



Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Florestal

RENATO DA CRUZ NASCIMENTO

**Adequação do teste de tetrazólio para avaliação da
qualidade de sementes de *Handroanthus impetiginosus*
(Mart. ex DC) Mattos**

Brasília
2017



Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Florestal

**Adequação do teste de tetrazólio para avaliação da
qualidade de sementes de *Handroanthus impetiginosus*
(Mart. ex DC) Mattos**

Aluno: RENATO DA CRUZ NASCIMENTO

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Rosana Carvalho Cristo Martins.

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Departamento de
Engenharia Florestal da Universidade de
Brasília, como parte das exigências para
obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Brasília
2017



Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Florestal

**Adequação do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade
de sementes de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC)
Mattos**

Aluno: Renato da Cruz Nascimento
Matrícula: 11/0040007

Menção: SS

Prof. Dr. Rosana de Carvalho Cristo Martins
EFL/FT/UnB
Orientadora

MS. Ana Carolina Gomes Correa
EFL/FT/UnB
Co-orientadora

Prof. Dr. Ildeu Soares Martins
EFL/FT/UnB
Examinador Externo

Brasília, 8 de dezembro de 2017

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por todas as bênçãos que recebi em minha vida, pela força que me deste, por toda sabedoria que me emprestaste e por toda a coragem que tive para conseguir completar este desafio.

Gostaria de agradecer a minha mãe, Maria Aparecida da Cruz, ao meu pai, José Pereira do Nascimento, por todos os sacrifícios que fizeram para que eu pudesse chegar aqui, por todos os conselhos e ensinamentos, por todo o carinho e amor, por nunca deixarem de acreditar em mim, mesmo quando nem eu mesmo acreditava. Por todas as noites que passaram em claro cuidando da minha saúde, por todas as longas horas que esperaram numa sala de espera de um hospital ou dentro de um carro enquanto eu fazia o vestibular em outra cidade. Obrigado por estarem sempre ao meu lado e por serem os melhores pais do mundo.

Gostaria de agradecer as minhas Tias, Marleide e Dezirrê, por serem minhas segundas mães, por cuidarem de mim e dos meus irmãos, pela amizade, pelo carinho, pelas diversões, por estarem sempre por perto quando preciso. Obrigado por serem a minha família. Gostaria de agradecer ao meu avô Lázaro, por todos os bons momentos que tivemos, pelas notas de 50 reais para comprar balinha, por todo o bom humor e alegria, por sempre vir me visitar, já que eu nunca saio de casa.

Gostaria de agradecer a minha segunda família, a Casa Nipo, que nos últimos 10 anos tem sido meu lar. Quero agradecer a todos irmãos e irmãs que eu tive a oportunidade de ter. Aos Bandeiras, aos Pimentas, aos Makis e todos os outros doidos. Por todas as risadas e brigas que tivemos, pelas noites de Cinenipo, pelas tardes de Champions, pelas manhãs que não deixavam eu dormir, por baterem aquela maldita porta do hall. Obrigado amigos, quero que saibam q este não é o fim, e sim o começo de mais 10 anos.

Gostaria de agradecer ao meu irmão Marcelo e a Mieka que vieram à minha apresentação e me deram força e tranquilidade para defender meu tcc, ao Ricardo, a Marina e a todos aqueles que de alguma forma me ajudaram a concluir esse trabalho, através da companhia, do apoio, dos livros emprestados, dos ensinamentos de arcgis e na identificação de árvores.

Gostaria de agradecer, também, a todos os meus amigos que fiz nessa Universidade. Ao Thiago por sempre me ajudar quando não tinha a mínima idéia de como fazer os trabalhos da faculdade, a Ingrid por sempre me apoiar nas noites antes das provas, nas quais eu sempre me desesperava. Ao meu amigo Alexandre, que passou maus bocados comigo, em busca das “matrizes de sementes prometidas”.

Gostaria de agradecer a minha orientadora Rosana por ser sempre solícita, por além de me ensinar, sempre me apoiar, mesmo quando eu demorava para entregar os capítulos do TCC. A Carol, técnica do laboratório de sementes, por me ajudar com o manuseio do tetrazólio e por me ajudar quando a professora Rosana não estava presente.

A todos vocês, meu Muito Obrigado!!!

RESUMO

Neste trabalho, utilizou-se o teste de tetrazólio, considerado um teste rápido e preciso para análise da viabilidade de sementes de espécies florestais exóticas, a fim de obter uma metodologia eficiente para o Ipê-Roxo (*Handroanthus impetiginosus*), uma espécie florestal nativa, comparando-se com o teste de germinação de sementes. Foram usadas 10 matrizes provenientes de duas áreas diferentes do Distrito Federal. Primeiramente, determinou-se o teor de umidade das sementes através do método de estufa a 105°C. Em seguida foi realizado o teste de germinação, com a homogeneização das 10 matrizes em um lote de sementes. Para o teste de tetrazólio foi realizado um pré-acondicionamento em água por 24h e, posteriormente, foram aplicados os seguintes tratamentos: três tempos de exposição (30, 60 e 90 minutos), quatro concentrações de tetrazólio (0,05; 0,1; 0,5 e 1%) e uma temperatura de 25°C. Com o intuito de averiguar a influência da temperatura na coloração das sementes, foi realizado um teste no tempo único de 90 min, nas mesmas concentrações, a uma temperatura de 30°C. O teor de umidade médio das matrizes foi de 5,87%, sendo as matrizes 9 e 10 as de menor e maior teor de umidade, com 0,78% e 13,97%, respectivamente. Os resultados obtidos pelo teste de germinação indicaram uma porcentagem de germinação de 18,34%, valor muito baixo, provavelmente, devido ao estágio avançado de maturação das sementes e pelo tempo de armazenagem em bancada, apresentando IVG igual à 5,68 sementes/dia e TMG de 8,48 dias. No teste de tetrazólio, não se obteve coloração nos tempos de 30 min e 60 min. A análise de variância para a temperatura x concentração para o tempo de 90 min foi a que apresentou melhor coeficiente de variação (22,74). Na temperatura de 30°C, o teste de tetrazólio superestimou os valores para a viabilidade das sementes, comparando-se com o teste de germinação. Através das análises feitas, apontou-se a concentração de 0,05%, na temperatura de 25°C, em 90 min de exposição à solução, como a metodologia mais representativa em relação ao teste de germinação para a determinação da viabilidade das sementes de *Handroanthus impetiginosus*.

PALAVRAS-CHAVE: Ipê-roxo, viabilidade de sementes, germinação.

ABSTRACT

In this work, the tetrazolium test, considered a rapid and precise test for the analysis of the seeds viability of exotic forest species, was used to obtain an efficient methodology for Ipê-Roxo (*Handroanthus impetiginosus*), a native forest species, comparing seed germination test. 10 matrices from two different areas of the Distrito Federal, were used. First, the moisture content of the seeds was determined by the oven method at 105 ° C. Then the germination test was carried out, with the homogenization of the 10 matrices in a seed lot. For the tetrazolium test, the following treatments were applied: three exposure times (30, 60 and 90 minutes), four tetrazolium concentrations (0.05; 0.1 0.5 and 1%) and a temperature of 25 ° C. In order to investigate the influence of temperature on seed coloration, a single time test of 90 min at the same concentrations was carried out at a temperature of 30 ° C. The average moisture content of the matrices was 5.87%, and the matrices 9 and 10 were the lowest and highest moisture content, with 0.78% and 13.97%, respectively. The results obtained by the germination test indicated a germination percentage of 18.34%, a very low value, probably due to the advanced stage of seed maturation and the storage time in the stand, presenting IVG equal to 5.68 seeds/day and TMG of 8.48 days. In the tetrazolium test, no staining was obtained at the time of 30 min and 60 min. The analysis of variance for the temperature x concentration for the time of 90 min was the one with the best coefficient of variation (22,74). At 30 ° C, the tetrazolium test overestimated the values for seed viability, compared with the germination test. By means of the analyzes made, the concentration of 0.05%, at 25 ° C, in 90 min of exposure to the solution, as the most representative methodology in relation to the germination test to determine the viability of the seeds of *Handroanthus impetiginosus*.

KEY WORDS: Ipê-roxo, seed viability, germination.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVO	11
2.1	Objetivo Geral.....	11
2.2	Objetivos Específicos	11
3	REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1	Ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>)	12
3.2	Determinação da Umidade das Sementes	13
3.3	Teste de Tetrazólio.....	14
3.4	Teste de Germinação	15
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1	Determinação da Umidade das Sementes.....	19
4.2	Teste de Germinação das Sementes.....	20
4.2.1	Índice de velocidade de germinação (IVG)	22
4.2.2	Tempo Médio de Germinação (TMG).....	22
4.3	Teste de Tetrazólio.....	23
4.4	Delineamento e Análise Estatística.....	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1	Teor de Umidade das Sementes de <i>Handroanthus impetiginosus</i>	24
5.2	Teste de Germinação das Sementes de <i>Handroanthus impetiginosus</i>	25
5.3	Teste de Tetrazólio em Sementes de <i>Handroanthus impetiginosus</i>	26
6	CONCLUSÃO	30
7	RECOMENDAÇÕES	31
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Georreferenciamento da área em que foram coletadas as matrizes 1 a 4.	17
Figura 2: Georreferenciamento da área em que foram coletadas as matrizes 5 a 10. ...	18
Figura 3: Estufa utilizada para secagem das sementes de <i>Handroanthus impetiginosus</i> submetidas a temperatura de 105°C.	19
Figura 4: Dessecador usado para resfriar as sementes de <i>Handroanthus impetiginosus</i> após retiradas da estufa a 105°C.....	20
Figura 5: Câmara de germinação tipo B.O.D. onde foi realizado o teste de germinação das sementes de <i>Handroanthus impetiginosus</i> a temperatura de 25°C.	21
Figura 6: Embriões de <i>Handroanthus impetiginosus</i> após pré-acondicionamento das sementes em água, por 24h.....	23
Figura 7: Sementes de <i>Handroanthus impetiginosus</i> coloridas após a exposição ao teste de tetrazólio.	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantidade de sementes de <i>Handroanthus impetiginosus</i> coletadas por matriz.	19
Tabela 2: Teor de umidade médio (%) das sementes de <i>Handroanthus impetiginosus</i> .25	
Tabela 3: Teste de germinação para um lote de 240 sementes de <i>Handroanthus impetiginosus</i>	26
Tabela 4: Porcentagem de sementes de <i>Handroanthus impetiginosus</i> que coloriram, em diferentes tempos de exposição ao tetrazólio, a uma temperatura de 25°C.	27
Tabela 5: Análise de variância para viabilidade de sementes de <i>Handroanthus impetiginosus</i> em relação à concentração, tempo de exposição e Tempo x concentração das soluções de tetrazólio, a 25°C.	27
Tabela 6: Análise de variância para a viabilidade (coloração) de sementes de <i>Handroanthus impetiginosus</i> em função da concentração de tetrazólio, no tempo de 90 minutos, a 25°C.	28
Tabela 7: Análise de regressão para a viabilidade (coloração) de sementes de <i>Handroanthus impetiginosus</i> em função da concentração de tetrazólio, no tempo de 90 minutos, a 25°C.	28
Tabela 8: Análise da variância para a coloração de sementes de <i>Handroanthus impetiginosus</i> em relação à temperatura, a concentração de tetrazólio e Temperatura x Concentração de tetrazólio.	30

LISTA DE EQUAÇÕES

$$\%G = \frac{\Sigma G * 100}{N} \dots\dots\dots 21$$

$$IVG = \frac{G_1}{T_1} + \frac{G_2}{T_2} + \dots + \frac{G_n}{T_n} \dots\dots\dots 22$$

$$TMG = \frac{G_1 T_1 + G_2 T_2 + \dots + G_n T_n}{G_1 + G_2 + \dots + G_n} \dots\dots\dots 22$$

1 INTRODUÇÃO

O Bioma Cerrado é considerado um dos mais importantes biomas do mundo, principalmente, por abrigar mais de 11.000 espécies vegetais, sendo 4.400 espécies endêmicas; além de uma grande diversidade faunística. Ele está localizado em uma grande parcela do Brasil Central, cobrindo aproximadamente 22% do território brasileiro, sendo o segundo maior bioma do país (MEDEIROS, 2011).

Com a constante degradação deste, faz-se necessário estudos voltados para a sua recuperação, de forma viável. Uma alternativa é o uso de mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex DC) Mattos (sin.: *Tabebuia impetiginosa*), que além de ajudar a conservar o bioma, serve como ornamento urbano, devido ao seu porte e floração (JÚNIOR; LIMA, 2010). Por esses motivos, esta espécie tem sido fortemente indicada nos trabalhos de restauração de ecossistemas florestais e em projetos de paisagismo.

Para a produção de mudas o principal insumo é a semente, produzida em quantidade e com qualidade a partir de matrizes previamente selecionadas. O desenvolvimento das sementes consiste em uma série de etapas, desde a fertilização, acúmulo de nutrientes, perda de água até a dormência. Esses estágios representam mudanças morfológicas e fisiológicas na semente, estando intrinsecamente relacionados com o desempenho desta. Ao atingir o máximo de vigor e germinação, a semente está em seu ponto de maturidade fisiológica, ponto no qual é obtido o máximo de matéria seca (DELOUCHE, 1974; GEMAQUE et al., 2002).

A germinação de sementes é considerada uma fase crucial para o estabelecimento e desenvolvimento da planta em condições naturais. De acordo com Ribeiro (2010), pode-se ocorrer a germinação logo após a dispersão das sementes se as condições ambientais forem favoráveis; caso não estejam, as sementes entram em estado de quiescência, onde ocorre baixa atividade metabólica. Uma vez atendidas as condições externas (ambientais) e internas (do próprio órgão), ocorre-se a retomada do crescimento do embrião quiescente, finalizando-se com a movimentação da radícula através do tegumento (LABORIAU, 1983; BEWLEY e BLACK, 1994). Este processo, inicia-se com a retomada das atividades metabólicas da semente, que se apresentavam em um estado de dormência, como afirma Bewley e Black (1982), sendo necessário que as células dos seus tecidos estejam vivas, assim, então, viáveis para a germinação.

O uso de testes de resultados rápidos para o controle de qualidade de sementes, como o teste de tetrazólio, é uma indispensável ferramenta para avaliar a qualidade fisiológica de sementes, principalmente para agilizar o manejo de lotes de sementes para o mercado, segundo Diminicis et al. (2009). O teste de tetrazólio consiste na ação da enzima desidrogenase do ácido málico, que atua na redução do sal 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio nos tecidos vivos da semente, transferindo íons de hidrogênio para o sal em questão (DELOUCHE et al., 1976). Ao ser colocada na solução de tetrazólio, a semente sofre uma reação de redução entre suas células vivas. Forma-se, então, um composto vermelho, conhecido como **trifenilformazan**, o que indica atividade respiratória na mitocôndria, mostrando que a semente é viável. Quando os tecidos estão mortos, a semente é inviável, não ocorrendo a reação com a solução de tetrazólio, mantendo-se a cor natural (LAZAROTTO; PIVETA; MUNIZ, 2011).

Apesar das informações rápidas e precisas sobre a viabilidade de um lote de sementes que o teste de tetrazólio é capaz de fornecer, nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009) há padronização basicamente da metodologia para espécies florestais exóticas. Assim, trabalhos com teste de tetrazólio vêm sendo realizados para que se possa tomá-los referência para sementes florestais nativas, tais como os realizados por Zucareli et al. (2001), Oliveira, Carvalho e Davide (2005), Fogaça et al. (2006), Pinto et al. (2008), Cherobini (2006) Mendes, Bastos e Melo (2009), e Lazarotto et al. (2011).

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho visou definir uma metodologia adequada para a condução do teste de tetrazólio em sementes de *Handroanthus impetiginosus*, comparando-se com o teste de germinação de sementes.

2.2 Objetivos Específicos

- Verificar o grau de tolerância à dessecação das sementes de *Handroanthus impetiginosus*.

- Determinar o pré-acondicionamento mais eficiente para a extração do embrião de sementes de *Handroanthus impetiginosus*.
- Determinar a taxa de germinação de um lote de sementes de *Handroanthus impetiginosus*, assim como seu índice de velocidade de germinação e o tempo médio para germinação.
- Determinar a concentração de tetrazólio que melhor represente a viabilidade das sementes de *Handroanthus impetiginosus*, quando comparado com o teste de germinação.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*)

O Ipê-roxo, como é popularmente conhecido, é uma espécie arbórea do cerrado, pertencente à Família Bignoniaceae, que ocorre nas regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Em Brasília, no Plano-Piloto, foram identificadas 170 (1,12%) árvores em 20 de 39 superquadras (JÚNIOR; LIMA, 2010). As árvores podem atingir até 35m de altura, não produzindo exsudação ao se destacarem as folhas.

O tronco de *Handroanthus impetiginosus* possui diâmetro de até 100 cm, com a presença de ritidoma de coloração cinza, com fissuras curtas e placas irregulares. Suas flores são bissexuadas, atingindo até 8cm de comprimento, constituídas de 5 pétalas de cor roxa. Os frutos desta árvore são cápsulas loculicidas, semelhantes à vagens, de forma cilíndrica, podendo atingir até 45 cm de comprimento, possuindo cor verde quando imaturos, obtendo uma coloração preta quando maduros. Cada fruto abriga muitas sementes, sendo estas de até 2 cm de comprimento, possuindo uma estrutura membranosa alada que lhe permite dispersar-se pelo vento, assim que seu fruto deiscente se abre, na maturidade (JÚNIOR; LIMA, 2010).

Por ser uma árvore decídua, o Ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) perde sua folhagem durante o período da seca, a fim de diminuir a perda de água, apresentando folhagem e floração no período de maio a julho e frutificação nos meses de junho a setembro (JÚNIOR; LIMA, 2010). Os frutos devem ser colhidos diretamente da árvore, quando iniciada sua abertura espontânea. Em sequência, devem ser deixados ao sol até completarem sua abertura e, então, liberarem as sementes. Por ser uma espécie pioneira,

as sementes de Ipê-Roxo devem ser armazenadas em câmara fria; pois perdem sua viabilidade rapidamente, devido ao seu rápido estabelecimento, possuindo assim, pequena quantidade de reserva (KAGEYAMA; MARQUES, 1981).

Para a sementeira, as sementes devem ser colocadas diretamente em recipientes com substratos, sendo levemente enterradas a uma profundidade de 0,5 a 1,0 cm. Após semeada e durante a emergência das plântulas, deve-se regar duas vezes por dia; dessa forma, as sementes começam a germinar a partir do sétimo dia, podendo chegar a uma germinação de 80% (OLIVEIRA, 2016). Segundo Gurgel Filho e Pazstor (1963), as várias espécies de ipê germinam rapidamente; salientando-se que a germinação de ipê-roxo, ipê-branco e ipê-amarelo do campo, comumente ocorre nos períodos de 10, 10 e 12 dias, respectivamente (SANTOS et al., 2005).

De acordo com Júnior; Lima (2010), essa espécie é muito empregada como ornamento urbano, devido ao seu porte e floração. Sua madeira castanha é usada em obras internas, por ser considerada resistente ($1,08\text{g/cm}^3$), sendo utilizada na fabricação de bolas de boliche, assoalhos, instrumentos musicais, lenha e carvão. Além disso, o cozido da casca ou folhas serve para combater a sarna, úlceras sifilíticas, doenças venéreas e tumores, sendo considerada uma árvore tanífera.

3.2 Determinação da Umidade das Sementes

O teor de água das sementes é um dos principais fatores para a preservação das mesmas, estando esse teor associado à qualidade fisiológica, sendo sua análise fundamental em testes oficiais de qualidade de lotes de sementes (BONNER, 1991). Segundo Bonner (1981), citado por Ramos et al. (2000), o grau de umidade pode também indicar e influenciar a maturação da semente, sua longevidade no armazenamento e a necessidade de pré-tratamentos em testes de germinação.

A determinação do grau de umidade durante os processos de colheita, secagem e armazenamento é imprescindível para se ter um controle adequado sobre a conservação das sementes. Segundo Marcos Filho et al. (1987), a determinação periódica do grau de umidade permite a identificação de problemas que possam ocorrer durante as diferentes fases do processamento, possibilitando a adoção de medidas de solução. Além da conservação, a água retida na semente é de grande importância sob a perspectiva comercial, podendo alterar substancialmente o peso comercializado (FORTUNATO et al., 2008).

Devido aos poucos trabalhos realizados para a determinação do grau de umidade em espécies florestais nativas, como o ipê-roxo, existe uma dificuldade em estabelecer um padrão para os procedimentos básicos de comparação dos resultados de umidade em sementes dessas espécies (RAMOS e BIANCHETTI, 1990). Dessa forma, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), recomenda-se para todas as espécies florestais, o uso dos métodos de estufa a 105°C por 24 horas, 103°C por 17 horas e 130°C por 17 horas. Para ISTA (1993), o método utilizado como oficial para a determinação do teor de umidade em sementes florestais é o da estufa com circulação de ar a uma temperatura de 103°C±2°C durante 17 horas; necessitando a verificação da metodologia mais eficiente para cada espécie, devido à grande variedade de espécies florestais (NERY et al., 2004).

3.3 Teste de Tetrazólio

Para atingir a maior porcentagem de sucesso na germinação de um lote de sementes de espécies arbóreas nativas, com o intuito de reflorestamento ou paisagismo, faz-se necessário a utilização de métodos de avaliação da qualidade de sementes que produzam resultados rápidos e de baixo custo operacional. Dessa forma, pesquisas em tecnologia de sementes vêm sendo desenvolvidas para trazer melhorias para os diversos testes que avaliam a qualidade das sementes (MCDONALD, 1998).

Segundo Vieira e Carvalho (1994), o teste de tetrazólio é considerado um dos mais viáveis para avaliação de sementes de espécies nativas, obtendo resultados que estabelecem bases para determinar o ponto de colheita e controle de qualidade das sementes (DELOUCHE, 1976; GRABE, 1976); além de avaliar a sua viabilidade e vigor. O teste de tetrazólio consiste na alteração da coloração dos tecidos da semente em presença de uma solução bioquímica de sal tetrazólio, resultando em um composto de coloração vermelha denominado de **formazam**, indicando atividade respiratória nas mitocôndrias, o que demonstra que a semente é viável. Isto ocorre pela redução do sal devido à ação das enzimas desidrogenases dos tecidos vivos da semente. Em tecidos mortos ou muito deteriorados, mantêm-se a coloração natural. Esta coloração dos tecidos é utilizado, então, para identificar sementes viáveis, de alto e baixo vigor, e não viáveis.

Para se obter uma coloração adequada, a solução de tetrazólio deve apresentar pH entre 6 e 8, de acordo com Rocha (1976) e França Neto (1998). Isso é devido às

soluções ácidas não fornecerem uma coloração ideal, o que prejudica na análise adequada dos resultados (PIÑA-RODRIGUES; SANTOS, 1988).

Uma das vantagens do teste de tetrazólio, é que este não é afetado por diversas condições que podem vir a alterar os resultados de outros testes de qualidade, como a presença de fungos, focando-se nas condições fisiológicas do embrião de cada semente. Além disso, permite a identificação de vários níveis de viabilidade, necessitando de equipamentos simples e de baixo custo, o que reduz o custo operacional deste teste (DELOUCHE et al, 1976; FRANÇA NETO et al, 1998; FRANÇA NETO, 1999; ZORZAL et al., 2015).

De acordo com Oliveira (2005) citado por Zorzal et al. (2015), as sementes de *Handroanthus impetiginosus* devem ser pré-acondicionadas embebendo-as em água por 12 horas e retirando-se o tegumento ao preparar a semente. Após o preparo, deve-se colocar a semente na solução de tetrazólio a 0,07%, por 12 horas, a 30°C. Entretanto, seria interessante poder obter resultados ainda mais rápidos e confiáveis com a referida técnica, explorando-se uma metodologia ainda mais prática.

Segundo Pinã-Rodrigues e Santos (1988), o uso deste teste não é muito estudado em sementes de espécies florestais, por ser, em muitos casos, necessário um longo período para germinação. Dessa forma, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que reduzam o tempo para se obter os resultados com tetrazólio, estabelecendo-se uma padronização para espécies florestais (NASCIMENTO e CARVALHO, 1998).

3.4 Teste de Germinação

De acordo com Machado et al. (2002), a germinação é um fenômeno biológico, considerado pelos botânicos como a retomada do crescimento do embrião, após o rompimento do tegumento pela radícula. Já para os tecnologistas de sementes, a germinação ocorre com a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião (IPEF, 1998).

No processo de germinação ocorrem várias atividades metabólicas provenientes de reações químicas, que exigem temperaturas adequadas, devido ao fato destas ocorrerem dependentemente da atividade enzimática, cuja eficiência está diretamente relacionada com a temperatura e à disponibilidade de oxigênio do meio (MARCOS FILHO, 1986). Segundo Bewley; Black (1994), a temperatura afeta a capacidade de

germinação e a taxa que ela ocorre. Para a maioria das espécies tropicais, a temperatura ótima de germinação se encontra entre 15°C e 30°C e a máxima varia entre 35°C e 40°C. De maneira geral, temperaturas abaixo da ótima reduzem a velocidade de germinação, possivelmente devido ao aumento do tempo de exposição ao ataque de patógenos (MACHADO et al., 2002).

Uma forma eficiente para a avaliação da germinação das sementes, é através do teste de germinação, conduzido em laboratório sob condições controladas e por meio de métodos padronizados, que avaliam o valor da semente para a semeadura e comparam a qualidade de diferentes lotes, servindo como base para a comercialização de sementes (MARCOS FILHO et al., 1987; NOVENBRE, 1994). O substrato a ser utilizado para o teste de germinação deve manter umidade suficiente para garantir que o processo de germinação ocorra com a maior eficiência possível, durante todo o período do teste, pois a falta de água impossibilita a ação dos processos bioquímicos, físicos e fisiológicos, que são determinantes para a retomada do crescimento do embrião (COIMBRA et al., 2007). Porém, a umidade excessiva pode limitar a aeração e prejudicar a germinação (POLLOK, 1974; ISTA, 2004).

Segundo Coimbra et al. (2007), dentre as sementes mais sensíveis ao excesso de água, destacam-se as leguminosas. Com o intuito de minimizar o efeito do umedecimento inadequado do substrato no teste de germinação, as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) recomendam a adição de volume de água de 2,0 a 2,5 e de 2,5 a 3,0 vezes o peso do substrato de papel para sementes de gramíneas e leguminosas, respectivamente.

A grande dificuldade de manutenção do teor de água do substrato durante o teste de germinação advém dos germinadores utilizados. Alguns conhecidos como B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) possuem controle de temperatura e de fotoperíodo, mas não controlam a umidade relativa do ar, embora exista um difusor de ar interno visando minimizar essas variações de temperatura no seu interior (COIMBRA et al., 2007 citado por (SANTOS, 2016). Dessa forma, a fim de evitar o ressecamento do substrato no interior dos germinadores, a ISTA (2004) recomenda a manutenção do conjunto do teste de germinação em embalagens, que devem possuir dimensão e espessura adequada às trocas gasosas com o ambiente do germinador.

4 MATERIAL E MÉTODOS

As sementes foram coletadas na cidade de Brasília, que apresenta uma climatologia tropical comumente encontradas em regiões de planaltos e serras, atingido uma umidade relativa do ar de 70% do total médio anual, no seu período chuvoso, que abrange os meses de outubro a março. A precipitação em Brasília apresenta um total médio anual de 1700 mm, podendo chegar a 12% desse valor nos períodos mais quentes e secos, correspondentes aos meses de agosto e setembro, sendo este um valor facilmente encontrado em áreas de deserto (REDE SONDA, sd).

A coleta das sementes foi realizada nos dias 26 e 27 de setembro de 2017. No dia 26 foram coletadas as Matrizes 1, 2, 3 e 4 na quadra 202 Sul (Figura 1). No dia 27 foram coletadas as matrizes 5, 6, 7, 8, 9 e 10, na área do Parque Olhos D'Água, situado na Asa Norte (Figura 2). Por se tratarem de árvores altas, fez-se necessário o uso de um podão.

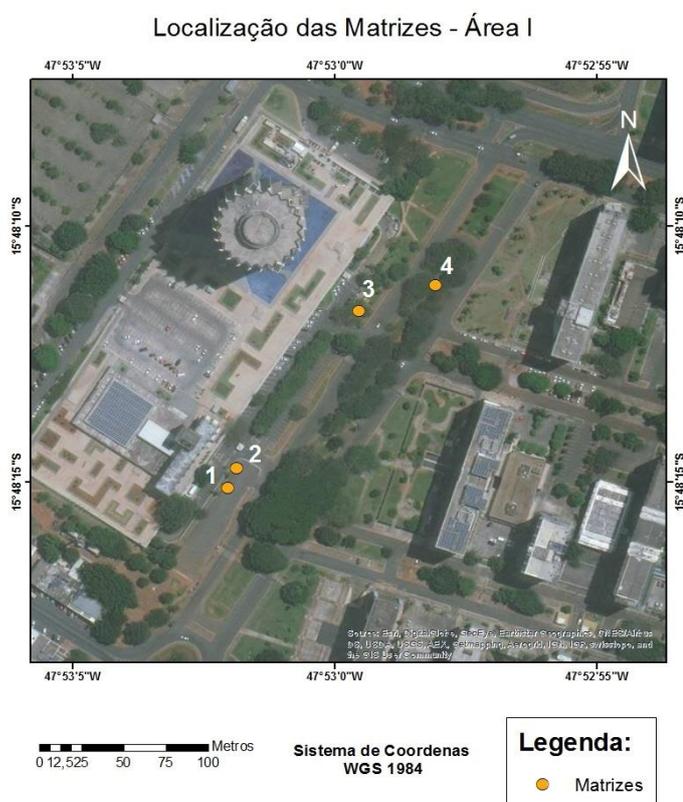


Figura 1: Georreferenciamento da área em que foram coletadas as matrizes 1 a 4.

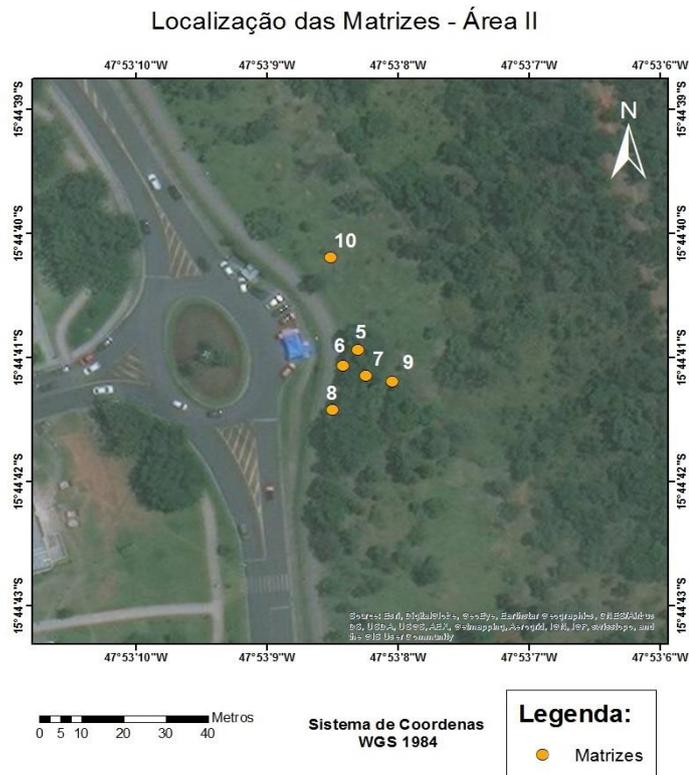


Figura 2: Georreferenciamento da área em que foram coletadas as matrizes 5 a 10.

O trabalho foi realizado no Laboratório de Sementes Florestais, localizado no Departamento de Engenharia Florestal, da Universidade de Brasília. Foram utilizadas 2039 sementes, provenientes de 10 matrizes (Tabela 1), distribuídas em caixas plásticas transparentes tipo gerbox (por matriz) e armazenadas por 15 dias sobre bancada em condições de temperatura e umidade relativa do ar do laboratório de sementes até o início dos trabalhos.

Tabela 1: Quantidade de sementes de *Handroanthus impetiginosus* coletadas por matriz.

Matriz	Quantidade de Sementes
1	282
2	197
3	211
4	237
5	208
6	285
7	200
8	232
9	202
10	205
Σ	2039

4.1 Determinação da Umidade das Sementes

Inicialmente, foi efetuada a determinação do teor de água das sementes, empregando-se 200 sementes, divididas em duas repetições de 10 sementes cada matriz. Estas foram colocadas em placas de petri e pesadas para verificação da massa úmida. Posteriormente, as sementes foram colocadas em envelopes aluminizados e armazenadas em estufa (Figura 3) a $105^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 24 horas.



Figura 3: Estufa utilizada para secagem das sementes de *Handroanthus impetiginosus* submetidas a temperatura de 105°C .

Decorrida as 24 horas, os envelopes contendo as sementes foram colocados em um dessecador com sílica gel, no tempo de 30 minutos, a fim de ocorrer a perda de calor das sementes sem que houvesse contato com a umidade do ar (Figura 4).

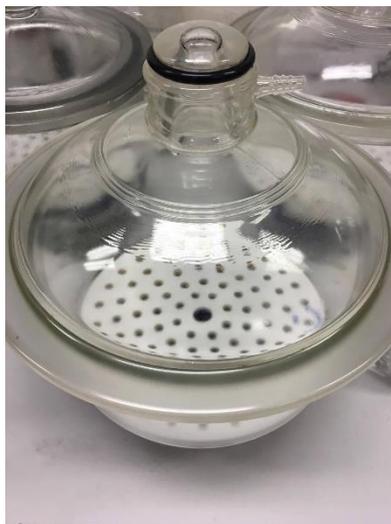


Figura 4: Dessecador usado para resfriar as sementes de *Handroanthus impetiginosus* após retiradas da estufa a 105°C.

Por fim, as sementes foram novamente pesadas para verificação da massa seca e cálculo do teor de água com base na massa úmida. Os resultados obtidos foram expressos em porcentagem média, com base nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009)

4.2 Teste de Germinação das Sementes

Para o teste de germinação, optou-se pela homogeneização das sementes das 10 matrizes devido a quantidade de sementes disponíveis, formando um único lote, pois, como o teste de tetrazólio é um teste destrutivo, não seria possível utilizar as mesmas sementes para ambos os experimentos. Foram utilizadas 240 sementes, em quatro repetições de 60 sementes, colocadas em rolo de papel de filtro germitest e armazenadas em embalagem plástica, em câmara de germinação tipo B.O.D., a 25°C e fotoperíodo de 12 horas sob luz branca (Figura 5).



Figura 5: Câmara de germinação tipo B.O.D. onde foi realizado o teste de germinação das sementes de *Handroanthus impetiginosus* a temperatura de 25°C.

O teste foi aplicado ao longo de 30 dias, sendo realizado o monitoramento diário do mesmo, assim como da umidade do substrato. Foi observado o critério botânico para a germinação das sementes, bastando à emissão da radícula em pelo menos 2,0 mm (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). Após a contabilização das sementes germinadas (que emitiram radícula), foi realizado o cálculo da porcentagem de germinação (%G), utilizando-se a Equação 1:

$$\%G = \frac{\sum G * 100}{N}$$

(1)

Sendo:

%G: porcentagem de germinação;

$\sum G$: somatório do número de sementes germinadas por tratamento;

N: número máximo possível de sementes germinadas por tratamento.

Ao final do teste de germinação foram contabilizadas as sementes mortas. Foram também mensuradas as variáveis complementares IVG e TMG, índice de velocidade de

germinação e tempo médio de germinação, respectivamente, para uma melhor e mais aprofundada avaliação dos efeitos observados no teste.

4.2.1 Índice de velocidade de germinação (IVG)

Com os dados observados no teste de germinação, calculou-se o IVG, de acordo com Maguire (1962), a fim de se obter a velocidade de emergência da radícula, através da Equação 2:

$$IVG = \frac{G_1}{T_1} + \frac{G_2}{T_2} + \dots + \frac{G_n}{T_n} \quad (2)$$

Sendo:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G_1 até G_n : o número de sementes germinadas ocorridas a cada dia;

T_1 até T_n : o tempo de avaliação em dias.

4.2.2 Tempo Médio de Germinação (TMG)

Para o cálculo do tempo médio, utilizou-se a fórmula de Edmund e Drapala (1958), a fim de se obter o tempo médio gasto para atingir a germinação, através da Equação 3;

$$TMG = \frac{G_1 T_1 + G_2 T_2 + \dots + G_n T_n}{G_1 + G_2 + \dots + G_n} \quad (3)$$

Sendo:

TMG: tempo médio de germinação;

G_1 até G_n : o número de sementes germinadas ocorridas a cada dia;

T_1 até T_n : o tempo de avaliação em dias.

4.3 Teste de Tetrazólio

Para a realização dos testes de tetrazólio, partiu-se do lote produzido pela homogeneização das sementes provenientes das 10 matrizes. As sementes foram, previamente, embebidas em água por 24 horas, a fim de se obter um pré-acondicionamento ideal, para que o corte das mesmas fosse realizado com o mínimo de dano possível. O melhor pré- acondicionamento foi observado na completa embebição das sementes em bandejas plásticas brancas em relação ao uso de substrato umedecido (papel de filtro), permitindo a extração do embrião com maior facilidade e sem danificá-lo.

Após o pré-acondicionamento, efetuou-se o corte longitudinal, exatamente pela metade da semente, descartando-se uma das partes para, após, colocar a parte restante com embrião em contato com a solução de tetrazólio (GRABE, 1976), como pode ser observado na Figura 6.



Figura 6: Embriões de *Handroanthus impetiginosus* após pré-acondicionamento das sementes em água, por 24h

Foram aplicados os seguintes tratamentos: três tempos de exposição (30, 60 e 90 minutos), quatro concentrações de tetrazólio (0,05; 0,1; 0,5 e 1%). Todos os tratamentos foram submetidos a 25°C, em câmara de germinação tipo B.O.D., na ausência de luz, com exceção do tempo de 90 minutos, que também foi realizado à temperatura de 30°C, como recomendado por Oliveira (2005). Foram empregadas três repetições com 20 sementes para cada tratamento. Ao final, as sementes foram observadas individualmente com auxílio de lupa estereoscópica e classificadas nas categorias: sementes viáveis, com coloração vermelha ou rosa uniformemente distribuída no embrião e no cotilédone ou pelo menos no embrião (Figura 7); e inviáveis sem coloração avermelhada, cor natural.

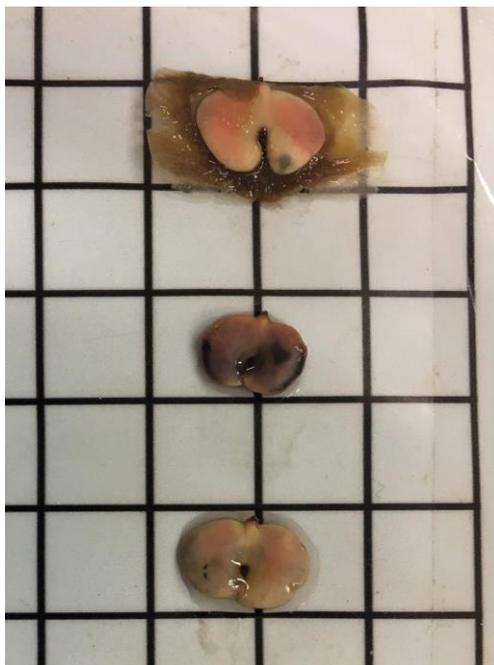


Figura 7: Sementes de *Handroanthus impetiginosus* coloridas após a exposição ao teste de tetrazólio.

4.4 Delineamento e Análise Estatística

Na determinação de umidade das sementes de *Handroanthus impetiginosus* foram empregadas duas repetições com 10 sementes por matriz (10). Para o teste de germinação utilizaram-se quatro repetições de 60 sementes. Nos testes de tetrazólio empregou-se o esquema fatorial 3x4 (tempos de exposição às soluções de tetrazólio x concentrações das soluções de tetrazólio) com três repetições de 20 sementes. O delineamento experimental utilizado em todo o trabalho foi o inteiramente casualizado. Para a análise de variância, os dados obtidos foram transformados segundo $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$. Toda a análise estatística foi feita com auxílio do software Genes (CRUZ, 2013).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Teor de Umidade das Sementes de *Handroanthus impetiginosus*

Para as 10 matrizes analisadas, o teor de umidade médio encontrado foi de 5,87%, sendo as matrizes 9 e 10 as que apresentaram menor e maior grau de umidade,

com teores de 0,78% e 13,97%, respectivamente, como pode ser observado na Tabela 2, ocorrendo uma variação de mais de 13%.

Tabela 2: Teor de umidade médio (%) das sementes de *Handroanthus impetiginosus*.

Matriz	Peso (g)		TUM	Média Geral
	Média Úmida	Média Seca		
10	0,680	0,585	13,97	5,87%
8	0,655	0,58	11,45	
3	0,735	0,67	8,84	
6	0,695	0,665	5,04	
4	0,855	0,815	4,68	
7	0,750	0,715	4,67	
5	0,695	0,665	4,32	
1	0,745	0,725	2,68	
2	0,650	0,635	2,31	
9	0,645	0,64	0,78	

Isto demonstra que não houve uniformidade entre os teores das matrizes, o que seria fundamental para padronização das avaliações e a obtenção de resultados mais consistentes (MARCOS FILHO, 2005). Segundo Santos et al. (2005), as altas porcentagens de germinação encontradas em espécies do gênero *Tabebuia* a teores de umidade inferiores a 10%, confirmaram que são sementes do tipo ortodoxo (ROBERTS, 1973), possibilitando seu armazenamento a baixo teor de umidade.

5.2 Teste de Germinação das Sementes de *Handroanthus impetiginosus*

Na Tabela 3, evidencia-se o baixo poder germinativo do lote de sementes formado a partir da homogeneização das sementes das 10 matrizes coletadas de *Handroanthus impetiginosus*. Verifica-se que apenas, em média, 18% das sementes encontravam-se viáveis, por lograrem sucesso na sua germinação nas condições do teste de germinação aplicado. O índice de velocidade de germinação (IVG) encontrado para o tratamento foi de 5,68 sementes/dia; com um tempo médio de germinação (TMG) de 8,43 dias.

Tabela 3: Teste de germinação para um lote de 240 sementes de *Handroanthus impetiginosus*.

Repetição	Germinadas	Mortas	%G*
1	14	46	18,34%
2	11	49	
3	8	52	
4	11	49	
Σ	44	196	

*Porcentagem de germinação.

A baixa porcentagem de germinação (18,34%) pode ter ocorrido devido ao período de coleta das sementes. Com período de frutificação de junho a setembro, as sementes foram coletadas no final do último mês, onde as sementes já estavam com estágio de maturação bastante avançado, o que pode ter interferido na viabilidade do lote. Outro motivo pode ter sido o tempo de armazenamento das sementes durante 15 dias sobre bancada, a temperatura ambiente, por serem sementes ortodoxas. Oliveira et al. (2006), testando sementes de *Tabebuia aurea* obteve média de germinação acumulada de 86% com sementes recém-colhidas. Cabral et al. (2003) obtiveram índices de germinação superior a 80% ao armazenarem sementes do gênero *Tabebuia* em câmara fria e seca.

5.3 Teste de Tetrazólio em Sementes de *Handroanthus impetiginosus*

Para a realização dos testes de tetrazólio, primeiramente, definiu-se o melhor pré-acondicionamento, para remoção do tegumento das sementes de *Handroanthus impetiginosus*. Observou-se que a condição de pré-acondicionamento com a completa embebição das sementes em água por 24 horas promoveu os melhores resultados em relação ao pré-acondicionamento em substrato umedecido (papel de filtro) por 24 horas, como também constatado por Silva et al. (2013), ao trabalharem com sementes de girassol.

Após a remoção dos tegumentos, as sementes submetidas aos tempos de exposição de 30 min e 60 min, em câmara de germinação a 25°C, nas diferentes concentrações (0,05; 0,1; 0,5; 1,0%) de tetrazólio não apresentaram coloração (sementes inviáveis), como pode ser observado na Tabela 4. De acordo com Silva et al. (2013) isso pode ter ocorrido devido à baixa concentração da solução, somada a uma menor temperatura (25°C) em um curto período de tempo, dificultando a coloração das

estruturas essenciais das sementes. Segundo Zorzal et al. (2015), a temperatura ideal para o teste de tetrazólio em espécies do gênero *Tabebuia*, varia de 30°C a 36°C, como recomendado por Oliveira (2005).

Tabela 4: Porcentagem de sementes de *Handroanthus impetiginosus* que coloriram, em diferentes tempos de exposição ao tetrazólio, a uma temperatura de 25°C.

Tempo (min)	Concentração (%)				Total*
	0,05	0,1	0,5	1,0	
30	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0
90	15,00	23,34	26,67	33,34	24,58

*Relativo ao total de sementes utilizadas em cada um dos tempos de exposição.

Já as sementes expostas por 90 min na mesma temperatura (25°C), apresentaram coloração em 24,58% das sementes testadas nas diferentes concentrações, ocorrendo menor taxa de coloração (sementes viáveis) na concentração de 0,05% e maior taxa na concentração de 1%, em 15% e 33,34% das sementes, respectivamente, como pode ser observado na Tabela 4.

Na Tabela 5 encontra-se a análise de variância da viabilidade (coloração) das sementes de *Handroanthus impetiginosus* em função da concentração de tetrazólio, dos tempos de exposição à solução e da interação tempo de exposição x concentração, a 25°C.

Tabela 5: Análise de variância para viabilidade de sementes de *Handroanthus impetiginosus* em relação à concentração, tempo de exposição e Tempo x concentração das soluções de tetrazólio, a 25°C.

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	F
Tempo	2	96,69444	232,067*
Concentração	3	2,324075	5,578*
Tempo x Conc.	6	2,324074	5,578*
Resíduo	24	0,416666	
Coeficiente de Variação	39,386		

Com base na Tabela 5, observa-se que há diferença significativa para a viabilidade (coloração) de sementes em relação à concentração e os tempos de exposição à solução de tetrazólio. Verifica-se, também, que os tempos de exposição

influenciaram nos resultados, sendo que quanto maior o tempo exposto, maior a quantidade de sementes coloridas.

Verifica-se, ainda, que o coeficiente de variação, dado seu valor elevado, mostrou que não houve um bom controle experimental. Isso pode ter ocorrido devido aos tempos de 30 e 60 min não serem eficientes para a coloração das sementes; sendo o tempo de 90 minutos o único a apresentar coloração, ou seja, sementes viáveis.

Com base nisto, a Tabela 6 apresenta a análise de variância da viabilidade (coloração) das sementes em função da concentração de tetrazólio, somente no tempo de 90 min, a 25°C.

Tabela 6: Análise de variância para a viabilidade (coloração) de sementes de *Handroanthus impetiginosus* em função da concentração de tetrazólio, no tempo de 90 minutos, a 25°C.

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	F
Concentração	3	6,97	5,578*
Resíduo	8	1,25	
Coeficiente de Variação	22,74		

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

Observando a Tabela 6, verifica-se que o coeficiente de variação foi menor em relação ao anterior, apresentado na Tabela 5, indicando melhor controle experimental; ou um controle regular do experimento (FERREIRA, 1991; SANTOS, 2016), mostrando que o efeito de concentração sobre a cor é significativo. O componente linear abrangeu quase toda a variação, apresentando $R^2 = 0,98$, sendo o mais significativo em relação aos componentes quadrático e cúbico, mostrando que este efeito se comporta de maneira linear. Dessa forma, a tabela 7 apresenta a análise de regressão da coloração em função da concentração para o tempo de 90 min, na temperatura de 25°C.

Tabela 7: Análise de regressão para a viabilidade (coloração) de sementes de *Handroanthus impetiginosus* em função da concentração de tetrazólio, no tempo de 90 minutos, a 25°C.

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	F
Regressão	1	20,416667	19,445
Desvio	10	1,05	
Intercepto β_0	2		
Inclinação β_1	1,1667		

Observando a Tabela 7, verifica-se que a viabilidade (coloração) em função da concentração (C) é representada pela equação:

$$\text{Coloração} = 2 + 1,667 \times C$$

Através da equação, percebe-se que quanto maior a concentração, maior é a quantidade de sementes que apresentarão coloração, mantendo-se o tempo e a temperatura constantes.

Marcos Filho et al. (1987) afirmam que várias concentrações da solução de tetrazólio podem ser utilizadas no teste, variando de 0,05% a 1% para espécies florestais. Entretanto, de acordo com Abbade e Massanori (2014), as menores concentrações são mais indicadas devido ao seu menor custo com o sal e possibilitarem melhor visualização dos distúrbios de coloração e na identificação de diferentes tipos de injúrias (FRANÇA NETO et al., 1998).

Dessa forma, analisado os dados da Tabela 7 e comparando os resultados do teste de germinação (Tabela 3) e o teste de tetrazólio (Tabela 4), a concentração mais indicada para avaliar a viabilidade de sementes de *Handroanthus impetiginosus* é a concentração de 0,05%, quando submetidas a uma temperatura de 25°C em 90 min de exposição ao tetrazólio, pois foi a metodologia que melhor representou a viabilidade das sementes em relação ao teste de germinação, sendo as taxas de viabilidade de 15% e 18,34%, respectivamente. Para Oliveira (2005) a concentração de 0,07% foi a mais satisfatória, porém as sementes foram submetidas a uma temperatura de 30°C e expostas à solução por 12 horas.

Com o intuito de se averiguar se efetivamente a temperatura de 30°C é a mais adequada para a condução de teste de tetrazólio também na espécie objeto deste trabalho, realizou-se o mesmo no tempo único de 90 min de exposição (único tempo que obteve resultados a 25°C), na temperatura de 30°C, nas concentrações de 0,05; 0,1; 0,5; 1% de sal de tetrazólio. Verificou-se, então, 40% das sementes viáveis (coloridas) nas concentrações de 0,5% e 1% de tetrazólio.

Na Tabela 8, observa-se a análise de variância da coloração das sementes de *Handroanthus impetiginosus* em função da temperatura (25°C e 30°C), da concentração de tetrazólio e a interação temperatura e concentração, no tempo de 90 min de exposição à solução de tetrazólio.

Tabela 8: Análise da variância para a coloração de sementes de *Handroanthus impetiginosus* em relação à temperatura, a concentração de tetrazólio e Temperatura x Concentração de tetrazólio.

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	F
Temperatura	1	13,5	4,629*
Concentração	3	17,44	5,981*
Tempa. x Conc.	3	0,94	0,324 Ns
Resíduo	16	2,9197	
Coeficiente de Variação	30,14%		

Tempo de exposição de 90 minutos; *Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); Ns: não significativo.

Analisando a Tabela 8, verifica-se que para a viabilidade (coloração) das sementes, a interação temperatura e concentração não é significativa; ou seja, dentro da mesma temperatura pode-se variar as concentrações, e vice-versa. Pode-se observar que o coeficiente de variação também é alto (30,14%), o que demonstra um baixo controle experimental, talvez por ter sido utilizado somente um tempo de exposição (90min).

Com isso, percebe-se que a temperatura é um fator importante para a coloração das sementes e conseqüentemente para a identificação da viabilidade das sementes através do teste de tetrazólio. Entretanto, nesta temperatura o teste de tetrazólio superestima a viabilidade das sementes em relação ao teste de germinação, uma vez que o teste de tetrazólio não é afetado por diversas condições que podem influenciar os resultados do teste padrão de germinação, como o aparecimento de fungos, destacando as condições físicas e fisiológicas do embrião de cada semente individualmente, sem a interferência das estruturas externas, como a casca (DELOUCHE et al, 1976; FRANÇA NETO et al, 1998; FRANÇA NETO, 1999; ZORZAL et al., 2015).

6 CONCLUSÃO

- As sementes de *Handroanthus impetiginosus* apresentaram teor de umidade inferior a 10%, característicos de sementes ortodoxas, podendo ser armazenadas a baixo teor de umidade e temperatura.
- O lote de sementes formado a partir da homogeneização das 10 matrizes coletadas apresentou baixo poder germinativo, indicando uma porcentagem de germinação de apenas 18,34%, com IVG de 5,68 sementes/dia e TMG de 8,43 dias.

- O pré-acondicionamento das sementes em completa embebição em água por 24h se mostrou mais eficiente em relação ao uso de substrato umedecido (papel de filtro) no mesmo período, permitindo a extração do embrião com maior facilidade e sem danificá-lo.
- Os tempos de exposição ao tetrazólio por 30 min e 60 min, em temperatura de 25°C, não apresentaram coloração em nenhuma das concentrações testadas.
- A metodologia mais indicada para a determinação da viabilidade de sementes de *Handroanthus impetiginosus*, através do teste de tetrazólio, é a concentração de 0,05%, quando submetidas a temperatura de 25°C, no período de 90 minutos de exposição, após pré-acondicionamento em água por 24h, sendo a que melhor representou a viabilidade das sementes comparando-se com o teste de germinação e devido ao seu menor gasto com o sal.
- A temperatura é um fator importante para identificação da viabilidade das sementes de *Handroanthus impetiginosus* pelo teste de tetrazólio, porém, altas temperaturas tendem a superestimar a viabilidade das sementes em relação ao teste de germinação.

7 RECOMENDAÇÕES

- Fazer a coleta das sementes no tempo médio do período de frutificação, a fim de obter sementes mais vigorosas e jovens.
- Coletar sementes de *Handroanthus impetiginosus* em uma maior quantidade de áreas, destacando-se áreas de Cerrado *sensu stricto*, pois neste trabalho priorizou a área urbana.
- Utilizar uma maior quantidade de tratamentos para o teste de germinação, para melhor análise da viabilidade das sementes.
- Adotar outros tempos de exposição ao tetrazólio:
 - Tempos maiores para temperatura de 25°C;
 - Tempos menores para temperatura de 30°C.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBADE, L. C.; MASSANORI, T. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith- Bignoniaceae, submetidas ao armazenamento. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 38, n.2, p. 233-240, 2014.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds**, Berlin: Springer-Verlag, 1982. v.2.
- BONNER, F. T. Measurement and management of tree seed moisture. In: BONNER, F. T. (Ed). New Orleans: Southern Forest Experimental Station, 1991, p. 1-10.
- BONNER, F. T. Measure of Moisture content. In: GORDON, A. G.; GOSLING, P.; WONG, S. P. (Eds.). *Tree and shrub seed handbook*. Zurich: The International Seed Testing Association, 1991. P. 12-17.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV. 1992. 365p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395 p.
- CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. F. Ex. S. Moore. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 4, p. 609-617, 2003.
- CHEROBINI, E. A. I. **Avaliação da qualidade de sementes e mudas de espécies florestais nativas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2006.
- COIMBRA, R. A. et al. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 92-97, 2007.

CRUZ, C. D. GENES – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.35, p.271-276, 2013.

DELOUCHE, J. C.; STILL, T. W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. **O teste de tetrazólio para viabilidade da semente**. Brasília: AGIPLAN, 103p, 1976.

DELOUCHE, J. C. Maintaining soybean seed quality. In: **Soybean: Production, marketing and use**. Muscle Shoals, Ala: NFDC, TVA, Bull. Y – 69: p. 46-62, 1974).

DEMINICIS, B. B.; VIEIRA, H. D.; SILVA, R. F. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Clitoria ternatea* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 54-62, 2009.

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 71, n.2, p. 428-434, 1958.

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

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió, EDUFAL, 1991. 440p.

FOGAÇA, C. A.; MALAVASI, M. M.; ZUCARELI, C.; LMA09LAVASI, U. C. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub. Caesalpiniaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 101-107, 2006.

FORTUNATO, V. A. et al. Comparação de métodos de estufa para determinação de umidade em grãos de café. **Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras**, Lavras: UFLA, f.2, 2008.

FRANÇA NETO J. B.; KRYZANOWSKI F. C.; COSTA N. P.; (1998) **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: Embrapa/CNPso, f. 72.

- FRANÇA NETO J. B. Teste de tetrazólio para a determinação do vigor de sementes. In: KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES f.128, 1999.
- GEMAQUE, R. C. R. et al. Indicadores de maturidade fisiológica de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.). **CERNE**, v.8, n.2, p.84-91, 2002.
- GRABE, D. F. **Manual do teste de tetrazólio em sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 85 p.
- GURGEL FILHO, O. A.; PASZTOR, Y. P. C. Fenologia e comportamento em alforbre de espécies florestais e ornamentais. **Silvicultura**. v. 1, p. 291-304, 1963.
- IPEF. **Informativo sementes IPEF – Abril/98**. 1999. 2 p. Disponível em: <<http://www.ipef.br/especies/germinacaoambiental.html>> . Acesso em: 21 nov. 1999.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. In: ISTA. International rules for seed testing. Rules 1992. **Seed Science & Technology**. Zurich, v. 21, p. 363, 1993.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Germination. In: ISTA. **International Rules for Seed Testing**. Basserdorf: ISTA, 2004. p.5.1-5.5; 5A.50.
- KAGEYAMA, P. Y.; MARQUES, F. C. M. **Comportamento de sementes de curta longevidade armazenadas com diferentes teores de umidade inicial: gênero *Tabebuia***. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 1981. P.347-352 (Publicación Especial, n.35).
- LABOURIAU, L. G., **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.
- LAZAROTTO, M.; PIVETA, G.; MUNIZ, M. F. B.; REINIGER, L. R. S. Adequação do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Ceiba speciosa*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1243-1250, out./dez. 2011.
- MAGUIRE, J. D., Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

- MACHADO, C. F. et al., Metodologia para condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vah) Nicholson). **Cerne**, v.8, n.2, p.17-25, 2002.
- MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: Semana de Atualização em Produção de Sementes, 1., 1986, Piracicaba. **Trabalhos apresentados**. Campinas: Fundação Cargill, 1986, p. 11-39.
- MARCOS FILHO, J. et al. **Avaliação da qualidade de sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987, p. 230.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005, p. 495.
- MCDONALD, Seed quality assessment. **Seed Science Research**, Wallingford 8: p.265-275, 1998.
- MEDEIROS, J. D. **Guia de campo: vegetação do Cerrado 500 espécies**. Brasília: MMA/SBF, 2011. 532 p.
- MENDES, A. M. S.; BASTOS, A. A.; MELO, M. G. G. Padronização do teste de tetrazólio em sementes de *Parkia velutina* Benoist (Leguminosae - Mimosoideae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 39, n. 4, p. 823-828, 2009.
- NASCIMENTO, W. M. O.; CARVALHO, N. M. Determinação da viabilidade de sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.) através do teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v.20, n.2, p.470-474, 1998.
- NERY, M. C. et al. Determinação do grau de umidade de sementes de ipê-do-cerrado *Tabebuia ochracea* (Cham.) Standl. pelos métodos de estufa e forno de micro-ondas. **Cienc. agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1299-1305, 2004.
- NOVEMBRE. A. D. . C. **Estudo da metodologia para condução do teste de germinação em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) destiladas mecanicamente**. 1994. 133 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

OLIVEIRA A. K. M. et al. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 1, p. 25-32, 2006.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; DAVIDE, A. C. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert-Leguminosae Caesalpinioideae. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 159-166, abr./jun. 2005.

OLIVEIRA, M. C. et al. **Manual de Viveiros e Produção de Mudanças**: Espécies Arbóreas do Cerrado. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2016. 124 p.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; SANTOS, N. R. F. Teste de tetrazólio. In: PIÑA-RODRIGUES, F.C. M. (coord.). **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargiell, 1988. P.91-100

PINTO, T. L. F.; BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE, A. D. L. C.; CICERO, S. M. Avaliação da viabilidade de sementes de coração-de-negro (*Poecilanthe parviflora* BENTH. - FABACEAE-FABOIDEAE) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 208-214, 2008.

POLLOCK, B. M. Effect of environment after sowing on viability. In: ROBERTS, E. H. (Ed.) **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1974. p.150-171.

RAMOS, A.; BIANCHETTI, A. Metodologia para determinação do teor de umidade de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 3, p. 9-16, 1990.

RAMOS, F. N. et al. Comparação entre métodos de secagem na determinação do grau de umidade em sementes de *Parkia multijuga* Benth. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 24, n. 2, p. 175-179, 2000.

REDE SONDA. Estação de Brasília: Climatologia Local. SD. Disponível em <http://sonda.ccst.inpe.br/estacoes/brasilia_clima.html> . Acesso em: 15 nov. 2017.

RIBEIRO, L. C. **Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de espécies do cerrado sensu stricto e da mata de galeria do bioma Cerrado expostas a diferentes condições de estresse**. 2010. 79f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2010.

ROBBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v. 1, p. 499-514, 1973.

SANTOS, D. L. et al. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. e *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand – Bignoniaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n.1, p.87-92, 2005.

SANTOS, T. C. **Análise de vigor de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. através do teste de envelhecimento acelerado**. 2016. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2016.

SILVA JUNIOR, M. C.; LIMA, R. M. C. **100 Árvores Urbanas-Brasília: Guia de Campo**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 292 p. 2010.

SILVA, R. C. et al. Adaptação do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade e do vigor de sementes de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 1, p. 105-113, 2013.

ZORZAL, T. A. et al. Teste de Tetrazólio para estimativa da viabilidade de sementes. **ESFA (on line)**, Espírito Santo, mai/jun. 2015.

ZUCARELI, C.; MALAVASI, M. M.; FOGAÇA, C. A.; MALAVASI, U. C. Preparo e coloração de sementes de farinha seca (*Albizia hasslerii* (Chodat) Burr.) para o teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p.186-191, 2001.