minutos para *Tabebuia ochracea* (sinonímia *Handroanthus*). Resultado contraditório ao encontrado no presente estudo com sementes de *Handroanthus chrysotrichus*, que precisaram de um período de embebição consideravelmente superior para posterior avaliação.

Já para Stallbaun et al. (2015) avaliando a qualidade fisiológica de sementes de *Anadenanthera falcata* (Angico – Fabaceae) através do teste de pH do exsudato pelo método individual, o mesmo foi mais eficiente e criterioso para análise do vigor das sementes quando comparado ao método massal.

Para *Annona squamosa* (Pinha – Annonaceae), Araújo et al. (2014) recomendaram o teste de pH do exsudato pelo método individual, contudo, não houve diferença entre os períodos de embebição (30, 60 e 90 minutos). Já Araldi; Coelho (2015) recomendaram o teste de pH do exsudato pelo período de 30 minutos para sementes de *Araucaria angustifolia*.

Já em trabalho realizado por Matos (2009) com sementes de *Copaifera langsdorffii* (Copaíba – Fabaceae), *Enterolobium contortisiliquum* (Tamboril – Fabaceae) e *Anadenanthera falcata* (Angico – Fabaceae), também indicou que o método individual é mais criterioso quando comparado ao método massal.

Várias são as situações observadas em testes de pH do exsudato para diferentes espécies florestais, as quais necessitam ter adaptações metodológicas validadas para serem aplicadas. Para Vieira e Carvalho (1994) as características morfológicas do tegumento da semente e o genótipo, podem explicar essas variações metodológicas que são aplicados para cada espécie em questão.

3.5.1 pH do Exsudato Massal

A Tabela 14 mostra os coeficientes de correlação entre pH e germinação pelo método massal para os diferentes períodos de embebição das sementes.

Tabela 14- Coeficientes de correlação (r) entre pH do exsudato e germinação pelo método massal em diferentes períodos de embebição de sementes. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

TEMPO	2 HORAS	4 HORAS	6 HORAS	8 HORAS	24 HORAS	48 HORAS
ESPÉCIE						
<i>A. parvifolium</i>	0	0	0,3015	0,7071	0	0
<i>A. polyneuron</i>	0	0	0	-0,9899	0	0
<i>C. canjerana</i>	0	0	0	-1	0,4082	0
<i>C. legalis</i>	0	0	0	0	0	0
<i>G. integrifolia</i>	0	0	0	0	0	0
<i>H. chrysotrichus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>L. campestris</i>	0	0	0	0,5773	0	0
<i>P. nitens</i>	0,8628	0,9428	0,8432	0	0	0

Para *Aspidosperma parvifolium* o melhor período para avaliação da qualidade fisiológica das sementes pelo método massal foi de 8 horas, o que também foi observado no método individual. Já para sementes de *Aspidosperma polyneuron* nenhum período se mostrou eficiente para avaliar a qualidade das sementes pelo método massal.

Com as sementes de *Cabralea canjerana* verificou-se apenas uma correlação moderada, tendendo para fraca no período de 24 horas. Entretanto, para *Cariniana legalis*, *Gallesia integrifolia*, e *Handroanthus chrysotrichus* a correlação foi nula. Mostrando assim, que plântulas normais e sementes não germinadas apresentaram as mesmas colorações de pH do meio e que o método massal não foi eficiente para avaliar a qualidade fisiológica das sementes destas espécies dentro dos períodos analisados.

O melhor período de embebição para *Lonchocarpus campestris* foi o de 8 horas, sendo contudo, uma correlação moderada. Para a espécie *Pterogyne nitens* nos períodos de 2, 4 e 6 horas de embebição observou-se uma correlação forte.

Sobre os tratamentos que não apresentaram nenhum grau de correlação, pôde ser observado que todas as amostras apresentaram uma única coloração e diferentes percentuais germinativos.

Verificou-se então, que o teste de pH do exsudato pelo método massal foi eficiente apenas para avaliação da qualidade das sementes de duas espécies testadas, *Aspidosperma parvifolium* e *Pterogyne nitens*. Já o método individual foi

eficiente para as seguintes espécies: *Aspidosperma parvifolium*, *Aspidosperma polyneuron*, *Cabralea canjerana*, *Handroanthus chrysotrichus*, e *Pterogyne nitens*. Quando o método massal foi eficiente, os resultados corroboraram com aqueles encontrados no método individual para o período de embebição mais adequado para avaliação da qualidade das sementes.

Matos (2009) avaliando a qualidade fisiológica de sementes de *Anadenanthera falcata* (Angico – Fabaceae), recomendou o período de embebição de 30 minutos apontando uma viabilidade de 82,5 % de germinação. Esse resultado não corrobora ao encontrado para sementes de *Pterogyne nitens* a qual pertence à mesma família e precisou de maiores períodos de embebição pelo método massal.

Já em trabalho realizado por Gomes (2013) com sementes de *Terminalia argentea* (Capitão-do-mato – Combretaceae), avaliando a qualidade de sementes pelo teste de pH do exsudato pelo método massal, concluiu que o período de embebição de 30 minutos foi eficiente na separação dos lotes de sementes.

Segundo Hilst (2009), o teste de pH do exsudato foi promissor para avaliação da viabilidade das sementes de *Coffea arabica* L. (Café - Rubiaceae) porém, somente após um período de embebição de 72, 96 e 120 horas.

Para sementes de *Guazuma ulmifolia* (Mutambo – Malvaceae) o teste de pH do exsudato massal não estimou a viabilidade das sementes, pois não houve relação da coloração com os valores de emergência (BARBOZA et al., 2014).

Em estudo realizado por Santos et al. (2015) com sementes de *Dalbergia miscolobium* (Angico – Fabaceae) os autores concluíram que soluções de fenolfatleína não apresentam resultados compatíveis com os resultados obtidos pelo pHmetro. Este resultado sugere o uso de outras soluções indicadoras como, por exemplo, as soluções indicadoras Yamada e Azul de bromotimol utilizadas pelos mesmos autores, as quais foram eficientes e corroboraram com os resultados obtidos pelo pHmetro.

Segundo Matos (2014) o método colorimétrico não é eficiente quando se usa solução de fenolfatleína proposta por Cabrera; Peske (2002), pois não são capazes de diferenciar pequenas variações na lixiviação de H⁺, sendo necessário avaliar outras soluções indicadoras. Stallbaun et al. (2015) também observaram uma superestimativa dos resultados no método massal quando comparado ao

método individual.

Quando utilizada no presente trabalho a solução proposta por Cabrera; Peske (2002), também superestimou os resultados encontrados, de forma que a coloração rosa foi observada na maioria das vezes também para as NG.

Para sementes de milho, os autores Cabrera; Peske (2002) recomendaram o teste de pH do exsudato através do método massal o qual apresentou elevada confiabilidade. Contudo, os mesmos afirmaram que o teste pode não distinguir uma amostra contendo muitas sementes de alta qualidade e algumas sementes mortas, de outra amostra com todas as sementes de boa qualidade.

Dessa forma, é importante enfatizar que para sementes florestais esse evento pode ser agravado devido à baixa homogeneidade das sementes quando comparada a sementes de espécies cultivadas, e que os testes de vigor quando aplicados em sementes de maior heterogeneidade avaliarão melhor o desempenho dos lotes em nível de campo (SPINA; CARVALHO, 1986). Diante dos fatos torna-se evidente que sejam conduzidos estudos mais detalhados para aprimorar a técnica de aplicação desse teste para ambos os métodos e espécies estudadas.

Muitas vezes pode-se notar que a acidez lida no meio de embebição não inviabiliza a germinação. Santos et al. (2015) verificaram que as sementes de *Dalbergia miscolobium* que apresentaram exsudatos ácidos germinam em média 80%. Fato esse que pode comprovar que a acidificação da solução de embebição não é suficiente para concluir que a semente seja inviável ou que a solução indicadora não é eficiente.

Outro fato observado foi que sementes de algumas espécies podem liberar exsudatos com coloração mais acentuada, o que acaba prejudicando a leitura através do método colorimétrico. Este evento pode ser visualizado na Figura 12 para sementes de *Pterogyne nitens* e também foi descrito por Matos (2014) com sementes de *Dalbergia miscolobium*. Também foi observada coloração mais acentuada do meio pela liberação de exsudatos das sementes de *Aspidosperma parvifolium*, *Aspidosperma polyneuron*, *Cabralea canjerana*, e *Lonchocarpus campestris*, porém, não culminando em baixa viabilidade das mesmas.

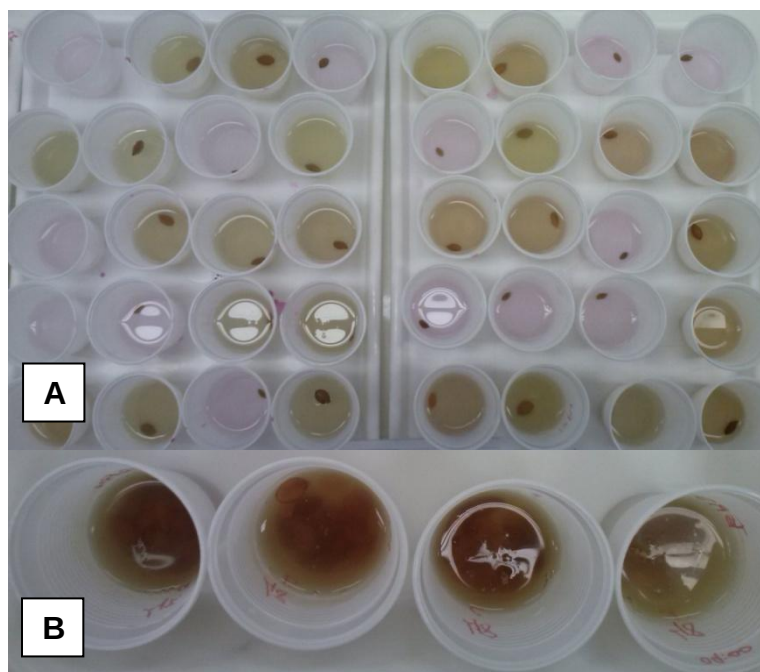


Figura 12- Teste de pH do exsudato pelo método individual (A) e massal (B) para sementes de *Pterogyne nitens*. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2016.

De posse dos resultados de correlação entre pH e germinação, pode-se verificar a confiabilidade ou não do teste do pH do exsudato. Embora a metodologia tenha sido eficiente para algumas espécies já comprovados por Peske; Amaral (1986) e Matos et al. (2009) os resultados do presente trabalho mostram que o teste do pH do exsudato precisa de maior aperfeiçoamento. Períodos de embebição das sementes, quantidade de água disponível, outras soluções indicadoras entre outros, os quais possibilitem maior entendimento e esclarecimento da melhor técnica a ser aplicada. Estes devem ser investigados com maior profundidade, para aprimorar a precisão do teste do pH do exsudato individual e massal, visando estimar a viabilidade de sementes florestais das espécies estudadas.

3.6 CONCLUSÕES

O teste de pH do exsudato aplicado pelo método individual se mostrou mais eficiente e criterioso para avaliação da qualidade fisiológica das sementes das espécies estudadas, quando comparado ao método massal.

Quando eficiente, os resultados obtidos no teste de pH do exsudato pelo método massal corroboram com os resultados obtidos pelo método individual, mostrando ter correlação.

Para as espécies *Gallesia integrifolia*, *Cariniana legalis* e *Lonchocarpus campestris* os testes de pH do exsudato em ambos os métodos não foram eficientes devido a fraca ou inexistente correlação entre a germinação e pH.

REFERÊNCIAS

AMARAL, A.S.; PESKE, S.T. pH do exsudato para estimar, em 30 minutos, a viabilidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.6, n.3, p.85-92, 1984.

ARALDI, C.G.; COELHO, C.M.M. pH do Exsudato na Avaliação da Viabilidade de Sementes de *Araucaria angustifolia*. **Revista Floresta e Ambiente**, v.22, n.3, p.426-433, 2015.

ARAÚJO, A.V; PINTO, M.A.D.S.C.; BARBOZA, V.R.S.; FERRAZ, A.P.F.; BRITO, A.C.V. Comportamento fisiológico de sementes de *Annona squamosa* L. sob os testes de condutividade elétrica e do pH do exsudato fenolftaleína. **Revista Biosfera**, v.10, n.19, p.554, 2014.

BARBOZA, V.R.S.; PINTO, M.A.D.S.C.; FREIRE, C.S.F.; OLIVEIRA, C.K.S. Potencial fisiológico de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. através do teste do pH do exsudato. **Revista Biosfera**, v.10, n.18, p.2327-2335, 2014.

BARROS, S.S.U.; SILVA, A.; AGUIAR, I.B. Germinação de sementes de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (pau-d'algo) sob diferentes condições de temperatura, luz e umidade do substrato. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.4, p.727-733, 2005.

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A.G. Interpretação de resultados de germinação. In **Germinação: do básico ao aplicado** (A.G. Ferreira & F. Borghetti, orgs.). Artmed, Porto Alegre, 2004, 222p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Brasília, 2009. 399p.

CABRERA, A.C.; PESKE, S.T. Testes do pH do exsudato para sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.134-140, 2002.

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

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.

FANTINEL, V.S., OLIVEIRA, L.M., MUNIZ, M.F.B., ROCHA, E.C. Detecção de fungos e transmissão de *Alternaria alternata* via sementes de ipê-amarelo, *Handroanthus chrysotrichus* Mattos. **Revista de Ciências Ambientais**, v.7, n.2, p.05-14, 2013.

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.

GOMES, K.B.P. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. pelo teste de raio X, condutividade elétrica, pH do exsudato e germinação. **Dissertação** (Mestrado). 85p. Brasília: Universidade de Brasília, 2013.

GONÇALVES, E.P.; PAULA, R.C.; DESMATLÊ, M.E.S.P. Testes de vigor em sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. **Semina**, v.29, n.2, p.265-276, 2008.

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.

HILST, P.C. Teste de coloração de exsudatos para avaliação da viabilidade de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Dissertação** (Mestrado). 56p. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009.

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.

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

LIMA, V.V.F.; VIEIRA, D.L.M.; SEVILHA, A.C.; SALOMÃO A.N. Germinação de espécies arbóreas de floresta estacional decidual do vale do rio Paranã em Goiás após três tipos de armazenamento por até 15 meses. **Biota Neotropica**, v.8, n.3, p.89-97, 2008.

LOPES, A.C.A.; NASCIMENTO, W.M. **Análise de sementes de hortaliças**. Circular Técnica (83). Embrapa Hortaliças. Brasília, 2009. 9p.

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

MARTINS, L.; LAGO, A.A.; CICERO, S.M. Qualidade fisiológica de sementes de *Tabebuia avellanedae* e *Tabebuia impetiginosa* submetidas à ultra-secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4, 2011.

MATOS, J.M.M. Avaliação do Teste do pH do exsudato na verificação de viabilidade de sementes florestais. **Dissertação** (Mestrado). 75p. Brasília: Universidade de Brasília, 2009.

MATOS, J.M.M. Indicadores bioquímicos aplicados para verificação da qualidade fisiológica de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. **Tese** (Doutorado). 86p. Distrito Federal: Universidade de Brasília, 2014.

MATOS, J.M.M.; MARTINS, R.C.C.; MARTINS, I.S. Caracterização do teste de pH de exsudato pelo método individual para avaliação da viabilidade de sementes de *Copaifera langsdorffi* Desf. **Heringeriana**, v.3, n.1, p.81-87, 2009.

MELO, A.L.F.; MARTINS, R.C.C. Avaliação da eficiência da técnica de pH de exsudato para verificação da viabilidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* e *Tabebuia ochracea*. **Anais...** 62ª Reunião Anual da SBPC - Ciências do Mar: Herança para o Futuro, 2010.

PESKE, S.T.; AMARAL, A.S. Prediction of the germination of soybean seeds by measurement of the pH of seed exudates. **Seed Science & Technology**, v.14, n.1, p.151-156, 1986.

RECH, E.G.; VILLELA, F.A.; TILLMANN, M.A. Avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de ervilha. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.2, p.1-9, 1999.

SANTANA, D.C.; VIEIRA, M.G.G.C.; CARVALHO, M.L.M.; OLIVEIRA, M.S. Teste do pH do exsudato-feolftaleína para rápida definição sobre o destino de lotes de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.1, p.160-166, 1998.

SANTOS, L. P.; BELLOTTO, V. R.; MATOS, J. M. M. Avaliação dos métodos de verificação do ph nos exsudatos de sementes de *Dalbergia miscolobium* BENTH. In: XIII Congresso Brasileiro de Sementes, 2013, Florianópolis. **Anais... XIX Congresso Brasileiro de Sementes**, v.23, n.2, 2015.

SANTOS, M.J.C.; NASCIMENTO, A.V.S.; MAURO, R.A. Germinação do amendoim bravo (*Pterogyne nitens* Tul) para utilização na recuperação de áreas degradadas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.1, p.31-34, 2008.

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.

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

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

SPINA, A.A.T.; CARVALHO, N.M. Testes de vigor para selecionar lotes de amendoim antes do beneficiamento. **Ciência Agrônômica**, v.1, n.1, p.10, 1986.

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.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso dos testes de condutividade elétrica e pH do exsudato em sementes tem sido alvo constante de pesquisas, contudo ainda há escassez de trabalhos para sementes florestais. Dessa forma, as questões abordadas no presente trabalho contribuem para o melhor entendimento sobre a influência do fator tempo e dos tipos de métodos utilizados (individual e massal) para a determinação da qualidade de sementes. Porém, os resultados aqui explicitados ainda não são suficientes para a determinação de metodologias específicas que possam ser usadas para identificar os graus de vigor das sementes para as espécies estudadas. No entanto, servem como base para novos estudos que visem contribuir com a tecnologia de sementes e a demanda por métodos rápidos de avaliação da qualidade fisiológica de sementes florestais.

Para investigações futuras, além de investigar o tempo de embebição das sementes, é recomendável que se analise variáveis como temperatura de exposição durante o período de embebição e quantidade de água utilizada, para que se possam indicar valores de referência para as técnicas estudadas.

Para o teste de pH do exsudato recomenda-se o estudo de outras soluções indicadoras bem como o uso do pHmetro para confrontar os resultados com o método colorimétrico, no intuito de identificar melhores resultados de correlação das variáveis analisadas.

Devido a menor praticidade dos testes de condutividade elétrica e pH do exsudato executados pelo método individual quando comparados ao método massal e pensando na sua utilização diária na análise de sementes, pode-se inferir que estes sejam utilizados exclusivamente para a pesquisa científica. Dessa forma os resultados podem ser confrontados com o método massal de forma investigativa, podendo correlacionar e confirmar os resultados encontrados.

De forma geral, o teste de condutividade elétrica se mostrou mais confiável para a determinação da qualidade fisiológica das sementes das espécies estudadas quando comparado ao teste de pH do exsudato, devido ao fato da baixa eficiência da solução indicadora escolhida neste estudo.