



RODRIGO AUGUSTO DE MELO

**ANÁLISE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA
EM SEMENTES DE ESPÉCIES FLORESTAIS**

LAVRAS – MG

2021

RODRIGO AUGUSTO DE MELO

**ANÁLISE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SEMENTES DE
ESPÉCIES FLORESTAIS**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do
Curso de Engenharia Florestal,
para a obtenção do título de
Bacharel.

Orientador

Prof. Dr. José Marcio Rocha Faria

Coorientadora

Dra. Olívia Alvina Oliveira Tonetti

LAVRAS – MG

2021

Aos meus pais, Geraldo Augusto de Melo e Elaine Milagres de Melo, por sempre terem me incentivado e me apoiado em minhas decisões, nunca deixando de estar ao meu lado, me amando e zelando por mim incondicionalmente.

Ao meu irmão Reinaldo Augusto de Mello, que me ensinou a me manter forte perante as adversidades, a ter sempre um pensamento de crescimento e obtenção de objetivos.

A minha namorada Fernanda Pories Prospero Andrade, que muito me apoia em minhas decisões, sendo meu abraço amigo e de muito valor em todas as manhãs.

A meus mentores José Marcio Rocha Faria, Olívia Alvina Oliveira Tonetti e Wilson Vicente Souza Pereira, que muito me ensinaram, apoiaram e me guiaram no caminho científico, sempre com muito empenho e carinho, extrapolando o relacionamento profissional à boas amizades.

E a todos que colaboraram para a realização deste trabalho.

Dedico

RESUMO

Informações sobre a qualidade fisiológica de um lote de sementes, muitas vezes definem o sucesso de um projeto florestal. Para sementes agrícolas, o teste de condutividade elétrica é rotineiramente usado, sendo então os protocolos bem estabelecidos, no entanto, poucas espécies florestais têm métodos bem estabelecidos. Tendo isso em vista, objetivou-se com este trabalho, padronizar o teste de condutividade elétrica para sementes das espécies florestais *Inga vera*, *Inga cylindrica*, *Duranta erecta* e *Syzygium cumini*. Frutos foram colhidos no município de Lavras, no momento em que foram observados os indicadores de maturação, em seguida as sementes foram beneficiadas. A umidade das sementes foi determinada pelo método da estufa 105°C/24h, com pelo menos 4 repetições de 5 sementes e a viabilidade por teste de germinação, com 4 repetições de 25 sementes, em câmara de germinação a 25°C e luz contínua. A secagem foi realizada em atmosfera controlada, com pontos de secagem calculados pela fórmula de peso alvo até o equilíbrio higroscópico. A cada ponto da curva, novos testes de umidade e viabilidade foram instalados nas mesmas condições iniciais e amostras com 30 sementes foram pesadas, submersas em 30mL de água de osmose reversa e incubadas em câmara de germinação a 25°C, sendo a condutividade elétrica medida depois de 24 horas. Foi possível observar que, com o progresso de secagem ocorre a diminuição no número de sementes germinadas e aumento de compostos lixiviados, resultando em maiores valores de condutividade elétrica. Esses resultados indicam que as sementes mostram sensibilidade à dessecação sendo o sistema de membranas celulares um dos alvos de deterioração. Nesses casos, testes de condutividade mostraram-se eficazes na avaliação da viabilidade, uma vez que estes apresentaram padrão correspondente ao de germinação. Para sementes de *Duranta erecta*, os resultados foram inconclusivos.

Palavras-chave: Sementes, Condutividade, Fisiologia

ABSTRACT

Information about the physiological quality of a seed lot often defines the success of a forestry project. For agricultural seeds, the electrical conductivity test is routinely used and the protocols are well established, however, few forest species have been tested. With this in mind, the objective of this work was to standardize the electrical conductivity test for seeds of the forest species *Inga vera*, *Inga cylindrica* and *Duranta erecta*. Fruits were harvested in the municipality of Lavras, then the seeds were processed, protected from water loss and taken to the Forest Seeds laboratory. Seed moisture was determined by the oven method 105°C/24h, with at least 4 repetitions of 5 seeds and viability by germination test, with 4 repetitions of 25 seeds, in a germination chamber at 25°C and constant light. Drying was carried out in a controlled atmosphere, with drying points calculated by the target weight formula until hygroscopic equilibrium. At each point of the curve, new moisture and viability tests were installed under the same initial conditions and samples with 30 seeds were weighed, submerged in 30mL of reverse osmosis water and incubated in a germination chamber at 25°C, with the electrical conductivity being measured afterwards 24 hours. It was possible to observe that, for the studied species, with the drying progress, there is a decrease in the number of germinated seeds and an increase in leached compounds, resulting in higher values of electrical conductivity. These results indicate that the seeds show sensitivity to desiccation and the cell membrane system is one of the targets for deterioration. In these cases, conductivity tests proved to be effective in assessing viability, as they presented a pattern corresponding to that of germination. For *Duranta erecta* seeds, the results were inconclusive.

keywords: Seeds, Conductivity, Physiology

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. MATERIAIS E MÉTODOS	10
2.1 Material biológico	10
2.2 Sementes sensíveis a dessecação	10
2.3 Sementes ortodoxas	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4. CONCLUSÕES	17

1. INTRODUÇÃO

A deterioração das sementes é um processo determinado por uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, com início a partir da maturidade fisiológica, em ritmo progressivo, o que define a queda da qualidade e culmina com a morte da semente, sendo a perda das funções vitais algo inevitável, ainda que algumas sementes tenham longevidade considerável (MARCOS FILHO, 2005).

A degradação das membranas celulares se constitui no primeiro evento do processo de deterioração (DELOUCHE & BASKIN, 1973), isso faz com que testes que avaliam as condições do sistema de membranas celulares sejam eficientes para estimar o vigor das sementes. Independentemente do tipo de semente, à medida em que o sistema de membranas perde a capacidade de se reorganizar, a mesma perde a qualidade fisiológica. Assim, ainda que nos primeiros momentos, perdas no total da germinação de um lote sejam indetectáveis pelos testes de viabilidade, falhas nos mecanismos de proteção e reparo nos sistemas de membranas podem ocorrer, e com o avançar do processo, comprometerem todo o funcionamento celular, muitas vezes se revelando em quedas nos testes de vigor (MARCOS FILHO, 1984).

Todo o sistema de membranas das células das sementes começa se ser organizado durante a maturação, sendo os mecanismos de proteção às membranas, principalmente presença de alguns açúcares protetores, um dos recursos usados pelas sementes para que se tornem tolerantes à dessecação (BEWLEY AND BLACK, 1994). Assim, sementes ortodoxas, após dispersas em baixas umidades, tem a capacidade de reestabelecer seu sistema de membranas com eficiência durante os primeiros momentos de embebição. No entanto, para sementes recalcitrantes, como não há secagem durante a maturação, sistemas de proteção, incluindo os que conferem estabilidade às membranas, ou não existem,

ou, existindo, são pouco eficientes, fazendo com que o sistema se desorganize irreversivelmente à medida em que a semente perca água, sendo essa então uma das causas da perda da viabilidade dessa classe de semente.

Falhas nos sistemas de proteção e reparo das membranas alteram a permeabilidade das mesmas fazendo com que percam a seletividade. Assim, células de sementes com danos às membranas perdem componentes celulares e íons para um meio aquoso, o que pode facilmente ser medido pela alteração da condutividade elétrica do meio e indica, indiretamente, a intensidade dos danos causados pelo processo de deterioração. Sementes com menor vigor liberam maior quantidade de lixiviados como consequência da menor estruturação e seletividade das membranas (VIEIRA et al., 2002).

Tal método de avaliação, permite de forma acelerada a obtenção de informações sobre a qualidade fisiológica de sementes. Parâmetro este que deve ser considerado em processos como o controle de qualidade, armazenamento, germinação de sementes, dentre outros.

A condutividade elétrica de um lote de sementes pode ser influenciada por vários fatores, como a presença de sementes danificadas fisicamente (TAO, 1978; LOEFFLER et al., 1988), tamanho da semente (TAO, 1978), genótipo (PANOBIANCO & VIEIRA, 1999), teor de água inicial (ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS, 1983; LOEFFLER et al., 1988), período de embebição (LOEFFLER et al., 1988;), temperatura de embebição (MURPHY & NOLAND, 1982; GILVELBERG et al., 1984) e características do tegumento da sementes (DALANHOL et al, 2014).

Informações sobre a qualidade fisiológica de um lote de sementes, muitas vezes definem o sucesso de um projeto florestal, no entanto, muitos são os gargalos encontrados quando se fala de análise de sementes florestais devido, principalmente, a fatores inerentes a características do insumo em questão. Desta

forma, objetivou-se com este trabalho, analisar os resultados de condutividade elétrica em sementes de espécies florestais submetidas à secagem pós-colheita.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Material biológico

Frutos de sementes recalcitrantes e ortodoxas foram colhidas no município de Lavras, de acordo com a oferta natural em ambientes silvestres, no momento em que foi possível observar indicadores de maturação, sendo as mesmas protegidas da perda de água e conduzidas ao Laboratório de Sementes Florestais - LSF, localizado na Universidade Federal de Lavras - UFLA.

2.2 Sementes sensíveis a dessecação

As sementes das espécies *Inga vera*, *Inga cylindrica* e *Syzygium cumini*, classificadas como intermediárias ou recalcitrantes pela literatura, tiveram seus frutos beneficiados, sendo as mesmas protegidas da perda de água e conduzidas ao Laboratório de Sementes Florestais.

A umidade das sementes foi determinada pelo método da estufa 105°C/24h, com 4 repetições de pelo menos 5 sementes (BRASIL, 1992). A viabilidade pôde ser determinada por teste de germinação, com 4 repetições de 25 sementes, em condições específicas indicadas pela literatura. As sementes foram submetidas à secagem em atmosfera controlada com umidade relativa entre 15% a 20%, para isso foi utilizado caixa de secagem dotada de ventilador e presença de sílica. Os pontos de secagem foram calculados pela fórmula de peso alvo (Figura 1), até o equilíbrio higroscópico. A cada pondo de umidade escolhido foram separadas amostras para testes de umidade e germinação de

acordo com o método citado anteriormente. Também foram separadas amostras as quais foram submetidas ao teste de condutividade elétrica.

Para a medição da condutividade elétrica, as sementes foram pesadas em balança de precisão e embebidas individualmente em recipientes com 30 mL de água de osmose reversa. Em seguida, aplicou-se papel filme na superfície dos recipientes a fim de evitar possíveis contaminações provenientes do meio externo. Uma vez que protegidos, os recipientes foram submetidos à câmara de germinação a 25°C, sendo a condutividade elétrica medida depois de 24 horas, por meio de condutímetro marca Digimed, mod DM31.

2.3 Sementes ortodoxas

Os frutos da espécie *Duranta erecta* foram transportados para o galpão de beneficiamento no Viveiro Florestal, as sementes foram beneficiadas manualmente e enviados ao Laboratório de Sementes Florestais, onde permaneceram em sala climatizada (20°C/60%UR) até atingirem equilíbrio higroscópico com o ambiente.

As sementes foram submetidas à secagem em atmosfera controlada, com umidade relativa entre 15% a 20%, para isso foi utilizado caixa de secagem dotada de ventilador e presença de sílica. Os pontos de secagem foram calculados pela fórmula de peso alvo (Figura 1), até o equilíbrio higroscópico. A cada ponto de umidade escolhido foram separadas amostras para testes de umidade, germinação e condutividade elétrica de acordo com os métodos citados anteriormente. Não foi utilizada nenhuma técnica de tratamento pré-germinativo.

Figura 1 – Fórmula do Peso Alvo.

$$P_a = \frac{100 - U_i}{100 - U_a} \cdot P_i$$

Legenda: **Pa:** Peso alvo; **Ui:** umidade inicial; **Ua:** umidade alvo; **Pi:** Peso inicial.

Fonte: Autor.

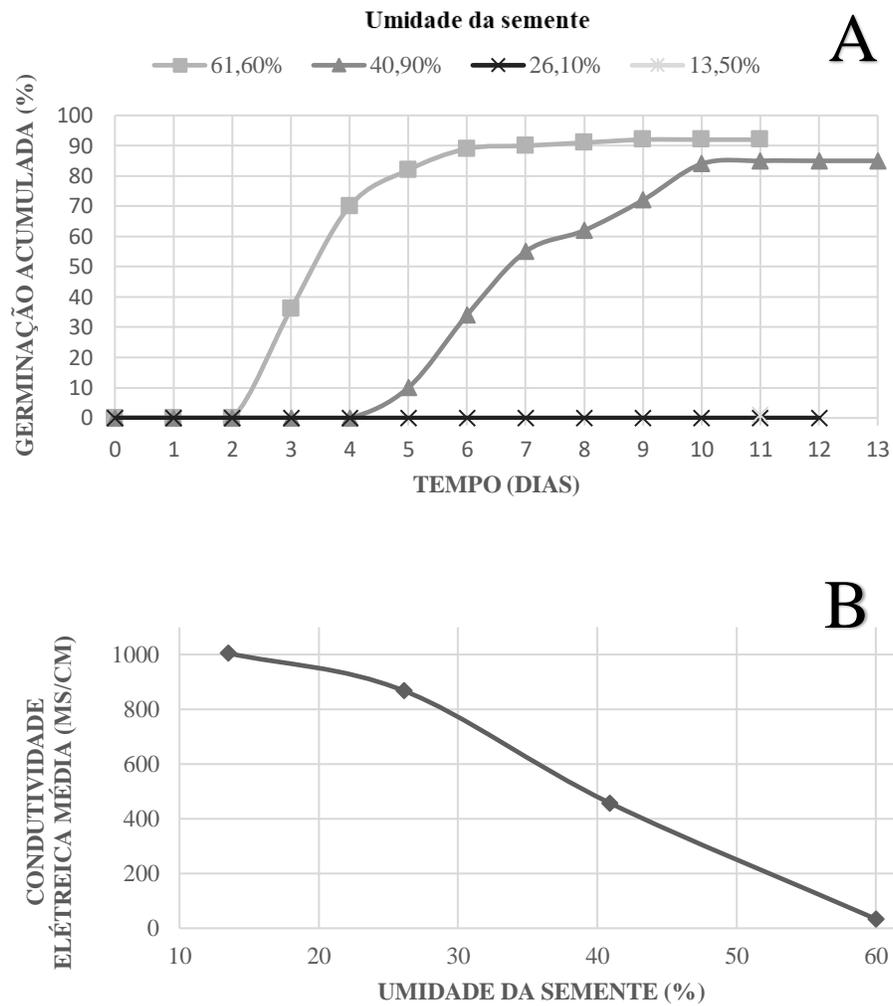
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de *Inga vera* foram dispersas com 61,6% de umidade e secas artificialmente até 40,9%, 26,1% e 13,5%, sendo respectivamente os valores de germinação 92%, 85%, 0% e 0% (Figura 2) e os de condutividade elétrica 34,0μs/cm, 458,0μs/cm, 868,0μs/cm e 869,01μs/cm (Figura 2).

Em *Inga cylindrica* as sementes apresentaram umidade inicial de 63,9% sendo secas até 41,2%, 30,5% e 17,5% sendo respectivamente os valores de germinação 100%, 86%, 3,0% e 0% (Figura 3) e os de condutividade elétrica 32,13μs/cm, 433,10μs/cm, 726,07μs/cm e 729,13μs/cm (Figura 3).

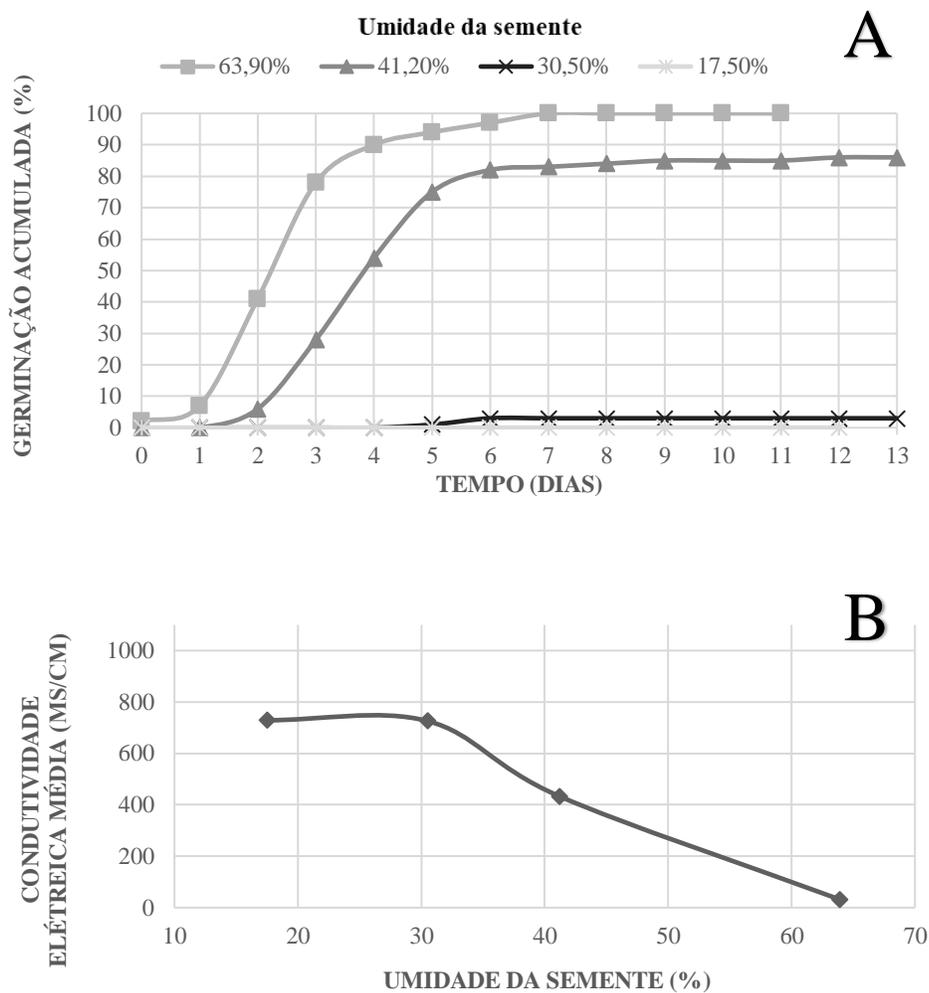
Sementes de *Syzygium cumini* foram dispersas com umidade inicial de 51% e secas a 42%, 29,3% e 21% sendo respectivamente os valores de germinação 100%, 83%, 0% e 0% (Figura 4) e os de condutividade elétrica 26,38μs/cm, 32,90μs/cm, 37,25μs/cm e 44,61μs/cm (Figura 4).

Figura 2 – Germinação acumulada (A) e Condutividade elétrica de sementes de *Inga vera* (B).



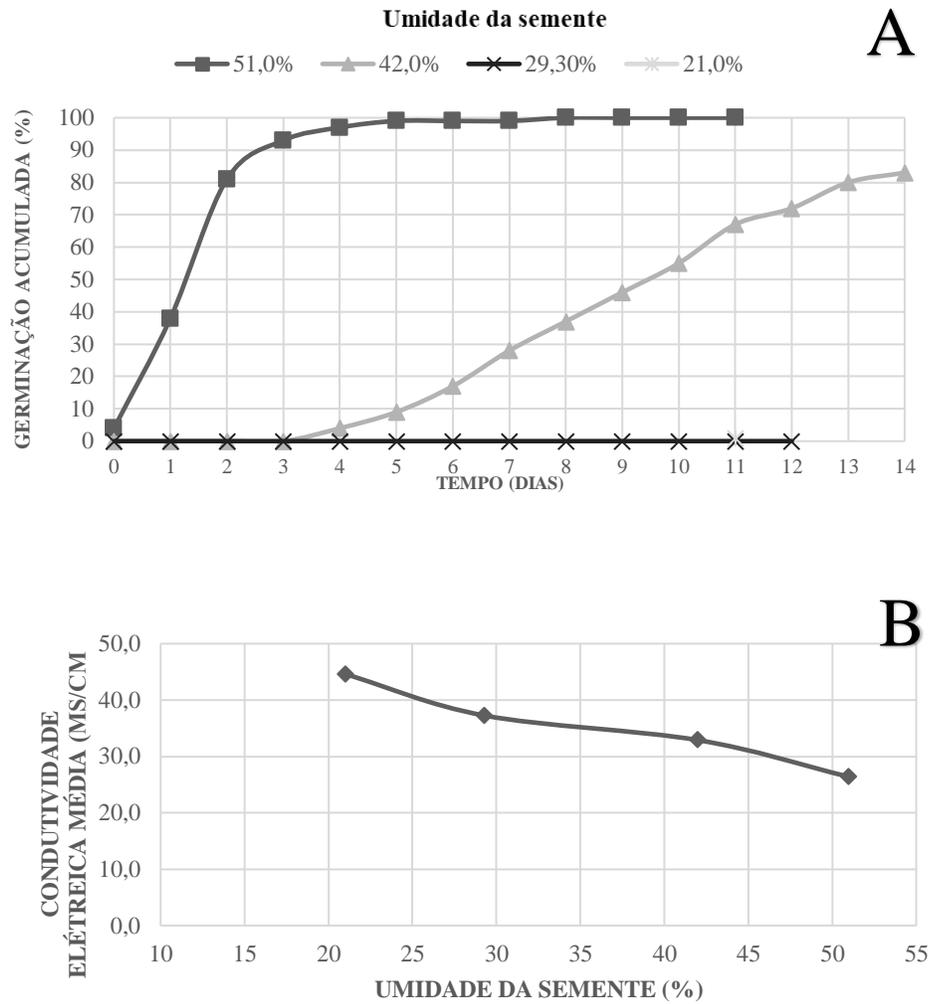
Fonte: Autor (2021).

Figura 3 – Germinação acumulada (A) e Condutividade elétrica de sementes de *Inga cylindrica* (B).



Fonte: Autor (2021).

Figura 4 – Germinação acumulada (A) e Condutividade elétrica de sementes de *Syzygium cumini* (B).



Fonte: Autor (2021).

Sementes de *Duranta erecta*, classificadas como ortodoxas, apresentaram inicialmente umidade de 25%, sendo possível obter os pontos de secagem em 18%, 13% e 10%. Os valores de germinação atingidos foram, respectivamente, 5%, 5%, 1% e 1% (Figura 4), e os de condutividade elétrica foram, respectivamente, 56,31 μ s/cm, 63,87 μ s/cm, 87,17 μ s/cm e 89,87 μ s/cm (Figura 4). Tais valores de condutividade elétrica, inferiores quando comparados aos das espécies sensíveis a dessecação, podem ser explicados, segundo Bewley e Black, 1994, devido à capacidade das células de reestabelecerem seu sistema de membranas com mais eficiência durante os primeiros momentos de embebição.

Figura 4 – Germinação acumulada (A) e Condutividade elétrica de sementes de *Duranta erecta* (B). (Continua).

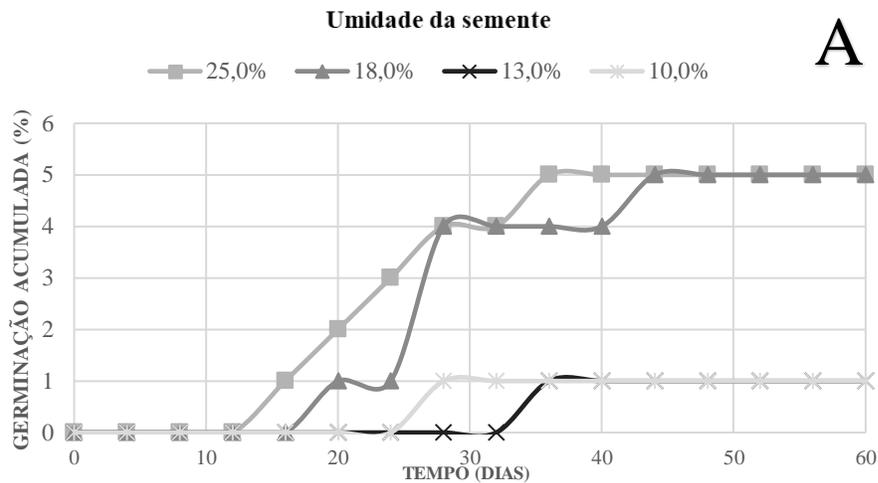
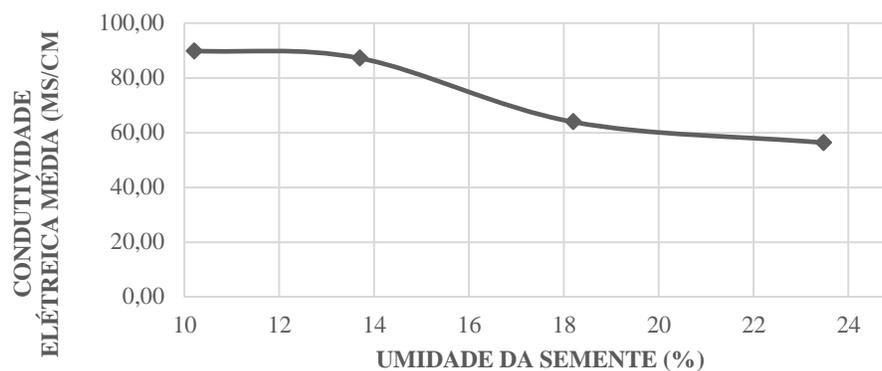


Figura 4 – Germinação acumulada (A) e Condutividade elétrica de sementes de *Duranta erecta* (B). (Conclusão).

B

Fonte: Autor (2021).

4. CONCLUSÕES

Exceto para a espécie *Duranta erecta*, que apresentou resultados inconclusivos, foi possível observar nas sementes das demais espécies estudadas, que, com o avanço da secagem, ocorre a diminuição no número de sementes germinadas e aumento de lixiviados, resultando em maiores valores de condutividade elétrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (East Lasing, Estados Unidos). **Seed vigor testing handbook**. East Lasing, 1983. 93 p. (Contribution, 32).

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. Seeds: Physiology of development and germination. 2a edição. **Plenun Press**. New York and London. 1994. 445p.

DALANHOL, S.J.; RESENDE, E.H.; ABREU, D.C.A; NOGUEIRA, A.C. Teste de Condutividade Elétrica em Sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth. **Floram**, v.21, n.1, p.69-77, 2014.

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

GILVELBERG, A.; HOROWITZ, M.; POLJAKOFFMAYBER, A. Solute leakage from *Solanum nigrum* L. seeds exposed to high temperatures during imbibition. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 35, n. 161, p. 1754-1763, 1984.

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

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba, **Fealq**, 2005. 459p.

MARCOS FILHO, J. et al. Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e suas relações com emergência das plântulas em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 5, p. 605-613, 1984.

MURPHY, J. B.; NOLAND, T. L. Temperature effects on seed imbibition and leakage mediated by viscosity and membranes. **Plant Physiology**, Rockville, v. 69, n. 2, p. 428-431, 1982.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Electrical conductivity of soybean seed and correlation with seed coat lignin content. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 27, n. 3, p. 945-949, 1999.

TAO, J. K. Factors causing variations in the conductivity test for soybean seeds. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v. 3, n. 1, p. 10-18, 1978.

VIEIRA, R. D. et al. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, 2002.