

**Universidade de São Paulo  
Escola de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Características, física e fisiológica, relacionadas à conservação das sementes de duas espécies arbóreas, nativas do Cerrado brasileiro**

**Karina de Fatima Cuba Silva**

Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestra em Ciências. Área de concentração:  
Fitotecnia

**Piracicaba  
2022**

**Karina de Fatima Cuba Silva**  
**Engenheira Agrônoma**

**Características, física e fisiológica, relacionadas à conservação das sementes  
de duas espécies arbóreas, nativas do Cerrado brasileiro**

Orientador:  
Prof. Dr. **PAULO MAZZAFERA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestra em Ciências. Área de concentração:  
Fitotecnia

**Piracicaba**  
**2022**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
**DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP**

Silva, Karina de Fatima Cuba

Características, físicas e fisiológicas, relacionadas à conservação das sementes de duas espécies arbóreas, nativas do Cerrado brasileiro / Karina de Fatima Cuba Silva. - - Piracicaba, 2022.

86 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Análises de sementes 2. Biometria 3. Armazenamento de sementes  
4. Parâmetro fisiológico 5. Sementes florestais I. Título

Aos meus pais **Antonio** e **Mamerta**  
e aos meus irmãos **Eduardo** e **Camila**,  
por me ensinarem o amor, a  
determinação, a dignidade,  
a perseverança e os valores  
de uma família  
**Dedico**

Ao meu futuro esposo **Mathaus** pelo amor,  
paciência para aguentar a *pepper*,  
companheirismo de todas as horas,  
ensinamentos e o incentivo para  
realização deste projeto  
**Ofereço**

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela força, discernimento e energia para seguir.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) e ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de realizar o curso de mestrado.

À minha orientadora Profa. Dra. Ana Dionisia da Luz Coelho Novembro, agradeço pela amizade, ensinamentos, conversas, orientação, paciência e confiança na realização deste projeto.

Ao Prof. Dr. Paulo Mazzafera, agradeço pela confiança, ensinamentos, orientação, disponibilidade e contribuições ao longo do projeto.

À Helena Maria C. Pescarin Chamma, pelos ensinamentos, amizade, paciência, convívio no Laboratório de Análise de Sementes, contribuição neste projeto e as conversas sobre a vida, muito obrigada.

Aos Docentes e funcionários do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP pelos conhecimentos e apoios sempre que solicitados.

À Profa. Dra. Beatriz Apezato-da-Glória e a técnica do Laboratório de Anatomia Vegetal Marli Kasue Misaki Soares, pela disponibilidade, paciência e contribuição neste projeto.

Ao técnico do Laboratório Multiusuário em Produção Vegetal Edson de Moraes e às doutorandas Mayara Rodrigues e Daniele Horz pelo auxílio nas análises laboratoriais.

Aos colegas do Grupo de Tecnologia de Sementes da ESALQ/USP, pelo convívio, experiências compartilhadas, ajudas e conversas, aos companheiros Abimael Santos, Andres Trujillo, Carlos Queiroz, Glória Freitas, Letícia Betânia Dias, Marina Zacharias, Mayara Rodrigues e Rafael Alves pela amizade e contribuições neste projeto.

Aos amigos, pelo incentivo, força, carinho e amizade, obrigada por estarem presentes e contribuírem para que este projeto fosse realizado.

Aos membros da comissão avaliadora, Profa. Dra. Cibele Chalita Martins e Dr. João José Dias Parisi, pela disponibilidade e contribuição neste projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos e suporte financeiro (processo nº 88887.513263/2020-00).

A todos que de alguma forma contribuíram com este projeto, meus sinceros agradecimentos!

*“A mente que se abre a uma nova ideia  
jamais voltará ao seu tamanho original”  
(Albert Einstein)*

## SUMÁRIO

RESUMO .....	8
ABSTRACT .....	9
1. INTRODUÇÃO .....	11
2. CARACTERIZAÇÕES BIOMÉTRICA E MORFOLÓGICA DAS SEMENTES DE <i>Guazuma ulmifolia</i> E <i>Apeiba tibourbou</i> .....	13
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	13
2.1. INTRODUÇÃO.....	14
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
2.2.1. Obtenção dos dados biométricos.....	17
2.2.2. Utilização de raios X.....	18
2.2.3. Análise estatística.....	18
2.3. RESULTADOS.....	18
2.3.1. <i>Guazuma ulmifolia</i> .....	18
2.3.2. <i>Apeiba tibourbou</i> .....	26
2.4. DISCUSSÃO.....	32
2.5. CONCLUSÃO.....	34
3. CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DAS SEMENTES DE <i>Guazuma ulmifolia</i> E <i>Apeiba tibourbou</i> AO LONGO DO ARMAZENAMENTO.....	39
3.1. INTRODUÇÃO.....	41
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	45
3.2.1. Sementes utilizadas.....	45
3.2.2. Superação da dormência.....	46
3.2.3. Avaliação das condições para germinação ao longo do armazenamento das sementes.....	46
3.2.4. Caracterização da composição química das sementes de <i>Guazuma</i> e <i>Apeiba</i> .....	48
3.3. RESULTADOS.....	50
3.3.1. <i>Guazuma ulmifolia</i> .....	50
3.3.2. <i>Apeiba tibourbou</i> .....	60
3.3.3. Caracterização da composição química das reservas das sementes de <i>Guazuma</i> e <i>Apeiba</i> .....	77
3.4. DISCUSSÃO.....	78
3.4.1. <i>Guazuma ulmifolia</i> e <i>Apeiba tibourbou</i> .....	78
3.4.2. Composição química das reservas das sementes de <i>Guazuma</i> e <i>Apeiba</i> .....	82
3.5. CONCLUSÃO.....	83
REFERÊNCIAS.....	84

## RESUMO

### **Características, física e fisiológica, relacionadas à conservação das sementes de duas espécies arbóreas, nativas do Cerrado brasileiro**

A demanda por sementes de espécies nativas brasileiras é uma realidade no país, considerando a importância econômica, ambiental e social destas espécies. No entanto, o insumo semente, que é o início da produção de mudas, apresenta lacunas em relação às informações em relação às características físicas e biométricas, para o beneficiamento das sementes, bem como em relação às análises da qualidade das sementes. Este estudo foi dividido em dois capítulos. Primeiro foi realizada a caracterização física e biométrica de duas espécies nativas brasileiras, *Guazuma ulmifolia* e *Apeiba tibourbou*. O segundo avaliou a influência da temperatura e da luz para a germinação das sementes dessas espécies ao longo do período de armazenamento das sementes por 135 dias e 180 dias para *Guazuma* e *Apeiba*, respectivamente. No capítulo 2 também foi realizada a caracterização da composição química das sementes de *Guazuma* e *Apeiba*. Os resultados demonstraram que as dimensões médias das sementes de *G. ulmifolia* são 2,76 mm de comprimento, 2 mm de largura e 1,45 mm de espessura. Os valores médios da área das sementes é 4,84 mm<sup>2</sup>, perímetro 9,27 mm e a circularidade 0,72. Para as sementes de *A. tibourbou*, os valores médios são 2,83 mm de comprimento, 1,45 mm espessura e 2 mm de largura. Para a área, o perímetro e a circularidade, os valores médios são 5,35 mm<sup>2</sup>, 9,05mm e 0,83, respectivamente. Para as duas espécies avaliadas, as sementes têm forma arredondada. As temperaturas entre 23,4°C e 29,9°C constante e a alternada 20-30°C e disponibilidade de luz são adequadas para o teste de germinação das sementes de *G. ulmifolia*. Ao longo dos 135 dias de armazenamento, as sementes de *G. ulmifolia* apresentaram redução do parâmetro fisiológico. Para as sementes de *A. tibourbou*, as temperaturas entre 28,3°C e 29,9°C constante e a disponibilidade de luz são adequadas para a germinação destas sementes. As sementes de *Apeiba* mantiveram a germinação ao longo do período de 180 dias. Os lipídios são as principais reservas das sementes destas duas espécies.

Palavras-chave: Análises de sementes, biometria, armazenamento de sementes, parâmetro fisiológico, sementes florestais

## ABSTRACT

### Characteristics, physical and physiological, related to the conservation of the seeds of two tree species, native of the Brazilian Cerrado

The demand for seeds of native Brazilian species is a reality in the country, considering these species' economic, environmental, and social importance. However, the seed intake, which is the beginning of seedling production, presents gaps about information regarding physical and biometric characteristics, aiming at seed processing, as well as about analyses and physiological quality of seeds. This study was divided into two chapters. The first one had the purpose of investigating the physical and biometric characterization of two Brazilian native species, *Guazuma ulmifolia* and *Apeiba tibourbou*. The second focused on evaluating the influence of temperatures and light conditions on the germination of seeds of both species over the seed storage period of 135 days and 180 days for *Guazuma* and *Apeiba*, respectively. In chapter 2, the chemical composition of *Guazuma* and *Apeiba* seeds was also characterized. The results showed that the average dimensions of *G. ulmifolia* seeds are 2,76 mm in length, 2 mm wide, and 1,45 mm thick. The mean values of the seed area are 4,84 mm<sup>2</sup>, perimeter 9,27 mm, and circularity 0,72. For the seeds of *A. tibourbou*, the average values are 2,83 mm in length, 1,45 mm thick, and 2 mm wide. For the area, perimeter and circularity, the mean values are 5,35 mm<sup>2</sup>, 9,05 m, and 0,83, respectively. For the two evaluated species, the seeds have a rounded shape. The temperatures between 23,4°C and 29,9°C constant and the alternating between 20-30°C and light availability are adequate for the germination test of *G. ulmifolia* seeds. Over the 135 days of storage, the seeds of *G. ulmifolia* showed a reduction in physiological parameters. For the seeds of *A. tibourbou*, the temperatures between 28,3°C and 29,9°C constant and light availability are adequate for the germination of these seeds. The seeds of *Apeiba* maintained germination over a period of 180 days. Lipids are the largest reserves in both native species studied.

Keywords: Seed analysis, biometry, seed storage, physiological potential, seed forest



## 1. INTRODUÇÃO

As espécies nativas brasileiras assumem cada vez mais importância e a demanda por sementes destas espécies é uma realidade no Brasil, devido às questões ambientais e programas visando ao reflorestamento, bem como ao potencial de exploração econômico e a importância social das espécies brasileiras.

Para que estas plantas possam desempenhar seu papel sustentável, tanto no âmbito econômico, social e ambiental, é imprescindível o estudo visando compreender fatores que afetam a qualidade das sementes destas espécies.

As espécies nativas, diferentemente das espécies agrícolas, apresentam grande variabilidade genética e estão distribuídas de forma ampla em diferentes biomas. Não há no Brasil pomares ou locais visando a produção das sementes nativas, sendo o processo exclusivamente extrativista. E fatores como local de coleta, condições edafoclimáticas durante a produção, coleta, pós-coleta, beneficiamento e armazenamento influenciam na qualidade das sementes obtidas. Contudo, em muitos casos, as análises de sementes são limitadas, devido à falta de informações e, ou, padronização de métodos adotados, dificultando a caracterização das sementes em relação aos parâmetros físico, fisiológico e sanitário.

A obtenção de informações e o estabelecimento de métodos para a análise da qualidade fisiológica das sementes de espécies nativas são primordiais e relevantes para o processo. Dessa forma, com obtenção de resultados consistentes é possível contribuir com o setor e aprimorar as boas práticas de produção de sementes e mudas, visando a qualidade e a exploração de todo potencial econômico, ambiental e social que as espécies nativas podem proporcionar.

Diante disso, esta pesquisa buscou elucidar aspectos em relação à caracterização física e fisiológica das sementes de duas espécies nativas brasileiras, *Guazuma ulmifolia* e *Apeiba tibourbou*, utilizadas em programas de reflorestamento e com potencial para uso em outros setores da economia. No capítulo 1, as sementes foram caracterizadas em relação às informações físicas e biométricas. No capítulo 2, foram estudadas a influência de diferentes temperaturas e da luz na germinação destas sementes ao longo do período de armazenamento das sementes.



## 2. CARACTERIZAÇÕES BIOMÉTRICA E MORFOLÓGICA DAS SEMENTES DE GUAZUMA E APEIBA TIBOURBOU

### Resumo

As informações referentes às características físicas e biométricas de sementes são relevantes visando ao beneficiamento e, conseqüentemente, ao aprimoramento dos lotes de sementes. Nesse tocante, carece informações sobre a biometria das sementes, visando à aplicação na construção de maquinários para o processamento e plantio das sementes de espécies nativas brasileiras. Nesta pesquisa foi feita a caracterização física e biométrica das sementes das espécies *Guazuma ulmifolia* e *Apeiba tibourbou*. Informações em relação à forma das sementes como largura, comprimento e espessura foram obtidas a partir do uso de um paquímetro digital. A área, perímetro e circularidade foram obtidas a partir das imagens das sementes, que foram avaliadas e caracterizadas no software para análises de imagens *Image Processing and Analysis in Java ImageJ*. A morfologia interna das sementes foi caracterizada em relação à formação e a predação por insetos, utilizando imagens de Raios X. Os resultados demonstram que: as dimensões médias para as sementes de *G. ulmifolia* são 2,76 mm, 2 mm e 1,45 mm para comprimento, largura e espessura, respectivamente. A área foi de 4,84 mm<sup>2</sup>, o perímetro 9,27 mm e a circularidade 0,72. Para as sementes de *A. tibourbou*, os valores obtidos foram 2,83 mm de comprimento, 2,19 mm de largura e 1,14 mm de espessura. A área, perímetro e circularidade apresentaram valores de 5,35 mm<sup>2</sup>, 9,05 mm e 0,83, respectivamente. Para as duas espécies avaliadas, as sementes apresentam forma arredondada.

Palavras-chave: Características físicas; beneficiamento sementes; sementes nativas

### Abstract

The information regarding the physical and biometric characteristics of seeds is relevant aiming at the processing and, consequently, the improvement of seed lots. In this regard, information on seed biometrics is lacking, aiming at the application in the construction of machinery for the processing and planting of seeds of native Brazilian species. In this research, the physical and biometric characterization of the seeds of the species *Guazuma ulmifolia* and *Apeiba tibourbou* was performed. Information regarding seed shape such as width, length and thickness was obtained from the use of a digital caliper. The area, perimeter and circularity were obtained from the images of the seeds, which were evaluated and characterized in the software for *image analysis Image Processing and Analysis in Java ImageJ*. The internal morphology of the seeds was characterized in relation to the formation and predation by insects, using X-ray images. The area was 4.84 mm<sup>2</sup>, the perimeter was 9.27 mm and the circularity 0.72. For the seeds of *A. tibourbou*, the values obtained were 2.83 mm long, 2.19 mm wide and 1.14 mm thick. The area, perimeter and circularity presented values of 5.35 mm<sup>2</sup>, 9.05 mm and 0.83, respectively. For the two evaluated species, the seeds have a rounded shape.

Keywords: Physical characteristics; Processing seeds; native seeds

## 2.1. Introdução

O aumento da demanda pelas sementes brasileiras de espécies nativas é uma realidade no Brasil, devido às questões ambientais e aos programas visando à restauração das áreas degradadas (Freire et al, 2017). É importante salientar a importância das espécies nativas em relação ao potencial para a exploração econômica, que pode ser agrícola, industrial, madeireiro, farmacológico, entre outros. Freire et al. (2017) ressaltaram a dificuldade para a obtenção das sementes brasileiras, tanto em relação à quantidade, quanto à qualidade, o que atribuíram à falta de sintonia entre os programas governamentais, pesquisas do setor e da geração de informações técnicas sobre a obtenção, a conservação e a análise destas sementes.

As espécies nativas brasileiras têm, cada vez mais, importância quando se discute o presente e o futuro do ecossistema do nosso país. A reconstituição, preservação e conservação dos diferentes biomas requerem a utilização das plantas destas espécies, adaptadas às condições edafoclimáticas das diversas regiões, para que haja equilíbrio similar ao originalmente existente (Koch, 2019). Kageyama et al. (2003) ressaltaram a importância da semente para a multiplicação das plantas (reprodução sexuada), tanto na questão temporal, como espacial, propiciando o melhoramento genético dessas espécies, devido à variabilidade genética.

A espécie *Guazuma ulmifolia* Lam, conhecida popularmente como mutambo, mutamba ou embira, é do bioma Cerrado e da família botânica Malvaceae, de ocorrência natural desde o México até o Sul do Brasil. É uma árvore com 8 a 16 m de altura, cujo tronco tem 30 a 50 cm de diâmetro, folhas simples, ovaladas e cobertas por pubescência em ambas as faces. O florescimento ocorre a partir do final do mês de setembro, prolongando-se até o início do mês de novembro e a maturação dos frutos ocorre entre agosto e setembro (Lorenzi, 2014).

A mutambo é uma espécie pioneira, característica de formações secundárias, a madeira é leve, não compacta e é empregada para a produção de tonéis, para a construção civil, caixotaria, pasta celulósica, bem como para a produção de carvão vegetal e corda. A árvore apresenta potencial para uso em paisagismo e é indispensável em programas de reflorestamento (Lorenzi, 2014).

A planta tem propriedades farmacológicas e é utilizada na medicina popular para tratar distúrbio gastrointestinais, cardiovascular, tosse e diarreias (Pereira et al., 2019); tem também propriedades antifúngica, antidiabética, analgésica, gastroprotera, anti-inflamatória e apresenta potencial antioxidante (Silva et al., 2021). As sementes desta planta produzem uma mucilagem, que tem potencial uso como emulsificante industrial (Pereira et al., 2019).

A *Apeiba tibourbou* Aubl, também conhecida como pau-jangada, escova-de-macaco e jangadeira é uma espécie do bioma do Cerrado e da família botânica Malvaceae, distribuída na América Central e América do Sul. No Brasil, a ocorrência se dá da região Amazônica até o Sudeste do país na floresta pluvial e latifoliada semidecídua. Apresenta como características morfológicas altura de 10 a 15 metros, tronco de 40 a 50 cm de diâmetro, folhas simples, oval-elípticas e ásperas ao toque. Floresce de janeiro a março e os frutos amadurecem entre setembro e novembro (Lorenzi, 2014).

A madeira da planta escova-de-macaco tem densidade baixa (0,18 g.cm<sup>-3</sup> a 0,26 g.cm<sup>-3</sup>) e é utilizada para fazer jangadas e pequenas embarcações, como também para a produção de pasta celulósica e para a cordoaria. A árvore, por apresentar folhagens decorativa, tem potencial para uso para o paisagismo e, por ser uma planta pioneira, de rápido crescimento, é utilizada para o reflorestamento de áreas degradadas e preservação permanente (Carvalho, 2010; Lorenzi, 2014). Tem também propriedades farmacológicas como ação anti-inflamatória, antiparasitária, antirreumática, para distúrbios pulmonares e outros processos inflamatórios, pois é antioxidante (Souza et al., 2012). As fibras vegetais da planta da *A. tibourbou* têm potencial para uso industrial (Santos Rodrigues, Andrade e Silva Nóbrega, 2010).

Os estudos sobre as sementes de espécies nativas são importantes, principalmente porque possibilitam a conservação da planta de uma espécie e, conseqüentemente, do material genético, evitando a extinção desta planta. Alguns exemplos relacionam-se às pesquisas sobre a biometria das sementes, os mecanismos de dispersão da semente, às condições e aos métodos para o processo de germinação da semente e ao desenvolvimento inicial das plântulas (Fenner, 1993; Alves et al., 2005; Peske et al., 2012).

Diante disso, é importante ressaltar que no Brasil não há bosques ou campos de produção de sementes das espécies brasileiras, como há para as sementes de espécies agrícolas, como grandes culturas e hortaliças (Ribeiro-Oliveira e Ranal,

2014). A coleta é realizada em campo a partir das plantas matrizes, e o conhecimento das características biométricas permite diferenciar e identificar diferentes espécies e, em alguns casos, gêneros e famílias botanicamente próximas (Felix et al., 2018).

Estudos sobre a morfologia da semente são essenciais para a geração de informações que são a base para a diferenciação e, em alguns casos, identificação das espécies vegetais em campo (Nonato, et al. 2022; Baskin e Baskin, 1998), para a avaliação da regeneração natural de ecossistemas, para a definição de formas de manejo e conservação das espécies e, também, para os estudos agronômicos e ecológicos (Batista et al, 2011). Além de subsidiar informações para técnicas de semeadura, beneficiamento e armazenamento das sementes e a análise das sementes.

O beneficiamento de sementes baseia-se no processo de separação, considerando as diferenças entre as características físicas das sementes e os demais materiais, visando manter e, ou, aprimorar a qualidade das sementes produzidas no campo. Os princípios de separação são baseados na forma das sementes, que é definida pelas variações do comprimento, da largura e da espessura, e na densidade das sementes (Carvalho & Nakagawa, 2012).

A partir desse contexto, informações sobre a forma das sementes são a base para o processamento ou beneficiamento. O beneficiamento uniformiza as sementes de um lote favorecendo a semeadura, padroniza as sementes em relação à forma física, possibilita descartar restos vegetais e, ou, sementes diferentes daquelas em multiplicação, além de eliminar sementes predadas e malformadas, aprimorando a qualidade das sementes comerciais.

Assim, para as espécies brasileiras, as informações biométricas das sementes estão relacionadas à utilização da semeadura direta das sementes, visando o reflorestamento de área degradadas, bem como também o enriquecimento florístico destas áreas. Isernhagen (2010) afirmou que a semeadura direta das sementes, visando o reflorestamento, é viável se realizada considerando as espécies e o grupo ecológico para que haja o efetivo preenchimento das áreas degradadas, se comparada com a produção de mudas.

A utilização de mudas produzidas em viveiros é a técnica usual, devido a possibilidade da seleção de mudas que têm desenvolvimento adequado e o descarte das malformadas; porém, essa prática tem limitações, quanto ao custo de produção

e à limitação das espécies para o plantio nas áreas degradadas, se comparada com a heterogeneidade dos bancos de sementes das áreas das matas naturais (Santos, 2015).

As informações e a caracterização biométrica das sementes das plantas das espécies nativas brasileiras são subsídios que possibilitam o desenvolvimento das pesquisas nesta área, fomentando o conhecimento em relação às sementes brasileiras, visando o aprimoramento da análise das sementes e dos processos de colheita, beneficiamento e a semeadura. Dessa forma, nesta pesquisa, foram avaliadas as sementes de *Guazuma ulmifolia* e *Apeiba tibourbou* em relação às informações biométricas.

## **2.2. Material e Métodos**

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análises de Semente e no Laboratório de Análise de Imagens (22°42'11.6"S e 47°37'57.2"O), na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, ESALQ/USP, campus Piracicaba – SP.

### **2.2.1. Obtenção dos dados biométricos**

Foram utilizadas sementes das espécies *Guazuma ulmifolia* e *Apeiba tibourbou* colhidas em 2020. Para cada tipo de semente, foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada teste realizado. A largura, o comprimento e a espessura das sementes foram determinados com um paquímetro digital (ZAAS – 1.0004), com precisão de 0,01 mm.

Para a caracterização da forma, as sementes foram distribuídas, de forma equidistante, em posição lateral e frontal, sobre superfície com coloração que tinha contraste com os tecidos externos da semente e identificadas numericamente. As imagens das sementes foram obtidas com uma câmera fotográfica e, então, avaliadas e caracterizadas no software para análises de imagens *Image Processing and Analysis in Java ImageJ* (v. 1.44n) (Rasband, 2011). As medidas que foram determinadas são a área (mm<sup>2</sup>), o perímetro (mm) e a circularidade, cujos valores

variam de 0 a 1 e o valor 1 representa a forma circular. Os resultados são expressos em porcentagem de frequência relativa.

### **2.2.2. Utilização de raios X**

A caracterização da morfologia interna das sementes, em relação à formação e à predação, foi feita com imagens de raios X (X-ray MX-20 DC 12, Faxitron), com potencial de voltagem do aparelho de 25 kV e durante 15 segundos. As imagens obtidas foram classificadas de acordo com a morfologia interna visualizada, considerando a semente íntegra e formada naturalmente, sendo esta considerada bem formada, contendo todos os tecidos essenciais para a germinação, 100% da cavidade interna preenchida. As sementes que continham espaço interno preenchidos de 100% a 50% pelos tecidos essenciais para a germinação, foram classificadas como malformadas, e as que tinham menos que 50% de preenchimento foram caracterizadas como não formadas. As avaliações visuais determinaram as quantidades das sementes formadas e não formadas, as deterioradas e, também, as predadas por insetos de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009); os resultados foram expressos em porcentagem de preenchimento da cavidade interna pelos tecidos essenciais para a germinação.

### **2.2.3. Análise estatística**

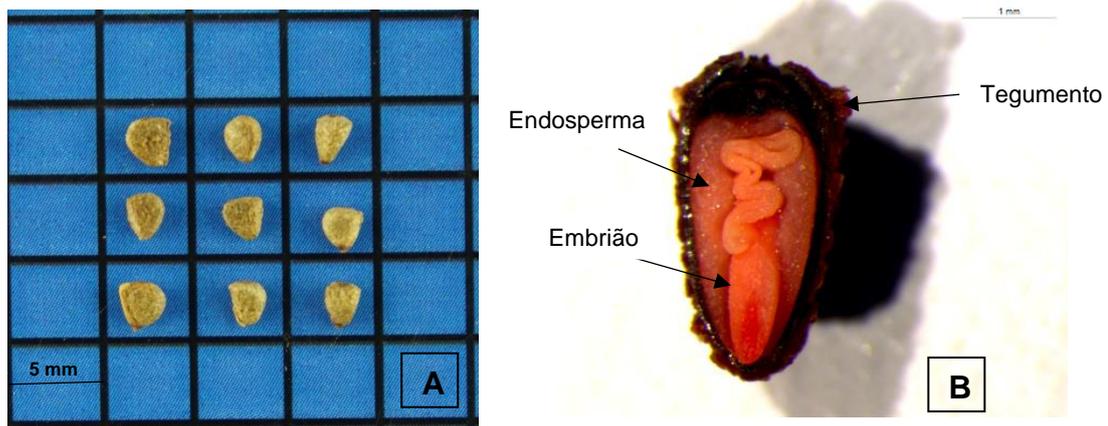
Para análise dos dados biométricos foi utilizada a estatística descritiva para obtenção dos valores de máximo, mínimo, média e desvio padrão, bem como a construção de histogramas de distribuição de frequência. Para os dados de biometria, obtidos através das imagens geradas pelo software ImageJ e pelo paquímetro digital, foi calculada correlação de Pearson, utilizando o software R Studio.

## **2.3. Resultados**

### **2.3.1. *Guazuma ulmifolia***

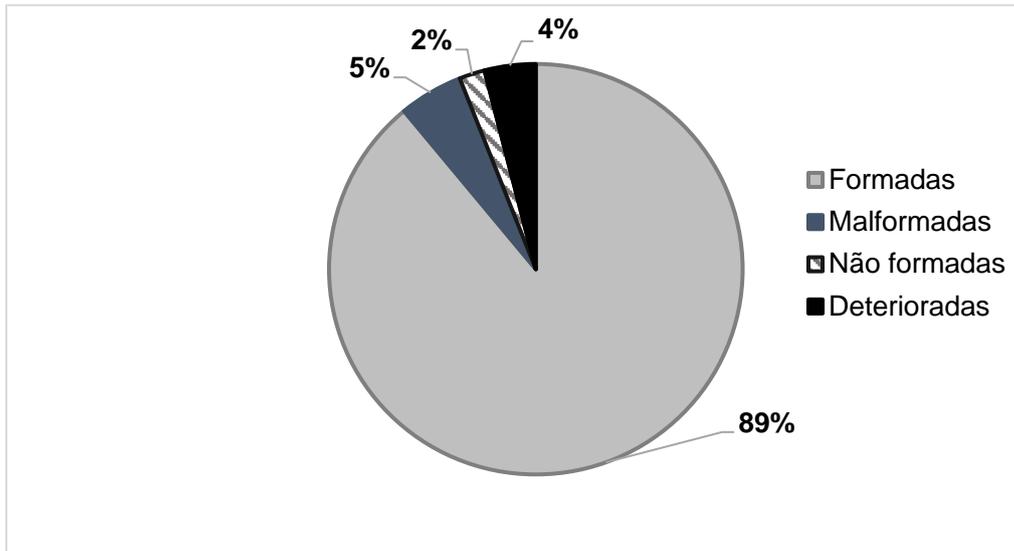
As sementes *Guazuma ulmifolia* apresentam cor castanho acinzentado (Figura 1A), formato variável arredondados ou ovoides com tegumento duro

(impermeável a água). Quando hidratadas têm coloração escura e desenvolvem uma mucilagem transparente e gelatinosa ao redor das sementes. Em relação à morfologia interna, o embrião é axial (está no centro da semente) e contínuo, os dois cotilédones são foliáceos e plicados (dobrados), e estão imersos no endosperma (Figura 1B).



**Figura 1.** Sementes maduras de *G. ulmifolia* com coloração do tegumento castanho acinzentado (A) e morfologia interna com presença do endosperma e o embrião (B).

Ao analisar as imagens dos raios X das sementes de *G. ulmifolia*, 89% das sementes foram consideradas formadas, pois todos os tecidos essenciais para a germinação estavam presentes (Figuras 2 e 3A). As sementes que foram consideradas deterioradas, representaram 4% da amostra, e essa classificação baseou-se nas características dos tecidos internos da semente, cuja imagem é translúcida (Figura 3D). As sementes que foram consideradas malformadas tinham a cavidade interna com 75% a 50% dos tecidos, representada pela figura 3B. Já as sementes não formadas, representaram 2% da amostra, Figura 3C, tinham menos de 50% dos tecidos internos formados.



**Figura 2.** Porcentagens de sementes formadas, malformadas, não formadas e deterioradas de *Guazuma ulmifolia*.



**Figura 3.** Imagens de raios X de sementes de *G. ulmifolia*. (A) semente formada, (B) semente malformada, (C) semente não formada e (D) semente deteriorada.

As informações biométricas provenientes das sementes de *G. ulmifolia* demonstram que há variação nas dimensões das sementes. De acordo com a Tabela 1, o comprimento variou entre 3,44 a 1,64 mm, com média de 2,76 mm; a largura entre 2,94 a 1,37 mm, média de 2,0 mm; e a espessura 2,89 a 0,89 mm, com média 1,45 mm. Os valores da área das sementes apresentaram variação entre 6,80 a 3,20 mm<sup>2</sup>, com média de 4,84 mm<sup>2</sup>; o perímetro foi entre 12,68 a 7,29 mm e média de 9,27 mm.

A circularidade é um índice (adimensional) em relação à largura e ao comprimento da semente, cujos valores variam de 0 a 1 e o valor 1 representa a forma circular, ou seja, demonstra o quanto à forma se aproxima de um círculo perfeitamente redondo e na medida em que os valores tendem a 0, sugerem a forma alongada. Os valores de circularidade obtidos das sementes de *G. ulmifolia*, variou

entre 0,89 a 0,3, apresentando média de 0,72. Diante disso, as sementes de *Guazuma* apresentam o formato arredondado.

**Tabela 1.** Estatística descritiva dos dados biométricos das sementes de *Guazuma ulmifolia*.

Estatística	Comprimento	Largura	Espessura	Área	Perímetro	Circularidade
	----mm----	----mm----	----mm----	--mm²--	---mm---	----
Mínimo	1,64	1,37	0,89	3,2	7,29	0,3
Máximo	3,44	2,94	2,89	6,8	12,68	0,89
Média	2,76	2	1,45	4,84	9,27	0,72
Desvio- Padrão	0,29	0,23	0,26	0,73	1,17	0,11
CV%	10,51	11,50	17,93	15,08	12,62	15,28

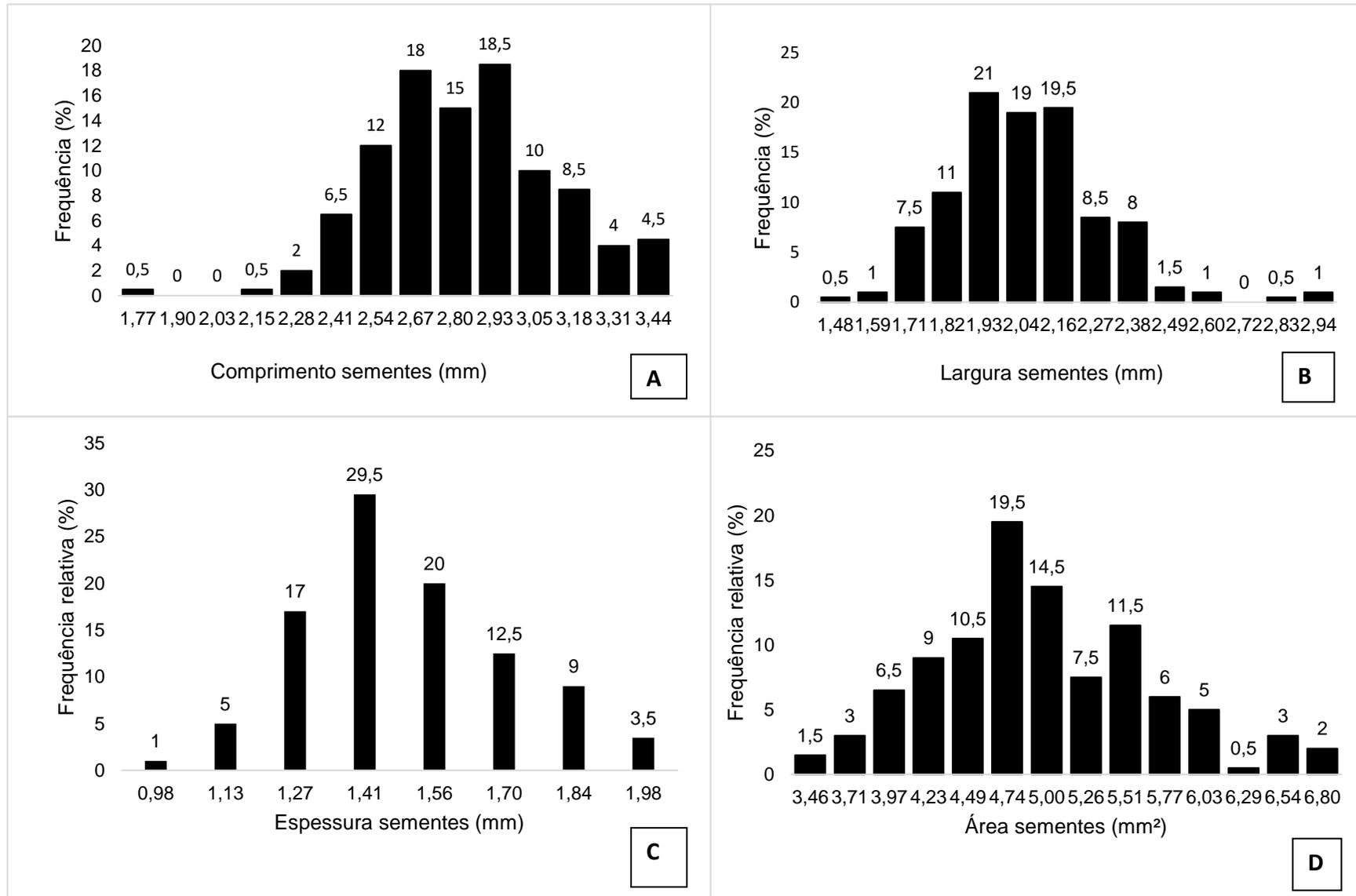
CV: Coeficiente de variação

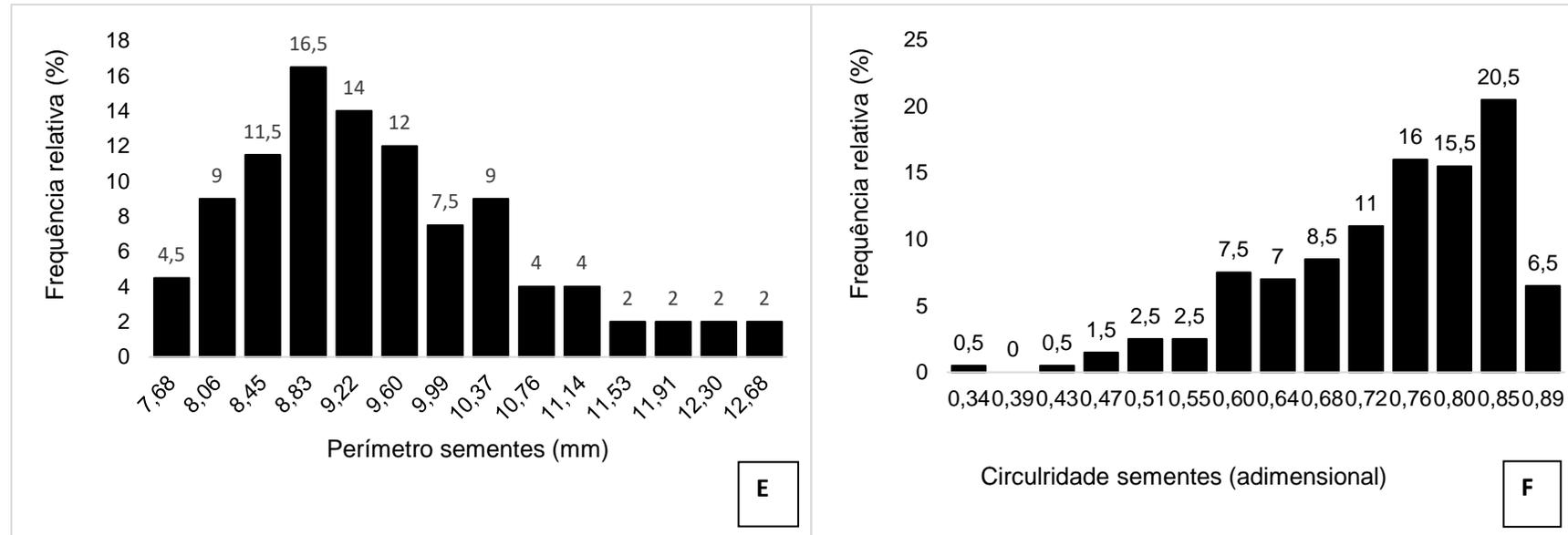
Os valores observados em relação ao comprimento diferem dos encontrados por Paiva Sobrinho e Siqueira (2008), cujo valor médio foi de 2,0 mm. Diferem também dos valores observados por Rodrigues et al. (2021), que apresentaram comprimento entre 2,90 a 2,02 mm, e média de 2,55 mm, e largura entre 1,97 a 1,36 mm e média 1,71 mm.

De acordo com os resultados, as dimensões das sementes de *G. ulmifolia* têm variação, porém segundo Silva et al. (2017), essa variação dentro da mesma espécie está relacionada ao ambiente de desenvolvimento da planta e à variabilidade genética da espécie. Flávio (2010) estudou a divergência genética de diferentes matrizes de *G. ulmifolia* da região de Jaboticabal – SP, observou que há variação genética entre as plantas e que há variação entre as características biométricas das sementes provenientes de diferentes matrizes.

Em relação à frequência das dimensões das sementes, 51,5% das sementes apresentaram comprimento entre 2,67 a 2,93 mm (Figura 4A), resultados estes que diferem dos valores encontrados por Rodrigues et al. (2021), para os quais a maior parte das sementes o comprimento é entre 2,30 a 2,70 mm. Para os valores de largura, 59,5% das sementes apresentaram dimensões 1,93 a 2,16 mm (Figura 4B), diferindo dos resultados obtidos por Rodrigues et al. (2021), o qual estava entre 1,70 a 1,90 mm. Já em relação à espessura das sementes, 29,5% das sementes apresentaram o valor de 1,41 mm, e em 66,5% das sementes, a espessura estava entre 1,27 a 1,56 mm (Figura 4C).

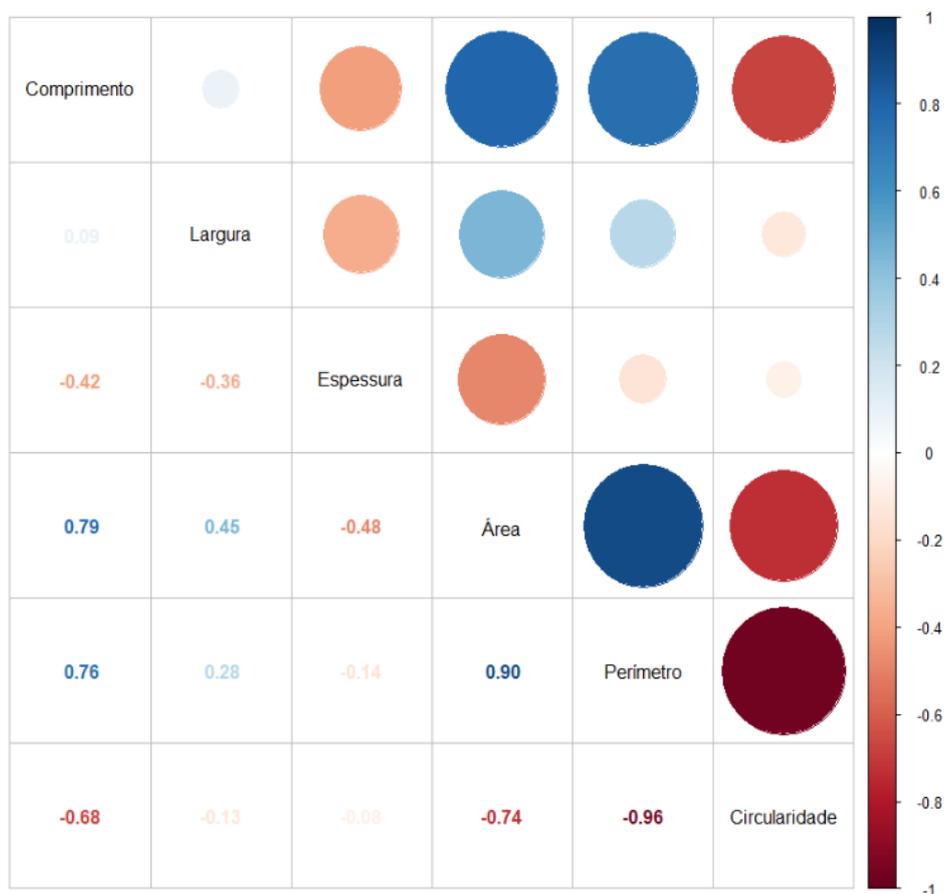
Os valores observados para a área das sementes demonstram que 34% das sementes apresentaram área entre 4,74 a 5,0 mm<sup>2</sup> (Figura 4D), intervalo o qual está contido a área média de 4,84 mm<sup>2</sup>. Em relação ao perímetro, 54% das sementes apresentaram valores entre 8,45 a 9,60 mm (Figura 4E), com perímetro médio de 9,27 mm. As sementes apresentaram frequência de 69,5% dos valores de circularidade no intervalo entre 0,72 a 0,89 (Figura 4D). Considerando que quanto mais próximo do valor um, maior é a circularidade das sementes, a forma das sementes de *G. ulmifolia* aproxima-se do formato arredondado.





**Figura 4.** Classes de distribuição de frequência para comprimento (A), largura (B), espessura (C), área (D), perímetro (E) e circularidade (F) de sementes de *Guazuma ulmifolia*.

De acordo com a correlação de Pearson ( $r$ ), pode-se observar que a área e o perímetro se correlacionaram positivamente ( $r=0,90$ ), demonstrando que essas variáveis são proporcionais entre si, ou seja, quanto maior a área da semente, o perímetro será maior proporcionalmente. Já o comprimento se correlacionou de forma positiva com a área ( $r=0,79$ ), ou seja, o comprimento da semente é proporcional a área. Ao observar o comprimento e o perímetro, houve correlação positiva entre as variáveis ( $r=0,76$ ), demonstrando que quando o comprimento da semente é alterado, o perímetro altera proporcionalmente (Figura 5).

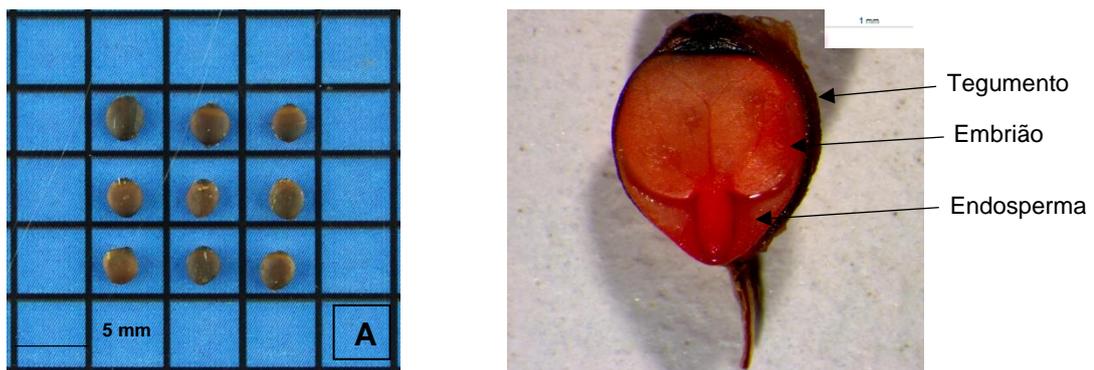


**Figura 5.** Correlação de Pearson para os parâmetros biométricos comprimento, largura, espessura, área, perímetro e circularidade das sementes de *Guazuma ulmifolia*.

É possível também observar que entre o perímetro e a circularidade a correlação foi negativa ( $r=-0,96$ ), demonstrando que as variáveis são inversamente proporcionais entre si (Figura 5).

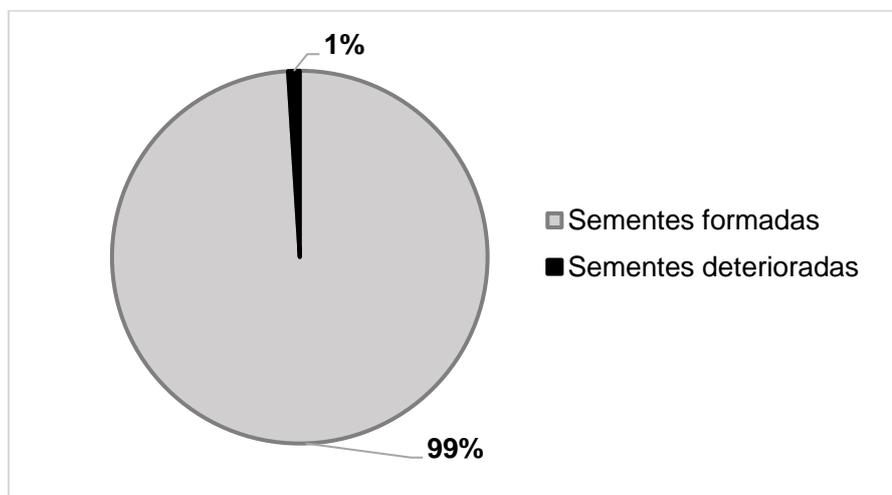
### 2.3.2. *Apeiba tibourbou*

As sementes de *A. tibourbou* apresentam coloração marrom escura (Figura 6A), com forma arredondada e elipsoide, o tegumento da semente é duro (impermeável a água). Em relação à morfologia interna, o embrião é contínuo, axial, espatulado, com cotilédones foliáceos e imersos no endosperma (Figura 6B).

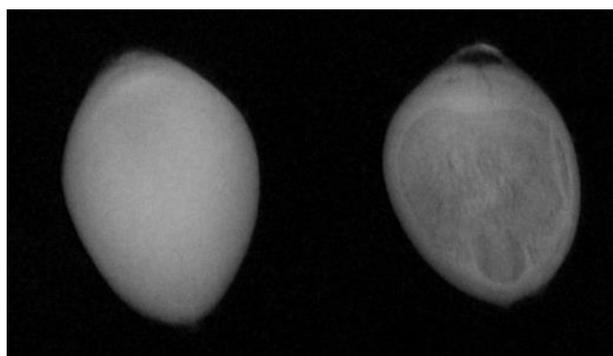


**Figura 6.** Em (A), sementes maduras, com coloração do tegumento marrom escura e morfologia interna (B) com presença do endosperma e o embrião, das sementes de *A. tibourbou*.

Ao analisar as imagens de raios X das sementes de *Apeiba tibourbou*, 99% da amostra de sementes foi considerada formada (Figura 7), pois todos os tecidos essenciais para a germinação estavam presentes (Figura 8 A). As sementes consideradas deterioradas, representaram 1% da amostra, e a classificação foi baseada nas características dos tecidos internos da semente, cuja imagem é translúcida, Figura 8 (B).



**Figura 7.** Porcentagens de sementes formadas e deterioradas de *Apeiba tibourbou*.



**Figura 8.** Imagens de raios X de sementes de *A. tibourbou*. (A) semente formada, (B) semente deteriorada.

De acordo com os dados provenientes das sementes de *Apeiba tibourbou*, houve variação das dimensões do tamanho das sementes. Ao observar a Tabela 2, o comprimento das sementes variou entre 1,76 a 3,92 mm, sendo o comprimento médio de 2,83 mm. Os valores de comprimento obtidos neste estudo diferem dos citados por Carvalho (2010), cujo comprimento apresentou variação entre 1,0 a 2,0 mm.

Os valores obtidos da largura variaram entre 1,08 a 3,07 mm e média de 2,19, e a espessura entre 0,77 a 2,19 mm, sendo a média 1,14 mm. Em relação à área das sementes, verificou-se que houve variação entre 2,90 a 7,90 mm<sup>2</sup>, com área média de 5,35 mm<sup>2</sup>, e o perímetro ficou entre 6,53 a 14,58 mm, e a média de 9,05 mm.

**Tabela 2.** Estatística descritiva dos dados biométricos de sementes de *Apeiba tibourbou*.

Estatística	Comprimento	Largura	Espessura	Área	Perímetro	Circularidade
	---mm---	---mm---	---mm---	--mm <sup>2</sup> --	---mm---	-----
Mínimo	1,76	1,08	0,77	2,9	6,53	0,38
Máximo	3,92	3,07	2,19	7,9	14,58	0,91
Média	2,83	2,19	1,14	5,35	9,05	0,83
Desvio- Padrão	0,25	0,23	0,17	0,79	1	0,08
CV%	8,83	10,50	14,91	14,77	11,05	9,64

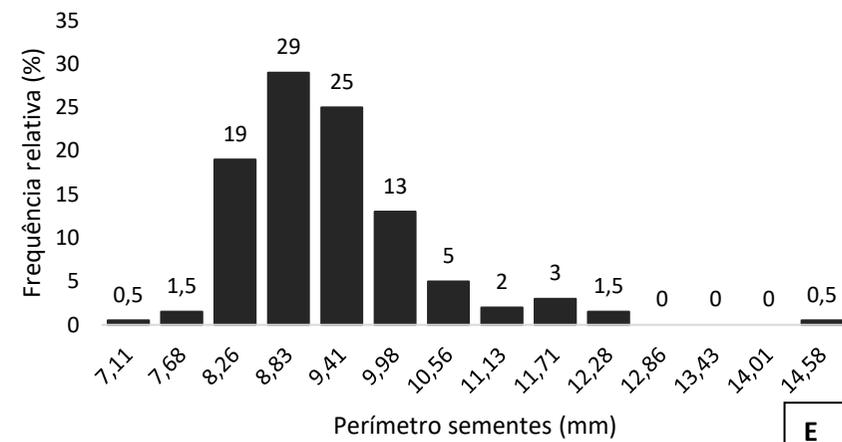
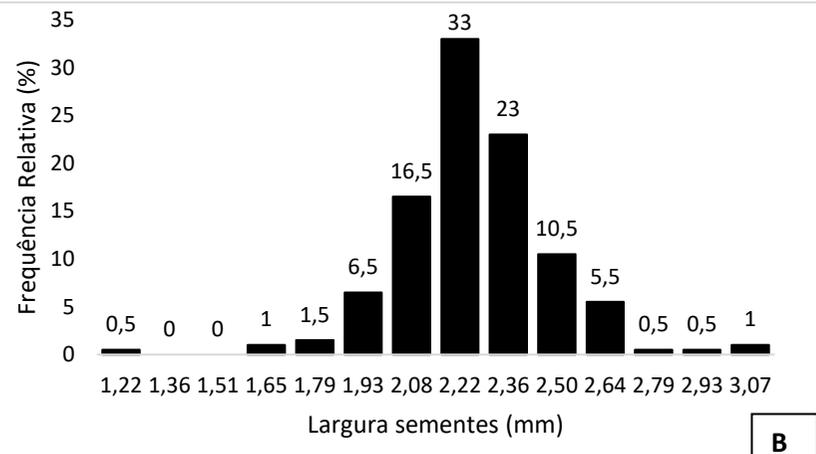
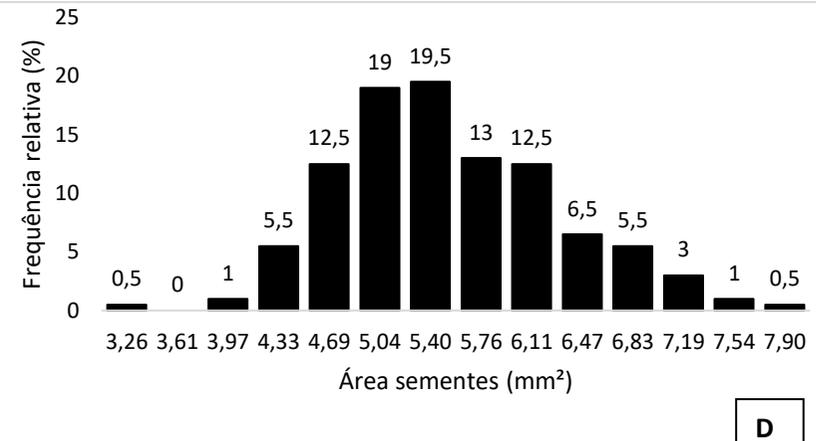
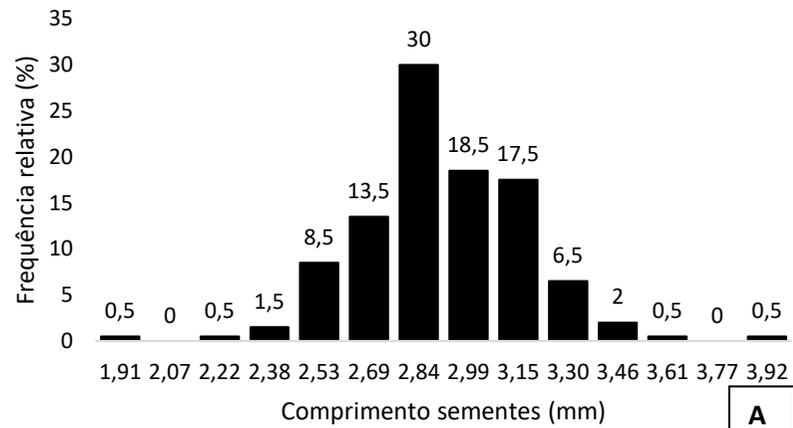
CV: Coeficiente de variação

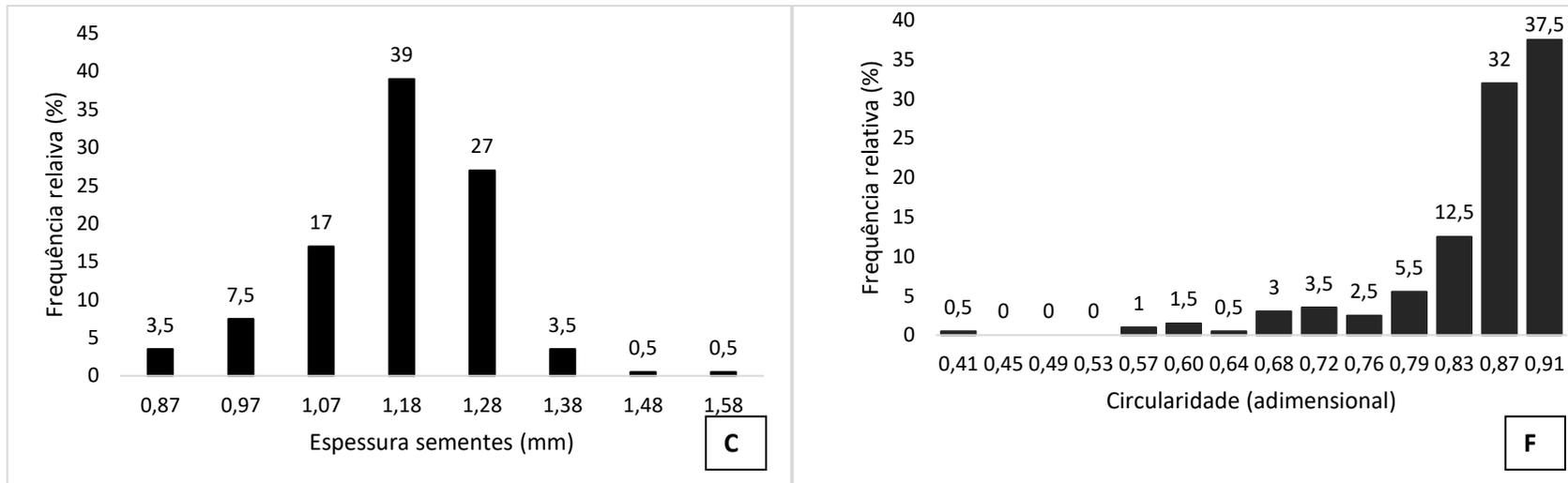
Ao observar os valores de circularidade obtidos para as sementes de *A. tibourbou*, houve variação entre 0,38 a 0,91, e o valor médio de 0,83. As sementes

de *A. tibourbou* avaliadas no estudo, podem ser consideradas com forma arredondada de acordo com a circularidade média obtida.

De acordo com a distribuição de frequência das dimensões das sementes, 79,5% das sementes apresentaram valores de comprimento entre 2,69 a 3,15 mm e 30% dos valores observados foi de 2,84 mm (Figura 9A), o qual é próximo do comprimento médio. Já em relação à largura, 72,5% das sementes apresentaram medidas entre 2,08 a 2,36 mm e 33% dos valores foram de 2,22 mm (Figura 9B), o qual é próximo da largura média obtida neste estudo. Para os valores de espessura, 83% estavam entre 1,07 e 1,28 mm e 39% das sementes apresentaram espessura de 1,18 mm (Figura 9C).

Em relação à frequência da área das sementes, 76,5% dos valores foram entre 4,69 a 6,11 mm<sup>2</sup>, com área média de 5,35 mm<sup>2</sup>, e 38,5% das sementes tinham área entre 5,04 a 5,40 mm<sup>2</sup> (Figura 9D). Ao observar o perímetro, 73% dos valores obtidos estavam entre 8,26 a 9,41 mm (Figura 9D), intervalo que contém o perímetro médio. De acordo com os dados de circularidade obtidos, 69,5% dos valores estão entre 0,87 a 0,91 (Figura 9E), demonstrando que as sementes de *Apeiba tibourbou*, analisadas no presente estudo, apresentam forma arredondada, considerando que quanto mais próximo do valor um, mais se aproxima de um círculo redondo e maior é a circularidade.





**Figura 9.** Classes de distribuição de frequência para comprimento (A), largura (B), espessura (C), área (D), perímetro (E) e circularidade (F) de sementes de *Apeiba tibourbou*.

Os resultados obtidos da correlação de Pearson ( $r$ ), a área da semente correlacionou-se positivamente com o comprimento ( $r=0,82$ ) e com a largura ( $r=0,81$ ) (Figura 10), demonstrando que essas variáveis são proporcionais entre si, ou seja, quanto maiores os valores de comprimento e largura das sementes, maior será a área proporcionalmente. O perímetro correlacionou-se positivamente com a área ( $r=0,96$ ) e com o comprimento ( $r=0,81$ ), e houve correlação positiva com a largura da semente ( $r=0,70$ ) (Figura 10). Isso demonstra que as variáveis são proporcionais, ou seja, se houver aumento ou diminuição da área das sementes, o perímetro altera-se de forma proporcional. Da mesma forma, se o comprimento e a largura forem alterados, o perímetro também será alterado proporcionalmente.

A correlação do perímetro com a circularidade foi negativa ( $r= -0,97$ ) (Figura 10), isso significa que as variáveis são inversamente proporcionais entre si, ou seja, se uma é alterada a outra também se altera de forma proporcional e contrária.



**Figura 10.** Correlação de Pearson para os parâmetros biométricos comprimento, largura, espessura, área, perímetro e circularidade das sementes de *Apeiba tibourbou*.

## 2.4. Discussão

Os resultados para as duas espécies em estudo são importantes quanto à caracterização das características biométricas para determinar o processo de beneficiamento dessas sementes, alterando as características físicas e aprimorando a qualidade das sementes de um lote.

O beneficiamento de sementes é o conjunto de técnicas que tem como finalidade retirar sementes quebradas, vazias, restos de frutos, galhos e folhas, entre outros. É importante considerar que o material inerte presente em um lote de sementes é desvantajoso, porque além de ocupar espaço no transporte e armazenamento das sementes, dificulta a semeadura em viveiro e, ou no campo, afetando a densidade de plantas (Nogueira e Medeiros, 2007).

Para o beneficiamento de sementes agrícolas, inúmeras e diferentes máquinas foram desenvolvidas, porém para sementes de espécies nativas o mais usual é o beneficiamento manual. Isso ocorre devido à dificuldade de padronização para cada espécie e a variedade e complexidade dos aspectos morfológicos de sementes nativas, principalmente as florestais (Silva et al. 1993).

As imagens dos raios X possibilitam visualizar as estruturas internas das sementes e são passíveis de serem utilizadas para o beneficiamento das sementes, possibilitando a identificação de sementes formadas (com todos os tecidos internos essenciais presentes), deterioradas, vazias, malformadas ou com danos mecânicos. Neste sentido, Jeromini et al. (2019), ao estudarem a qualidade de sementes de *Brachiaria brizantha* durante o beneficiamento, concluíram que as imagens dos raios X são úteis para monitoramento do processo, pois possibilitam ajustar as máquinas para o beneficiamento.

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), o beneficiamento das sementes baseia-se nas diferenças entre as características físicas das sementes e das impurezas. A separação pode ser em relação à forma, tamanho (largura, espessura e comprimento), peso, cor, entre outros parâmetros.

A separação por tamanho é o ponto de partida para o beneficiamento de sementes. Quando o objetivo é separar sementes entre si ou das impurezas são utilizadas as peneiras, que se baseiam nas variações entre a largura e a espessura, cujos crivos são circulares, triangulares ou oblongos ou de malhas de arame (Carvalho e Nakagawa, 2012). Ao estudar a morfometria e o beneficiamento de

sementes de *Schizolobium parahyba*, Hanzen e Dranski (2020), verificaram que a peneira foi adequada para beneficiar estas sementes e a dimensão determinante foi a largura e, conseqüentemente, o crivo circular.

A circularidade é um índice que representa o quão semelhante uma partícula é em relação a um círculo perfeitamente redondo e é calculada considerando a suavidade do perímetro da partícula, representando uma medida de rugosidade e forma. Essa informação é importante, pois a circularidade é um atributo físico, juntamente com as dimensões lineares das sementes, possui aplicação no dimensionamento de máquinas para classificação e beneficiamento, bem como mecanismos de dosadores de sementes (Voltarelli et al., 2018; Costa Júnior et al., 2021).

De acordo com os resultados obtidos, há diferenças biométricas entre as duas espécies brasileiras avaliadas neste estudo, e as variações biométricas entre as sementes e diferentes regiões, está relacionada aos fatores edafoclimáticos, bem como aos genéticos, antrópicos, fenotípicos e à idade da planta matriz (Santos, 2019), pois influenciam o ambiente de desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, o das sementes.

Sobretudo, além da importância já citadas da morfologia das sementes e a qualidade das sementes, o conhecimento das variações físicas e biométricas das sementes das espécies brasileiras é importante para a formação de banco de germoplasma, visando a seleção de características uniformes em programas de melhoramento genético de plantas e, também, garantir a variabilidade genética de espécies florestais para o reflorestamento (Pontes et al., 2018).

Dentro desse contexto, é evidente a importância do processo de beneficiamento de sementes de espécies nativas, visando melhorar os lotes de sementes, tornando-os homogêneos, aumentando a eficiência e facilitando a semeadura no campo (Carvalho e Nakagawa, 2012), como também, a possibilidade de inserção de tecnologias as sementes, tais como a peletização, tratamento de sementes e plantio direto mecanizado.

Em relação a isso, como exemplo de aplicação da tecnologia, Paiva (2020), ao estudar a influência do beneficiamento mecânico e da peletização na emergência em campo das plântulas das sementes florestais nativas, verificou que a peletização e o beneficiamento não prejudicaram a emergência das plântulas, já que o pélete pode ser mais uma barreira no processo de germinação. Para a espécie *G. ulmifolia*,

uma das espécies avaliadas no estudo, as sementes beneficiadas e peletizadas apresentaram chance de emergir em campo.

As informações biométricas obtidas a partir deste estudo contribuem com informações visando a construção de maquinários, como peneiras, para o beneficiamento das sementes destas duas espécies brasileiras. É importante ressaltar que o beneficiamento das sementes possibilita o aprimoramento da qualidade do lote de sementes, e pode também ser realizado através do uso conjunto de outras máquinas, como os sopradores de sementes e mesa de gravidade, que separa as sementes pelo peso específico. Além do beneficiamento, as informações biométricas podem ser utilizadas para a construção de discos para a semeaduras das sementes destas duas espécies.

## 2.5. Conclusão

As dimensões médias das sementes de *Guazuma ulmifolia* são 2,76 mm de comprimento, 2 mm de largura e 1,45 mm de espessura. A área média das sementes é de 4,84 mm<sup>2</sup>, o perímetro 9,27 mm e a circularidade 0,72; as sementes desta espécie têm forma arredondada.

Já, para as sementes de *Apeiba tibourbou* os valores médios são 2,83 mm de comprimento, 2,19 mm de largura e 1,14 mm de espessura. Para a área, o perímetro e a circularidade, os valores médios são 5,35 mm<sup>2</sup>, 9,05mm e 0,83, respectivamente. As sementes de *A. tibourbou* têm a forma arredondada.

## Referências

ALVES, E. U. et al. Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. Sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, Viçosa, vol. 29, n. 6, p. 877-885, 2005.

BATISTA, G. S., COSTA, R. S., GIMENES, R., PIVETTA, K. F. L., & MÔRO, F. V. (2011). Aspectos morfológicos dos diásporos e das plântulas de *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc - Arecaceae. **Comunicata Scientiae**, 2(3), 170-176.

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

BEWLEY, J. D., BRADFORD, K., & HILHORST, H. (2013). **Seeds: physiology of development, germination, and dormancy**. (3a ed.), Springer.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009a, 395p.

CARVALHO, N. M., & NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. (5a ed.) Jaboticabal: FUNEP. 2012. 590p.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2010. v. 4, p. 411-418.

COSTA JÚNIOR, J. R.; OLIVEIRA, D. E. C.; CARVALHO, J. M. G.; BUENO, S. G. S.; FERREIRA, V. B.; ALVES, E. M. Forma e tamanho de sementes de duas variedades de abóboras durante a secagem. **Nativa**, Sinop, v. 9, n. 1, p. 01-08, 2021.

FELIX, F. C.; DE MEDEIROS, J. A. D.; PACHEDO, M. V. Morfologia de sementes e plântulas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 1028-1035, 2018.

FLÁVIO, J. J. P. Divergência genética entre árvores matrizes de *Guazuma ulmifolia* Lam. Jaboticabal, 2010. 98p.

FREIRE, J. M.; URZEDO, D. I.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. A realidade das sementes nativas no Brasil: Desafios e oportunidades para a produção em larga escala. **Seed News**, p. 24-28, ago. 2017.

GUNN, C.R. Seed collecting, and identification. In: KOZLOWSKI, T.T. **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972. v.1, p.1-20.

HANZEN, F. A., & DRANSKI, J. A. L. Morfometria e beneficiamento de sementes de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake var. *parahyba*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.8, n.4, p. 266-274, 2020.

JEROMINI, T. S. et al. Raios X na avaliação da qualidade de sementes de *Brachiaria brizantha* durante o beneficiamento. **Revista Ciência Agronômica**. v. 50, n. 3, pp. 439-446, 2019.

KAGEYAMA, P.Y., et al. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, p. 29-34, 2003.

KOCH, E. F. A. **Interferência de fungos na qualidade das sementes de *Solanum granulosoleprosum* e *Senna alata***. Piracicaba, 2019. 119 p.

LORENZI, H. 2014. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Vol. 1, 6. ed. Plantarum, Nova Odessa, SP, BR.

NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. S. Extração e beneficiamento de sementes florestais nativas. Colombo: Embrapa Florestas, Circular Técnica, 2007. 7 p. (Embrapa Florestas, Circular técnica, 131).

NONATO, E. R. L.; OLIVEIRA, C. H. S. de; FERREIRA, T. S.; COSTA, A. S.; FERREIRA, C. D.; FREIRE, A. L. de O.; ARRIEL, Éder F.; BAKKE, I. A. Morfometria de estruturas reprodutivas, germinação e crescimento inicial de *Hymenaea courbaril* L. para fins de reconhecimento em campo. **Concilium**, [S. l.], v. 22, n. 3, p. 325–342, 2022.

PONTES, M.S.; SANTIAGO, E.F.; NOBREGA, M.A.S.; FREITAS, V.M.B. Caracterização morfológica usando dimensões lineares sobre os atributos biométricos em sementes de *Annona reticulata* (L.) Vell. (ANNONACEAE). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.28, n.2, p. 696-707, 2018.

PAIVA, J. B. **Germinação de sementes de espécies florestais nativas de recobrimento utilizando a técnica de peletização em diferentes profundidades de semeadura**. Piracicaba, 2020. 107p.

PAIVA SOBRINHO, S.; SIQUEIRA, A., G. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam. - Sterculiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**. 2008, v. 30, n. 1, pp. 114-120

PEREIRA, G.A.; ARAUJO, N.M.P.; ARRUDA, H.S.; FARIAS, D.P.; MOLINA, G.; PASTORE, G.M. Phytochemicals and biological activities of mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.): A review. **Food Research International**, v.126, 108713, 2019.

Pereira, G. A.; Silva, E. K., PEIXOTO ARAUJO, N. M., ARRUDA, H. S., MEIRELES, M. A. A., & PASTORE, G. M. Mutamba seed mucilage as a novel emulsifier: Stabilization mechanisms, kinetic stability and volatile compounds retention. **Elsevier**. Food Hydrocolloids. V. 97, 105190, 2019.

PESKE, S.T. et al. **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. 3.<sup>a</sup> ed. Pelotas: Editora Rua Pelotas, 573 p, 2012.

Rasband, W.S., ImageJ U.S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <<http://imagej.nih.gov/ij/>>, 1997–2011.

RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P.; RANAL, M. A. Sementes florestais brasileiras: Início precário, presente inebriante e o futuro, promissor? **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.24, n.3, p. 771-784, 2014.

RODRIGUES, B. J. S.; TEIXEIRA, M. da C. S. A.; MENDES, M. R. de A.; LEMOS, J. R.; MAGALHÃES, P. S. C. Morphometry of fruits, seeds and seedlings and methods for overcoming dormancy in seeds of *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae). **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. e5510413750, 2021.

Rodrigues, J.K.; Mendonça, M.S. & Gentil, D.F.O. (2015) –Aspectos biométricos, morfoanatômicos e histoquí-micos do pirênio de *Bactris maraja* (Arecaceae). **Rodriguésia**, vol. 66, n. 1, p. 75-85.

SANTOS, F.O. Priming de sementes de espécies brasileiras visando ao uso potencial em programas de reflorestamento. Piracicaba, 2015. 99p.

Santos, J. C. C. dos, Silva, D. M. R., Costa, R. N., da Silva, C. H., Santos, W. da S., Moura, F. de B. P., & Silva, J. V. (2018). Aspectos biométricos e morfológicos de frutos e sementes de *Schinopsis brasiliensis*. **Nativa**, 6(3), 219-224.

SANTOS RODRIGUES, F.; ANDRADE, E. C.; SILVA NÓBREGA, M. M. Development and characterization of mechanical polymeric composit reinforced by vegetables fiber comb monkey (*apeiba tiburbou* AUBL). Paper presented at the *65th ABM International Congress, 18th IFHTSE Congress and 1st TMS/ABM International Materials Congress 2010, 1*, 47-52.

SILVA, A.R.A.; GONÇALVES, B.F.; MOTA, M.M.F.; MARQUES, M.M.M. Agregação de valor a *Guazuma ulmifolia* Lam. da região do Cariri, Ceará: composição fenólica e potencial antioxidante. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.3, p. 22571-22581, 2021.

SILVA, A.; FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B. de. **Secagem, extração e beneficiamento de sementes**. In: AGUIAR, I. B.de; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. Sementes florestais tropicais. Brasília, DF: ABRATES, 1993. p. 303- 331.

SILVA, E. M. S., BISPO, R. B., PEDRI, E. C. M., LOPES, C. R. A. S., & ROSSI, A. A. B. (2017). Morfometria de frutos e sementes de *Palicourea racemosa* em um fragmento florestal na região norte de mato grosso, Brasil. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, 14(26)

SOUSA, H., G., A.; AGUIAR, B., A., C.; EPIFÂNIO, M., L., F.; SILVA, R., C.; FONSECA, A., C., C.; SOUZA, P., B. Superação de dormência de sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 7, n. 2, 2019.

SOUZA, S.M.M; MORAES, C.S.S; COUTO, R.O.G.; FONSECA, Y.M.; CONCEIÇÃO, E.C. In vitro antioxidant activity of *Apeiba tibourbou* Aubl. (Tiliaceae): A powerful antioxidant source of rosmarinic acid. **Journal of Pharmacy Research**. v.5, n.3, 1414-1417, 2012.

SPIEGEL, M. R.; STEPHENS, L. J. **Estatística**. 4.ed. Porto Alegre: bookman, 2009. 597p.

VOLTARELLI, M. A.; PAIXÃO, C. S.; ANGELO, E. P. Noções básicas para projetos de mecanismos dosadores de sementes. In: Associação Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Jaboticabal (AREA) (org.). **Novas tecnologias da engenharia para aproveitamento do amendoim**. 1. Ed. Jaboticabal. 2019. p. 48-53.

WIWART M. et al. Identification of hybrids of spelt and wheat and their parental forms using shape and color descriptors. **Computers and Electronics in Agriculture**. v. 83, p 68-76, 2012.



### 3. CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DAS SEMENTES DE *Guazuma ulmifolia* E *Apeiba tibourbou* AO LONGO DO ARMAZENAMENTO

#### Resumo

Uma das limitações para o uso de sementes de espécies brasileiras é a conservação da qualidade ao longo do período de armazenamento destas sementes, considerando a sazonalidade de produção das sementes e o efetivo uso das mesmas. Nesta pesquisa, foram avaliados os efeitos de diferentes temperaturas e regime de luz na germinação das sementes de *G. ulmifolia* e *A. tibourbou* ao longo do armazenamento das sementes de 135 dias e 180 dias, respectivamente. A avaliação da luz e da temperatura para o teste de germinação foram avaliadas simultaneamente e foi utilizada a mesa termogradiante com intervalos de temperaturas entre 20°C e 35°C constantes e a alternada 20-30°C. Os regimes de luz avaliados foram presença de luz, em fotoperíodo de 8h a cada 24h, e ausência total de luz. Neste capítulo, também foi realizada a caracterização da composição química das reservas das sementes. Os resultados demonstram que para as sementes de *G. ulmifolia*, as temperaturas adequadas para o teste de germinação são entre 23,4°C e 29,9°C constante e a alternada 20-30°C sob disponibilidade de luz. Ao longo do período de 135 dias de armazenamento, houve redução do parâmetro fisiológico das sementes. Para as sementes de *A. tibourbou*, as temperaturas constantes, entre 28,3°C e 29,9°C, e a luz são adequadas para a germinação das sementes. A germinação das sementes foi mantida ao longo do período de armazenamento de 180 dias. O intervalo de temperaturas entre 33,1°C e 35°C é inadequado para a germinação das sementes destas duas espécies. Em relação à composição química das reservas das sementes, para ambas as espécies, os lipídios são as principais reservas.

Palavras-chave: Germinação; temperatura; espécies nativas; armazenamento; parâmetro fisiológico

#### Abstract

One of the limitations of the use of seeds of Brazilian species is the conservation of quality throughout the storage period of these seeds, considering the seasonality of seed production and their effective use. In this research, the effects of different temperatures and light regimes on the germination of *Seeds of G. ulmifolia and A. tibourbou* were evaluated during the storage of seeds for 135 days and 180 days, respectively. The evaluation of light and temperature in the germination test were evaluated simultaneously, and the Thermogradient table with temperature intervals at 20°C at 35°C constant and the alternating 20-30°C was used. The light regimes evaluated were the presence of light, in a photoperiod of 8h every 24h, and the total absence of light. In this chapter, the characterization of the chemical composition of seed reserves was also performed. The results show that for *the seeds of G. ulmifolia*, the appropriate temperature for the germination test is between 23.4°C and 29.9°C constant, and the alternating 20-30°C under light availability. Over the 135 days storage period, the seeds reduced the physiological parameter. For the seeds of *A. tibourbou*, the

temperature between 28,3°C and 29,9°C constants with the presence of light are adequate for seed germination. Seed germination was maintained over a storage period of 180 days. The temperature range between 33,1°C and 35°C is inadequate for seed germination of these two species. Regarding the chemical composition of seed reserves, for both species, lipids are the largest reserves.

Keywords: Germination; Temperature; Native species; Storage; Physiological potential

### 3.1. Introdução

A crescente demanda e necessidade da restauração de áreas degradadas no Brasil, sinaliza a importância das sementes de espécies nativas, demonstrando a importância social, econômica e, principalmente, ambiental dessas espécies. Além da importância ecológica das espécies nativas tropicais, é importante ressaltar as potencialidades econômica das mesmas, seja no âmbito agrícola, florestal, industrial, farmacológico, madeireiro, entre outros.

Segundo Freire et al. (2017), a demanda por sementes de espécies nativas é alta, porém a cadeia produtora possui o gargalo da dificuldade de obtenção das sementes, tanto em relação à quantidade e qualidade. Para estes autores, essa dificuldade é atribuída à falta de sintonia de programas governamentais, de pesquisas do setor e da geração de informações técnicas para obtenção, análises e conservação das sementes.

Para Koch (2019) as sementes de espécies brasileiras são importantes em relação ao futuro dos ecossistemas do Brasil. Considerando a grande demanda pela conservação, reconstrução e a preservação dos biomas do país, há a necessidade da utilização de espécies nativas, adaptadas às condições climáticas das diversas regiões, buscando-se o equilíbrio ecológico próximo ao original destas áreas.

De acordo com Kageyama et al. (2003), as sementes são importantes para a multiplicação de plantas, considerando a questão espacial e temporal, bem como a variabilidade genética presente nessas espécies, possibilitando o melhoramento genético das plantas. Outro ponto também a ser considerado em relação ao aumento da demanda de sementes de espécies nativas, é a crescente comercialização de sementes, embora não haja garantia de padrão mínimo de germinação e qualidade dessas sementes, diferentemente do que ocorre para as sementes de espécies cultivadas (Brancaion et al., 2010).

Em relação à conservação de sementes, Roberts (1973) sugeriu a classificação em recalcitrantes, as que requerem a manutenção da umidade da semente e ambientes com temperaturas superiores a determinados limites, e as ortodoxas, cuja conservação depende das reduções do teor de água da semente e da temperatura do ambiente, fatores essenciais para favorecer o aumento do período de conservação.

A qualidade das sementes é definida em relação aos parâmetros genético, físico, fisiológico e sanitário. Nesse contexto, a germinação da semente é a principal manifestação fisiológica relacionada à qualidade da semente e a avaliação da germinação é realizada por meio do teste de germinação, conduzido em laboratório e em condições controladas, visando determinar o potencial máximo de germinação das sementes de um lote (BRASIL, 2009).

A germinação das sementes ortodoxas é um processo que envolve o reinício do metabolismo das sementes, propiciando o desenvolvimento do embrião e culminando na formação da plântula. Mas para que esse processo ocorra, é necessário que as condições ambientais sejam favoráveis (temperatura, água e oxigênio adequados) e a semente esteja viva, sem dormência (Novembre, 2007).

A temperatura é um dos fatores essenciais para o processo germinativo, influenciando a velocidade de absorção da água e as reações bioquímicas características do processo metabólico, interferindo diretamente na quantidade de plântulas normais, na velocidade e uniformidade da germinação (Carvalho e Nakagawa, 2012).

A semente de cada espécie requer a temperatura ideal para germinação, a qual está relacionada com o habitat natural da planta. Brancalion et al. (2010) afirmaram que as sementes de espécies tropicais requerem temperaturas superiores em comparação as requeridas pelas sementes das espécies de clima temperado. Esses mesmos autores sugeriram que para o teste de germinação das sementes, das espécies arbóreas brasileiras, dos biomas Mata Atlântica e Cerrado, a temperatura ideal é 25°C constante e 30°C para as sementes das espécies da Amazônia, porém algumas espécies requerem alternância de temperatura para que possam germinar, pois essa condição representa o que ocorre no ambiente natural (Copeland e McDonald, 2001).

Outro fator que pode interferir no processo de germinação é a luz. Sementes de algumas espécies são classificadas como fotoblásticas negativas, as quais são prejudicadas pela presença de luz. As fotoblásticas positivas são beneficiadas pela luz, especialmente para a superação da dormência, e as indiferentes à luz, classificadas de fotoblásticas neutras (Vidaver, 1977).

Para Figliolia et al. (1993) o tipo do substrato influencia o resultado do teste de germinação, pois afeta diretamente a proporção entre a água e o oxigênio

disponibilizados para as sementes e é também a estrutura de sustentação para o desenvolvimento das plântulas.

Segundo Costa (2009), o armazenamento possibilita a manutenção da qualidade da semente, especialmente em termos fisiológico e sanitário, durante períodos variados. O monitoramento da variação da qualidade das sementes durante o armazenamento é essencial para estabelecer as estratégias para a conservação das sementes. Dessa forma, o armazenamento adequado das sementes pode ser uma estratégia para o prolongamento da qualidade, atingida durante a maturação, e a redução da velocidade de deterioração (Garcia et. al., 2014).

Os principais fatores que interferem no armazenamento das sementes da maioria das espécies são a umidade relativa e a temperatura do ar do ambiente do armazenamento, pois influenciam o metabolismo das sementes e a ação de microrganismos e insetos. Outros fatores como o tipo de embalagem a ser utilizado e o grau de umidade das sementes durante o armazenamento também têm influência (Carneiro e Aguiar, 1993).

Araújo Neto et al. (2018) destacaram que as plantas nativas produzem as sementes em períodos restritos, o que limita e dificulta a disponibilidade destas sementes para as pesquisas relacionadas ao armazenamento. Estes pesquisadores avaliaram dois tipos de embalagens (papel e vidro) e em dois ambientes (natural e com refrigeração), para armazenar as sementes de *Triplaris brasiliiana*, e concluíram que estas condições foram eficientes para manter a qualidade das sementes por quatro meses.

As sementes deterioram-se naturalmente e há a redução progressiva da viabilidade e do vigor. O processo de deterioração é caracterizado por um conjunto de alterações fisiológicas, bioquímicas, citológicas e física, que se inicia a partir da maturidade fisiológica e que ocorre de forma progressiva até que haja a morte da semente. Como exemplos das alterações decorrentes da deterioração, pode-se citar a redução da velocidade de germinação e do crescimento das plântulas, o desenvolvimento desuniforme e o aumento da taxa de plântulas anormais (Bewley e Black, 1982).

Dentro desse contexto, o presente estudo avaliou duas espécies nativas brasileiras, que estão descritas a seguir.

A espécie *Apeiba tibourbou*, da família botânica Malvaceae e do Bioma Cerrado, é conhecida popularmente como pau-jangada, pente-de-macaco, jangadeira e escova-de-macaco. É uma árvore que pode atingir altura de 10 a 15 m, com tronco de 40 a 50 cm de diâmetro, possui folhas simples, oval-elíptica e com aspecto áspero ao toque. O florescimento ocorre de janeiro a março e a maturação dos frutos de setembro a novembro. A ocorrência da espécie se distribui desde a América Central até a América do Sul. Em relação ao Brasil, pode ser encontrada, em floresta pluvial e latifoliada semidecídua, da região Amazônica até o Sudeste do país (Lorenzi, 2014).

A *Apeiba* possui madeira de baixa densidade (0,18 g.cm<sup>-3</sup> a 0,26 g.cm<sup>-3</sup>) e de fácil manuseio, sendo utilizada na confecção de pequenas embarcações, jangadas e para a fabricação de pasta celulósica, e a utilização da casca das árvores na cordoaria. Devido ao rápido crescimento, por ser uma planta pioneira, é utilizada em programas de reflorestamento de áreas degradadas e de preservação permanente, bem como o seu uso em paisagismo, já que apresenta folhagem decorativa, e pode ser incluída na arborização de praças e avenidas (Lorenzi, 2014). Essa planta também apresenta propriedades farmacológicas para tratamentos de distúrbios pulmonares, reumatismos, ação antiparasitária e anti-inflamatório, sendo um potente antioxidante (Souza et al., 2012).

A *Guazuma ulmifolia*, da família botânica Malvaceae e do Bioma do Cerrado, essa espécie é conhecida popularmente como embira, mutambo ou mutamba, e ocorre desde o México até o Sul do Brasil. Em relação às características morfológicas da planta, apresenta altura de 8 a 16 m e tronco de 30 a 50 cm de diâmetro. As folhas são simples, ovaladas e coberta com pubescência nas duas faces. O florescimento ocorre nos meses de setembro até início de novembro e a maturação dos frutos se dá de agosto a setembro (Lorenzi, 2014).

A espécie mutambo possui madeira leve, não compacta a qual é empregada para a construção civil, produção de tonéis e caixotaria. É utilizada também na produção de pasta celulósica, cordoaria e carvão vegetal. A árvore pode ser utilizada no paisagismo em geral e, por ser uma espécie pioneira, é indispensável nos programas de reflorestamento (Lorenzi, 2014). Apresenta também propriedade farmacológicas, tais como analgésica, antifúngica, gastroprotetora, antidiabética, anti-inflamatória e grande potencial antioxidante (Silva et al., 2021). As sementes

desta espécie produzem uma mucilagem em seu entorno, a qual possui potencialidades de uso na indústria como emulsificante (Pereira et al., 2019).

Apesar das instruções estabelecidas pelo MAPA para a Análise de Sementes de Espécies Florestais, ainda há a necessidade de realizar pesquisa em relação à qualidade das sementes para cada espécie, a fim de se obter conhecimento em relação à padronização, ao aperfeiçoamento e ao estabelecimento dos métodos de análises (Koch, 2019). A multiplicação de sementes de espécies nativas tem limitações, devido à falta de conhecimento e informações sobre fisiologia e morfologia das sementes e plântulas (Novembre et al., 2007).

As informações sobre as alterações das características fisiológicas das sementes das espécies brasileiras durante o armazenamento são restritas e necessitam de mais informações provenientes da pesquisa, e além disto as sementes de cada espécie têm características diferentes. A partir desse contexto, o presente estudo avaliou a influência da luz e da temperatura na germinação das sementes destas duas espécies nativas e a variação do parâmetro fisiológico ao longo do armazenamento.

### **3.2. Material e Métodos**

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análises de Sementes, Departamento de Produção Vegetal (22°42'11.6"S e 47°37'57.2"O), na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, ESALQ/USP, campus Piracicaba – SP.

#### **3.2.1. Sementes utilizadas**

Para a pesquisa foram utilizadas sementes das espécies *Guazuma ulmifolia* e *Apeiba tiboubou*, colhidas em novembro e dezembro de 2020, respectivamente. Inicialmente, as sementes foram homogeneizadas e beneficiadas e as amostras de sementes puras foram obtidas para as análises, inicial e durante o armazenamento.

Previamente ao teste de germinação, foi determinado o teor de água (TA%) das sementes, pelo método da estufa 105°C ± 3°C por 24 h e o peso de mil sementes (PMS) de acordo com método descrito nas Regras para Análise de

Sementes - RAS (BRASIL, 2009). Para o TA%, foram avaliadas duas repetições de 0,5 g (peso úmido) de sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem de água. Para o PMS, foram avaliadas oito repetições de 100 sementes. Os resultados foram expressos em gramas de sementes.

### **3.2.2. Superação da dormência**

As sementes utilizadas foram testadas inicialmente quanto à germinação e apresentaram porcentagens de plântulas normais que não ultrapassaram 10% e elevada porcentagem de sementes que não germinaram, permaneceram intactas, demonstrando que as sementes tinham dormência, devido à impermeabilidade do tegumento à água, então foi aplicado o método para superação de dormência indicado nas Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (Brasil, 2013).

Para a superação da dormência, as sementes de *G. ulmifolia* foram imersas em água quente 90°C (com a fonte de calor retirada) e deixadas por 1 hora, e, em seguida, lavadas em água corrente sobre peneira, friccionando-as levemente. Na sequência as sementes foram submetidas a assepsia superficial com solução de detergente por 10 minutos e posterior lavagem em água corrente até completa remoção do detergente.

Para a superação da dormência das sementes de *A. tibourbou*, foram imersas em água quente a 80°C (com a fonte de calor retirada) e deixadas até a água atingir temperatura ambiente. Para a assepsia superficial, as sementes foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a 2,5% por 5 minutos e posterior lavagem com 3 enxágues em água (Brasil, 2013).

### **3.2.3. Avaliação das condições para germinação ao longo do armazenamento das sementes**

As sementes foram armazenadas, em sacos de papel, em ambiente de laboratório (Piracicaba – SP, 22° 42' 30" S, 47° 38' 00" O, 546 metros de altitude, 22°C de temperatura média anual e 74% de umidade relativa do ar média). As análises foram realizadas inicialmente e aos 45 dias, aos 90 dias, aos 135 dias e aos

180 dias após o início do armazenamento para as sementes de *Apeiba tiboubou*, e inicialmente e aos 45 dias, aos 90 dias e aos 135 dias para as sementes de *Guazuma ulmifolia*. Antes dos ensaios as sementes tiveram a dormência superada, como explicado anteriormente.

Para a avaliação da temperatura ideal para germinação das sementes foi utilizada a mesa termogradiente, com variações da temperatura entre 20°C e 35°C e com a temperatura alternada 20-30°C (Figura 1). A luz foi avaliada simultaneamente ao estudo da temperatura; assim, houve a disponibilização da luz por 8 h a cada 24 horas ou não (ausência da luz). As sementes foram semeadas sobre três folhas do substrato papel mata borrão, o qual foi umedecido na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, em placas de Petri de vidro (9 cm de diâmetro). Para cada temperatura e a alternada, foram avaliadas quatro repetições de 25 sementes. Para as sementes avaliadas sem luz, as placas de Petri foram envolvidas em saquinhos plásticos de cor preta, para evitar entrada de luz, e avaliadas em sala escura, com lâmpada de luz verde (Brasfort, E27, 15W, 127V). As avaliações da germinação foram realizadas de acordo com as instruções das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).



**Figura 1.** Mesa termogradiente: testes de germinação das sementes de *Apeiba tibourbou* e *Guazuma ulmifolia*, variações de temperatura entre 20°C e 35°C.

As avaliações foram realizadas diariamente, durante 21 dias, porém o teste de germinação durou 28 dias no total, devido aos sete dias adicionais após a contagem final, onde as sementes em início de germinação permaneceram no teste,

e ao final as sementes viáveis foram somadas aos resultados do teste de germinação. Com os dados obtidos, foram calculados os resultados da germinação (em %), o tempo médio para a germinação (TMG) em dias, como sugerido por Laboriau (1983), e o índices de velocidade de germinação (IVG), adimensional, conforme descrito por Maguire (1962).

Ao final do teste, as sementes hidratadas e intactas remanescentes no substrato foram avaliadas por meio do teste de tetrazólio, para verificar a viabilidade. As sementes foram cortadas longitudinalmente, no sentido da espessura, para divisão bilateral e, então, foram mantidas na solução 0,075% do sal de tetrazólio em estufa a 40°C, por 3h.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial com 10 (temperaturas) x 2 (disponibilidade da luz) e 4 repetições de 25 sementes. Os dados foram analisados quanto à variância e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro, por meio do software R Studio.

### **3.2.4. Caracterização da composição química das sementes de *Guazuma* e *Apeiba***

**Teor de proteína solúvel** – foram avaliadas três repetições de 100 mg de sementes secas e moídas. Para a extração foram utilizados 3 mL de tampão fosfato de sódio 50 mM, pH 7,0, com posterior agitação e centrifugação a 10.000 rpm durante 10 minutos (Centrífuga 5418, Eppendorf). O sobrenadante foi recuperado e a extração repetidas por mais duas vezes com o precipitado. Os extratos das três extrações foram juntados e reservados no congelador. Para a dosagem de proteínas solúveis, os extratos foram descongelados e a uma alíquota de 0,02 mL foi adicionado 1,0 mL do reagente de Bradford (BioRad). As reações tiveram as absorbâncias lidas em espectrofotômetro a 595 nm, conforme o método descrito por Bradford (1976). Para o cálculo das concentrações de proteínas nas alíquotas, foi feita uma reta padrão usando-se albumina de soro bovina (BSA) e os resultados expressos em porcentagem da massa seca de semente.

**Teor de proteína estrutural** – foram avaliadas três repetições de 100 mg de sementes secas e moídas. A extração foi realizada utilizando 1 mL de NaOH 1N

pelo período de 1 hora, com agitações a cada 15 minutos. Após centrifugação 10.000 RPM durante 10 minutos (Centrífuga 5418, Eppendorf), o teor de proteína total foi determinado em uma alíquota de 0,02 mL do extrato e foi adicionado 1,0 mL do reagente Bradford (BioRad), conforme descrito acima para proteínas solúveis. Os resultados expressos em porcentagem de massa seca de semente.

**Teor de açúcares solúveis totais** – foi determinado em três repetições de 100 mg de sementes secas e moídas. Para a extração, foram utilizados 3 mL de ETOH (etanol) 70% por 1 hora, com agitações a cada 15 minutos. Após centrifugação 6.000 RPM durante 15 minutos (Centrífuga Avante J-26XPI, Beckman Coulter). O sobrenadante foi reservado e a extração foi repetida por mais duas vezes com o precipitado. Os sobrenadantes das três extrações foram juntados e usados na determinação de açúcares solúveis. Retirou-se uma alíquota de 0,01 mL do extrato e adicionaram-se 0,5 mL de reagente fenol e 2 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. Os açúcares solúveis totais foram determinados pelo método Fenol Sulfúrico (DuBois et al., 1956), usando-se sacarose para fazer a reta padrão. As leituras de absorvância nas amostras foram feitas em espectrofotômetro no comprimento de onda de 490 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem de massa seca de semente.

**Teor de amido** – Após a extração dos açúcares solúveis, o precipitado foi reservado para a dosagem de amido. Ao precipitado foi adicionado 1 mL de ácido perclórico 30%, e deixado em bancada durante 15 h em ambiente. O extrato foi centrifugado a 6.000 RPM durante 15 minutos (Centrífuga Avante J-26XPI, Beckman Coulter), e o sobrenadante foi coletado e reservado em geladeira para uso posterior. A quantidade do amido foi determinada por meio da reação com os reagentes fenol e ácido sulfúrico, conforme o método citado por Yemm e Willis (1954), usando glicose para se obter uma reta padrão. As leituras de absorvância foram feitas em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 490 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem de massa seca de semente.

**Teor de lipídios** – para a determinação, foram utilizadas três repetições de 100 mg de sementes secas e moídas. Os tubos foram inicialmente pesados (Balança

Analítica AY220, Shimadzu. Precisão: 0,1 mg). A extração foi feita utilizando 3 mL de tolueno, com posterior agitação a 100 RPM (Mesa agitadora orbital – MA376, Marconi) durante 15 h. Após centrifugação 10.000 RPM (Centrífuga Avante J-26XPI, Beckman Coulter) recuperou-se o precipitado e foram feitas mais duas extrações. Os tubos com os precipitados foram secos em capela e depois a 60°C e foram pesados. O teor de lipídios foi calculado pela diferença de massa entre o peso da amostra inicial e da final e os resultados expressos em porcentagem.

### **3.3. Resultados**

#### **3.3.1. *Guazuma ulmifolia***

O teor de água das sementes variou ao longo do período de armazenamento, as sementes tinham inicialmente 10,30% de água, 10,60% aos 45 dias, 10,30% aos 90 dias e 10,77% aos 135 dias após o início da pesquisa. Esses resultados são compatíveis com os obtidos por Gonçalves, Paula e Desmatlê (2008), para as sementes de *Guazuma*, quatro lotes, respectivamente 10,0%, 9,5%, 9,2% e 9,4%.

O peso de mil sementes (PMS) das sementes de *Guazuma* variou também, cujos valores foram inicialmente 4,77g e 4,84g após 45 dias, 4,72g aos 90 dias e 5,05g aos 135 dias após início do período de armazenamento das sementes.

A avaliação da germinação das sementes de *Guazuma* indicou que as sementes germinaram em todas as temperaturas constantes e na alternada e nos dois regimes de luz, bem como em todos os períodos de armazenamento analisados.

No período inicial, com luz, as sementes germinaram desde a temperatura 20°C até a de 35°C, porém nesse intervalo, para as temperaturas entre 25°C e 29,9°C e a alternada 20-30°C houve aumento da germinação, mas os resultados não tiveram variação estatística significativa. As temperaturas entre 31,5°C e 35°C apresentaram redução das porcentagens na taxa de germinação e os resultados tiveram variação estatística significativa. Para as sementes semeadas no escuro, houve redução da germinação e os resultados tiveram variação estatística significativa em relação às sementes germinadas na presença de luz (Tabela 1 e Figuras 2A e 2E).

**Tabela 1.** Germinação das sementes de *Guazuma ulmifolia* ao longo do período de armazenamento e em função das variações da temperatura e da disponibilidade da luz para o teste de germinação das sementes.

Temperatura (°C)	Início		45 dias		90 dias		135 dias	
	G%		G%		G%		G%	
	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro
20-21,6°C	44abcA	5abB*	13deA	7aA	23cdeA	5abB	14bcdA	4aB
21,6-23,4°C	45abcA	12abB	45abA	11aB	31bcdA	4abB	29abcA	5aB
23,4-25,0°C	34bcdA	11abB	69aA	9aB	47abA	4abB	33abA	2aB
25,0-26,8°C	59abA	5abB	69aA	8aB	45abA	2abB	20abcdA	11aA
26,8-28,3°C	52abA	6abB	72aA	5aB	50abA	3abB	23abcA	3aB
28,3-29,9°C	61abA	5abB	52abA	4aB	63aA	3abB	28abcA	5aB
29,9-31,5°C	39abcA	2abB	38bcA	2aB	29bcdA	3abB	18abcdA	2aB
31,5-33,1°C	24cdA	4abB	17cdA	1aB	17cdA	2abB	11cdA	2aB
33,1-35°C	16dA	1bB	3eA	2aA	7eA	0bB	5dA	2aA
20-30°C	66aA	14aB	62abA	3aB	44abcA	10aB	36aA	8aB
CV%	26,98		28,47		28,89		33,96	

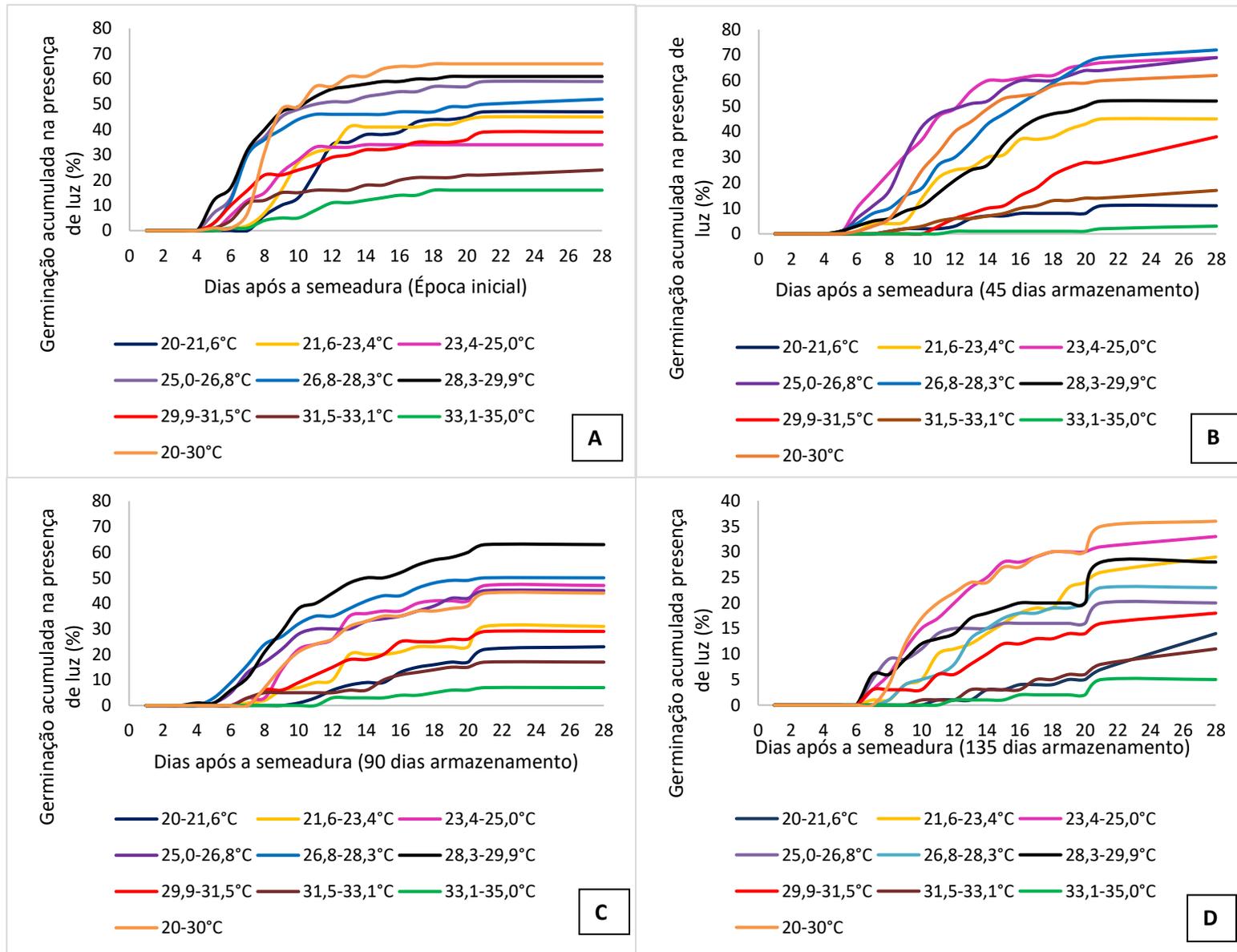
\*Médias, seguidas pela mesma letra minúsculas entre linhas e maiúsculas entre colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

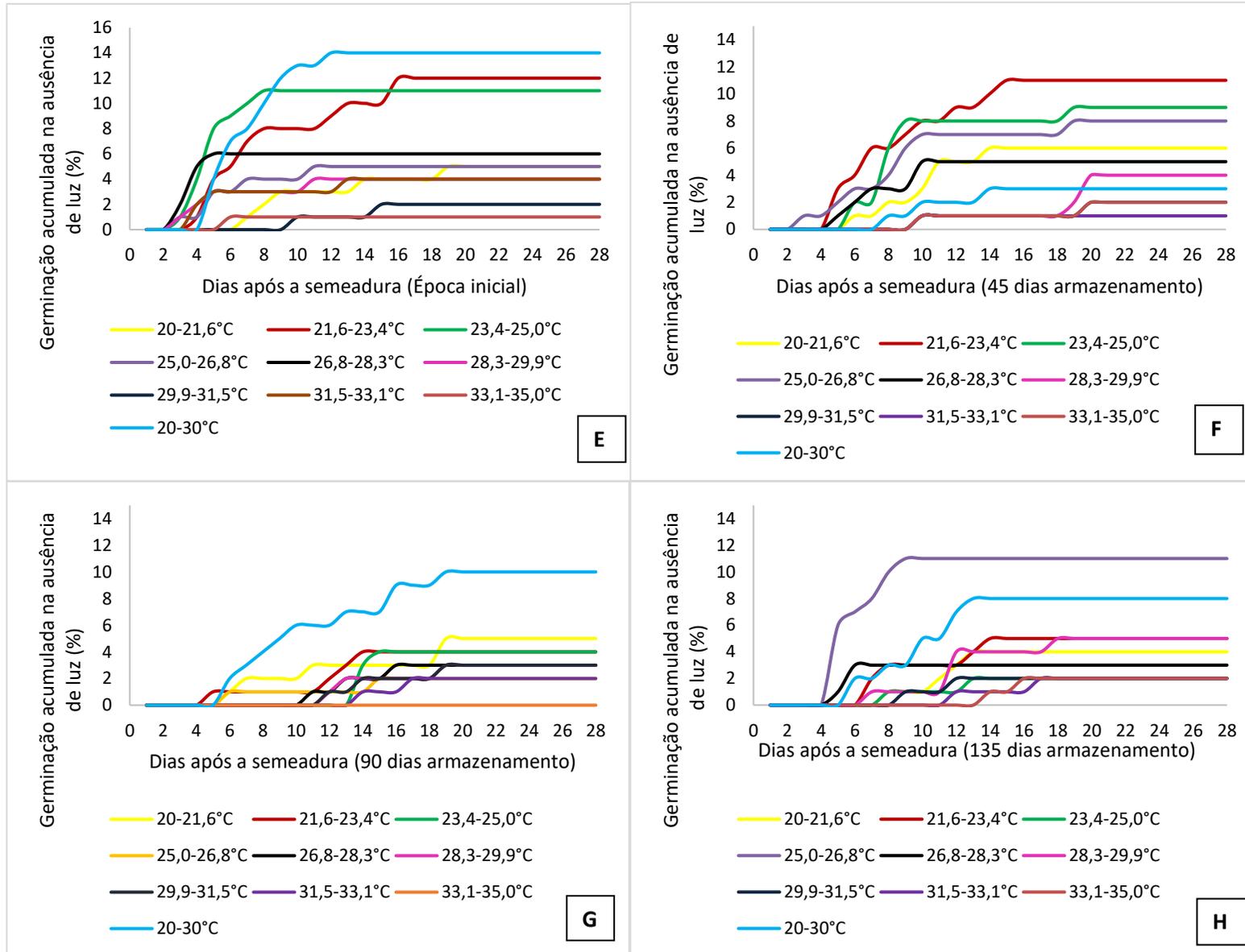
Em relação ao período de 45 dias, com luz, para as temperaturas que variaram entre 23,4°C e 28,3°C constantes e a alternada 20-30°C houve aumento na germinação das sementes de *Guazuma*, porém os resultados não apresentaram variação estatística significativa entre si, porém diferiram estatisticamente das temperaturas nos intervalos de 20°C a 21,6°C, e entre 29,9°C a 31,5°C. As temperaturas entre 33,1°C a 35°C foi o intervalo que houve redução da germinação e os resultados diferiram estatisticamente das outras temperaturas, como observado no período inicial.

Ao observar o terceiro período de armazenamento das sementes, 90 dias, foi observado que no intervalo de temperatura entre 23,4°C a 29,9°C constantes e a alternada 20-30°C houve aumento na germinação, mas os resultados não tiveram variação estatística significativa entre si, porém diferiram dos resultados relacionados aos intervalos de temperaturas entre 20°C a 21,6°C e entre 31,5°C a 35°C. Para o intervalo de temperaturas entre 33,1°C a 35°C houve redução da germinação e os resultados apresentaram variação estatística significativa. Para as sementes germinadas com ausência de luz, houve redução da germinação e os resultados tiveram variação estatística significativa em relação às sementes germinadas na presença de luz.

De acordo com os resultados obtidos no quarto período de armazenamento, aos 135 dias após o início do experimento, foi evidente a redução da germinação para todas as temperaturas avaliadas neste estudo, de acordo com a tabela 1 e figura 2D. Isso está relacionado ao processo de deterioração das sementes ao longo do período de estudo.

Os resultados obtidos da germinação nas temperaturas entre 33,1°C a 35°C indicaram os menores valores da germinação das sementes de *Guazuma*, para todos os períodos analisados e para os dois regimes de disponibilidade da luz.





**Figura 2.** Germinação das sementes de *Guazuma ulmifolia* ao longo do período de armazenamento e em função das variações da temperatura e da disponibilidade da luz para o teste de germinação das sementes. A germinação das sementes na presença de luz está representada nas figuras A, B, C e D; e a germinação das sementes semeadas no escuro está representada nas figuras E, F, G, e H.

A interação entre luz e temperatura foi constatada em todos os períodos estudados. Para todas as temperaturas, as sementes que germinaram sem a luz formaram plântulas estioladas e que os cotilédones permaneceram no interior do tegumento gerando plântulas que foram classificadas como anormais (Figura 4D), o que reduziu a germinação das sementes quando não havia a disponibilidade da luz.

Os resultados de IVG, apresentados na Tabela 2 e na Figura 3, são compatíveis com os obtidos no teste de germinação.

**Tabela 2.** Índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *Guazuma ulmifolia* ao longo do período de armazenamento e em função das variações da temperatura e da disponibilidade da luz para o teste de germinação das sementes

Temperatura (°C)	Início		45 dias		90 dias		135 dias	
	IVG		IVG		IVG		IVG	
	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro
20-21,6°C	0,9cdA	0,1aB*	0,2deA	0,1aA	0,4efA	0,1aB	0,1cdA	0,1aA
21,6-23,4°C	1,1bcA	0,3aB	0,9cA	0,3aB	0,6deA	0,1aB	0,5abA	0,1aB
23,4-25,0°C	1,0cdA	0,4aB	1,8aA	0,2aB	1,0cA	0,1aB	0,7aA	0,0aB
25,0-26,8°C	1,9aA	0,2aB	1,7aA	0,2aB	1,2bcA	0,0aB	0,5abA	0,3aA
26,8-28,3°C	1,7abA	0,3aB	1,5abA	0,1aB	1,4abA	0,0aB	0,4abcA	0,0aB
28,3-29,9°C	2,0aA	0,2aB	1,1bcA	0,0aB	1,6aA	0,0aB	0,6abA	0,1aB
29,9-31,5°C	1,1bcA	0,0aB	0,5dA	0,0aB	0,6deA	0,0aB	0,3bcdA	0,0aB
31,5-33,1°C	0,7cdA	0,1aB	0,3deA	0,0aA	0,4efA	0,0aB	0,1cdA	0,0aA
33,1-35,0°C	0,4dA	0,0aA	0,0eA	0,0aA	0,1fA	0,0aA	0,0dA	0,0aA
20-30°C	1,8aA	0,4aB	1,4abA	0,1aB	1,0cdA	0,2aB	0,8aA	0,2aB
CV%	38,33		35,83		36,42		60,1	

\*Médias, seguidas pela mesma letra minúsculas entre linhas e maiúsculas entre colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

Os dados de IVG do período inicial, que apresentaram resultados superiores, demonstram que para as temperaturas entre 25,0°C e 29,9°C, bem como a temperatura alternada 20-30°C, houve aumento no valor de IVG, porém os resultados não tiveram variação estatística significativa entre si, mas diferiram estatisticamente das outras temperaturas avaliadas.

Ao observar o período de 45 dias, foi verificado que a temperatura alternada 20-30°C e as temperaturas dentro do intervalo de 23,4°C a 28,3°C apresentaram

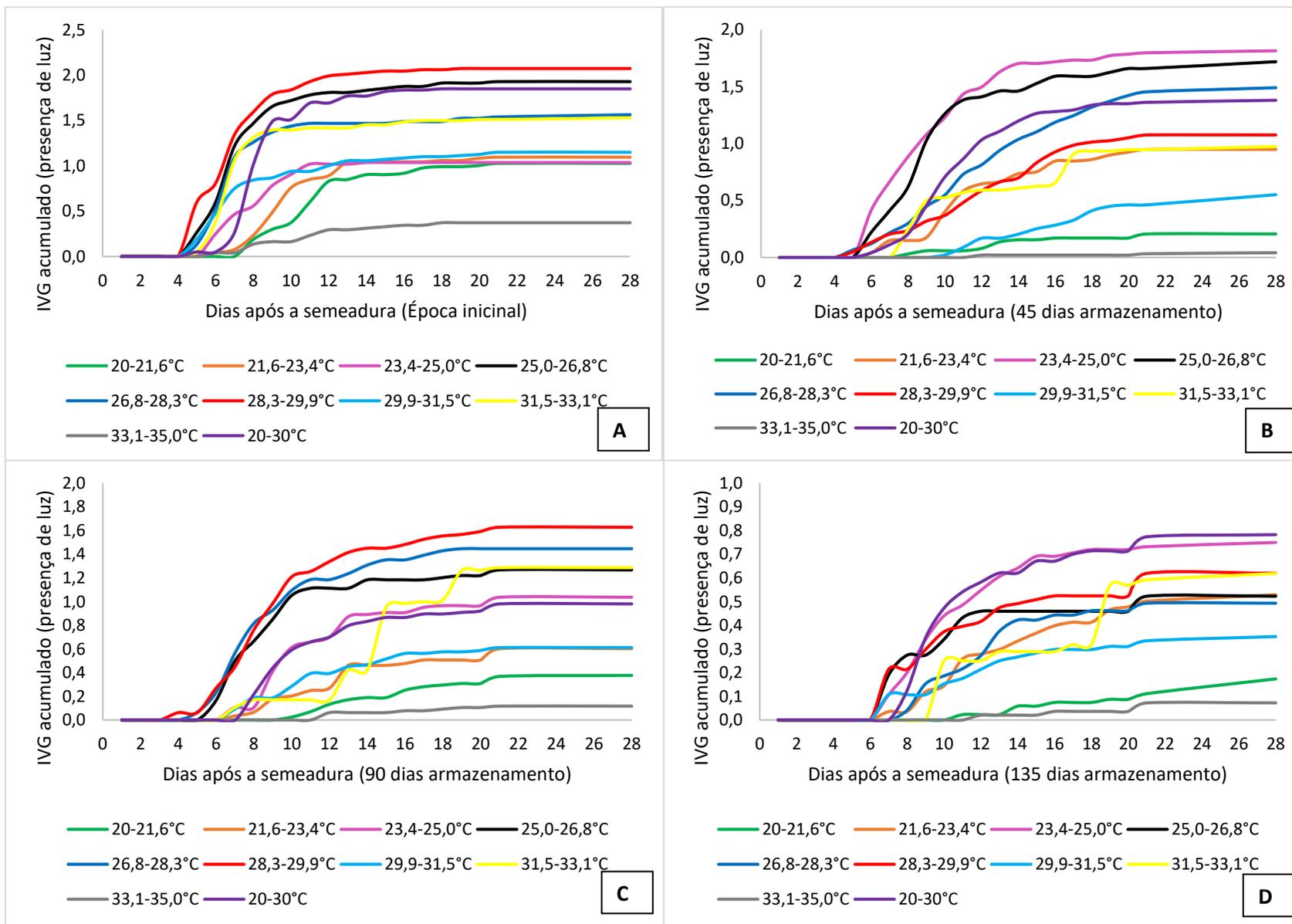
valores de IVG superior, mas os resultados não diferiram estatisticamente entre si, porém apresentaram variação estatística significativas em relação às outras temperaturas.

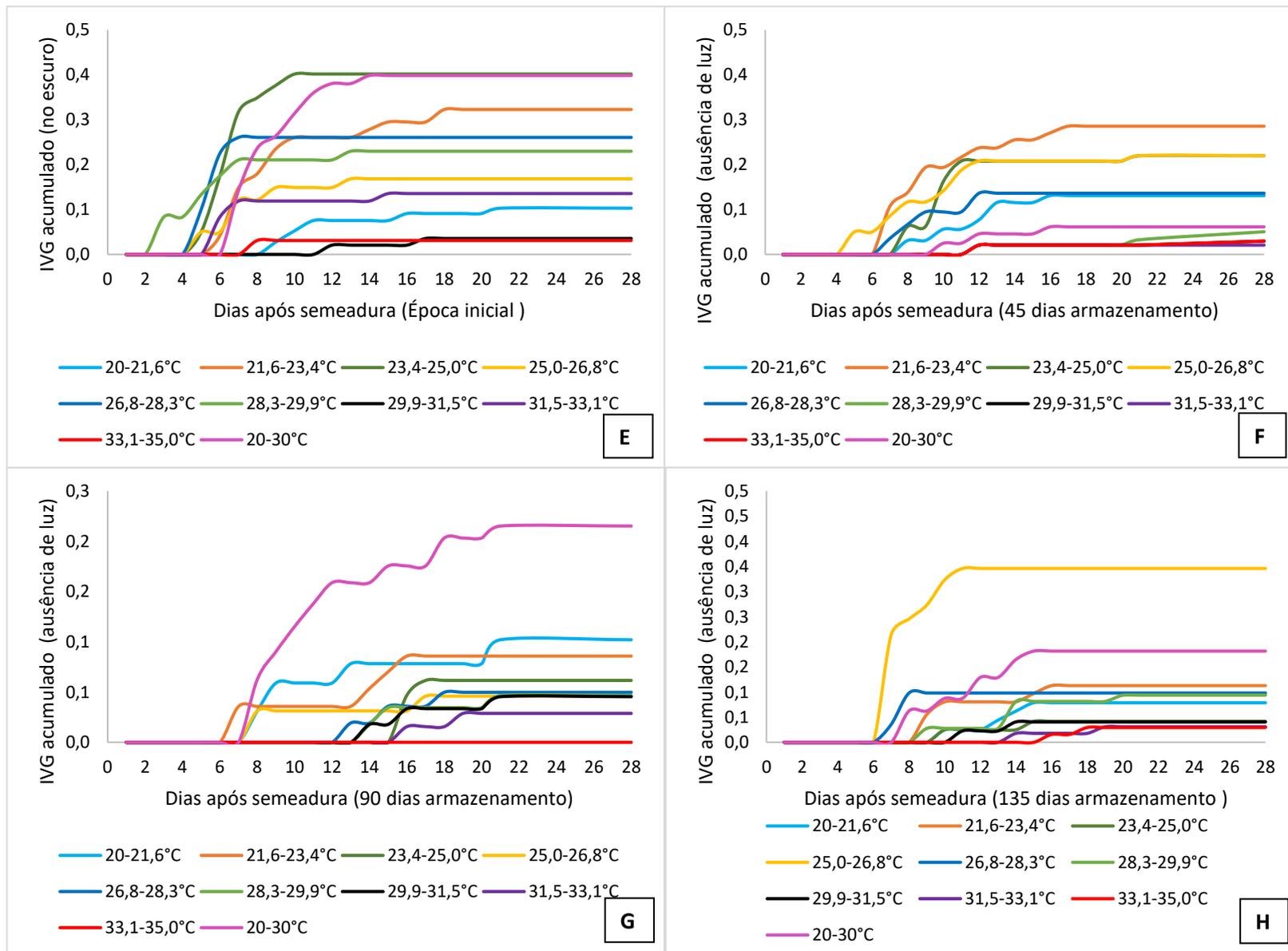
Já para o período de 90 dias, foi observado que os valores de IVG foram superiores para as faixas de temperatura entre 25°C a 29,9°C e, dentro desse intervalo, o IVG do intervalo de temperaturas entre 28,3°C a 29,9°C não apresentou variação estatística significativa em relação ao intervalo de temperatura entre 26,8°C a 28,3°C, mas diferiu estatisticamente das outras temperaturas avaliadas no estudo.

Em relação ao último período analisado, 135 dias, é evidente a redução dos valores de IVG para todas as temperaturas, bem como para a alternada, como observado na Figura 3. Essa informação é compatível com os resultados da germinação, evidenciando que as sementes se deterioraram ao longo do tempo.

A interação entre luz e temperatura foi observada para todas as temperaturas e os resultados de IVG provenientes das sementes que foram expostas à luz apresentaram valores que tiveram variação estatística significativa em relação aos obtidos a partir das que permaneceram no escuro.

Este resultado é compatível com os do teste de germinação e confirma que a luz influencia no processo germinativo, afetando diretamente a velocidade.





**Figura 3.** Índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *Guazuma ulmifolia* ao longo do período de armazenamento e em função das variações da temperatura e da disponibilidade da luz para o teste de germinação das sementes. A germinação das sementes na presença de luz está representada nas figuras A, B, C e D; e a germinação das sementes semeadas no escuro está representada nas figuras E, F, G, e H.

**Tabela 3.** Tempo médio de germinação (TMG) das sementes de *Guazuma ulmifolia* ao longo do período de armazenamento e em função das variações da temperatura e da disponibilidade da luz para o teste de germinação das sementes

Temperatura (°C)	Início			45 dias			90 dias		135 dias		
	TMG			TMG			TMG		TMG		
	Luz	Escuro	Médias	Luz	Escuro	Médias	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Médias
20-21,6°C	13	10	12a*	15	10	13a	15aA	16aA*	17	13	15a
21,6-23,4°C	11	11	11ab	13	10	12a	14aA	13abcA	14	12	13abc
23,4-25,0°C	9	7	8abc	10	11	11a	13aA	16aA	11	6	8c
25,0-26,8°C	9	6	8bc	11	7	9a	11aA	6cdA	11	8	10bc
26,8-28,3°C	8	4	6c	13	7	10a	10aA	12abcA	14	4	9bc
28,3-29,9°C	8	5	7c	14	4	9a	11aA	8bcA	14	11	12abc
29,9-31,5°C	10	7	9abc	16	3	10a	12a	13abc	14	6	10bc
31,5-33,1°C	11	4	8c	14	3	9ab	13aA	9bcA	16	8	12abc
33,1-35,0°C	12	2	7c	4	3	4b	17aA	0dB	19	9	14ab
20-30°C	9	9	9abc	12	6	9a	12aA	14abB	12	11	12abc
Médias	10A	7B		12A	7B				14A	9B	
CV%	42,85			50			43,14		42,02		

\*Médias, seguidas pela mesma letra minúsculas entre linhas e maiúsculas entre colunas, não diferem entre si pelo teste de t de Student a 5% de probabilidade de erro

Em relação ao TMG, para os quatro períodos analisados, o inicial, após 45 dias e após 135 dias de armazenamento, a partir início do experimento, não apresentaram interação entre temperatura e luz e seus níveis. Já em relação ao período de 90 dias, houve interação entre os fatores estudados.



**Figura 4.** Plântula normal com presença das folhas cotiledonares, hipocótilo e raiz primária (A), plântula anormal sob presença de luz (em B presença da parte aérea, porém o sistema radicular não se desenvolveu; em C os cotilédones permaneceram presos no interior do tegumento e a raiz

primária não se desenvolveu) e plântula estiolada, classificada como anormal, sob ausência de luz (D) da espécie *G. ulmifolia*

A germinação das sementes da *Guazuma ulmifolia* pode ser caracterizada como do tipo epígea, na qual os cotilédones e a gema apical são elevados acima da superfície do solo pelo alongamento do hipocótilo, como pode ser observado na Figura 5.



**Figura 5.** Germinação da semente e desenvolvimento da plântula de *Guazuma ulmifolia*. A sequência do desenvolvimento é representada pela semente, emissão da raiz primária, alongamento do hipocótilo, emissão das folhas cotilédonares do interior do tegumento e completo desenvolvimento da plântula normal (presença da raiz primária, hipocótilo e folhas cotilédonares).

### 3.3.2. *Apeiba tibourbou*

O teor de água das sementes de *Apeiba* variou ao longo do período de armazenamento, inicialmente as sementes tinham 6,01% de água, 5,94% aos 45 dias, 6,90% aos 90 dias, 6,23% aos 135 dias, e 6,81% aos 180 dias após início do experimento. Esses resultados foram inferiores aos observados por Matos et al. (2008), ao estudarem os efeitos das embalagens e do ambiente na germinação das sementes de *Apeiba*. Os autores descreveram valores de teores de água de 7,62%, 8,66%, 8,46%, 9,57%, 9,53% e 9,21% para os períodos inicial, 45 dias, 90 dias, 135 dias, 180 dias e 225 dias de armazenamento, respectivamente, para sementes

armazenadas em embalagem papel kraft e condição de ambiente natural de laboratório.

O PMS das sementes de *Apeiba* variou também, cujos valores foram 5,78g o inicial, 5,59g após 45 dias, 5,67g aos 90 dias, 5,77g aos 135 dias e 5,78g aos 180 dias após início do período de armazenamento das sementes.

A avaliação da germinação das sementes de *Apeiba* indicou que houve germinação em todas as temperaturas constante e alternada, nos dois regimes de luz estudado, bem como em todos os períodos de armazenamento analisados.

**Tabela 4.** Germinação das sementes de *Apeiba tibourbou* ao longo do período de armazenamento e em função das variações da temperatura e da disponibilidade da luz para o teste de germinação das sementes.

Temperatura (°C)	Início		45 dias		90 dias		135 dias		180 dias	
	G%		G%		G%		G%		G%	
	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro
20-21,6°C	61bcA	24abcB*	54cdeA	21abB	53dA	22abB	27eA	15bcB	29cA	21abA
21,6-23,4°C	78abA	39aB	51deA	17abB	61cdA	23abB	54dA	23abcB	51bcA	17bB
23,4-25,0°C	83aA	20abcB	77abcA	24aB	84abA	26aB	54dA	15bcB	72abA	17bB
25,0-26,8°C	87aA	14bcB	78abA	23aB	86aA	17abcB	95aA	20abcB	83aA	27abB
26,8-28,3°C	85aA	28abB	83abA	22aB	88aA	15abcB	91abA	31abB	80aA	29abB
28,3-29,9°C	86aA	15bcB	91aA	18abB	83abcA	15abcB	90abcA	26abB	85aA	20bB
29,9-31,5°	75abA	10bcB	75abcdA	11abB	80abcA	5cB	88abcA	15abcB	70abA	29abB
31,5-33,1°C	70abcA	12bcB	70bcdA	11abB	62bcdA	8bcB	82bcA	14bcB	82aA	14bB
33,1-35,0°C	51cA	7cB	37eA	6bB	38dA	11abcB	70cdA	10cB	54bA	10bB
20-30°C	80abA	24abcB	83abA	30aB	88aA	27aB	83abcA	36aB	88aA	45aB
CV%	14,24		15,82		16,27		13,95		15,89	

\*Médias, seguidas pela mesma letra minúsculas entre linhas e maiúsculas entre colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

No período inicial, com luz, as sementes germinaram desde a temperatura de 20°C até a de 35°, porém dentro desse intervalo, para as temperaturas entre 23,4°C a 29,9°C e a alternada 20-30°C houve aumento da germinação, mas os resultados não apresentaram variação estatística entre si, porém diferiram estatisticamente dos intervalos de 20,0°C a 21,6°C e 33,1°C a 35,0°C. Para as sementes que germinaram sob ausência de luz, houve redução da germinação e os resultados tiveram variação estatística significativa em relação às sementes germinadas na presença da luz (Tabela 4, Figuras 6A e 6F).

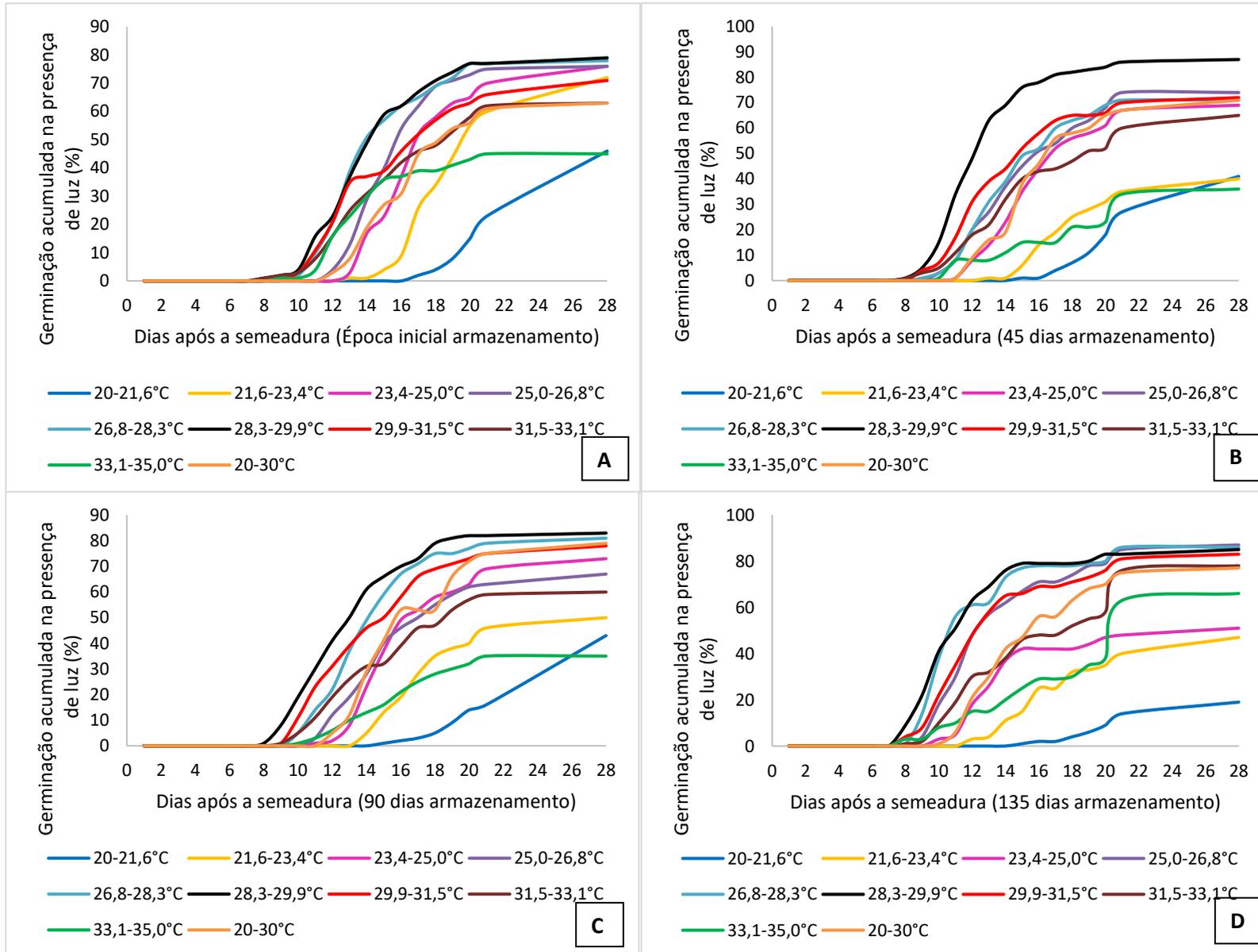
Ao observar o período de 45 dias, com luz, para as temperaturas entre 23,4°C a 31,5°C constante e a alternada 20-30°C houve aumento da germinação das sementes de *Apeiba*, e dentro desse intervalo, as temperaturas de 28,3°C a 29,9°C apresentaram germinação superior, mas os resultados não apresentaram variação estatística significativa. As temperaturas entre 33,1°C a 35,0°C foi o intervalo que houve redução da germinação e os resultados apresentaram variação significativa. As sementes semeadas no escuro apresentaram redução da germinação e os resultados tiveram variação estatística significativa em relação às sementes germinadas na presença de luz, como observado para o período inicial.

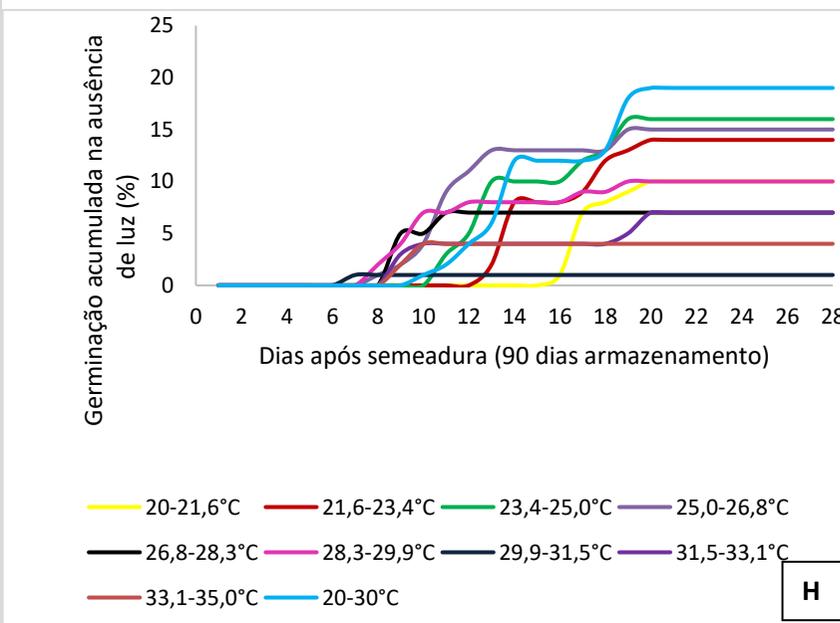
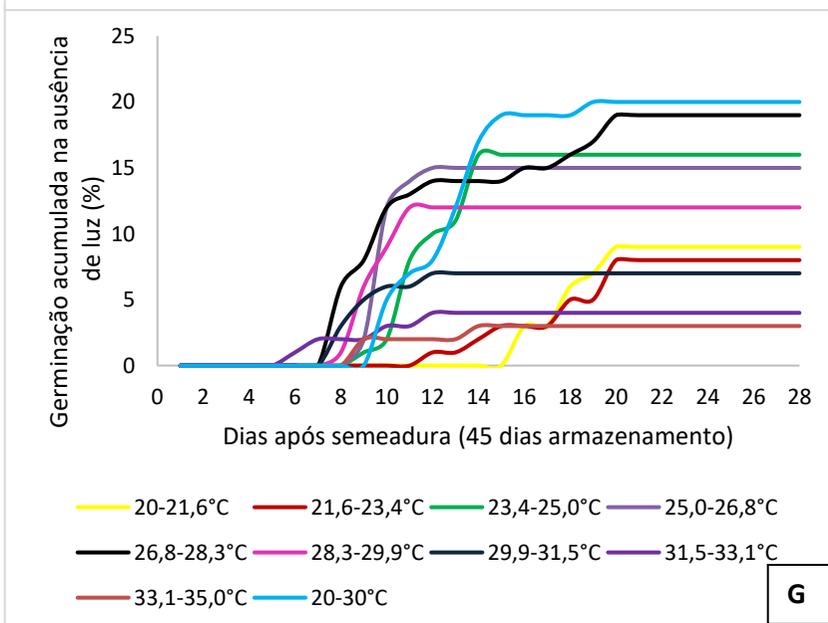
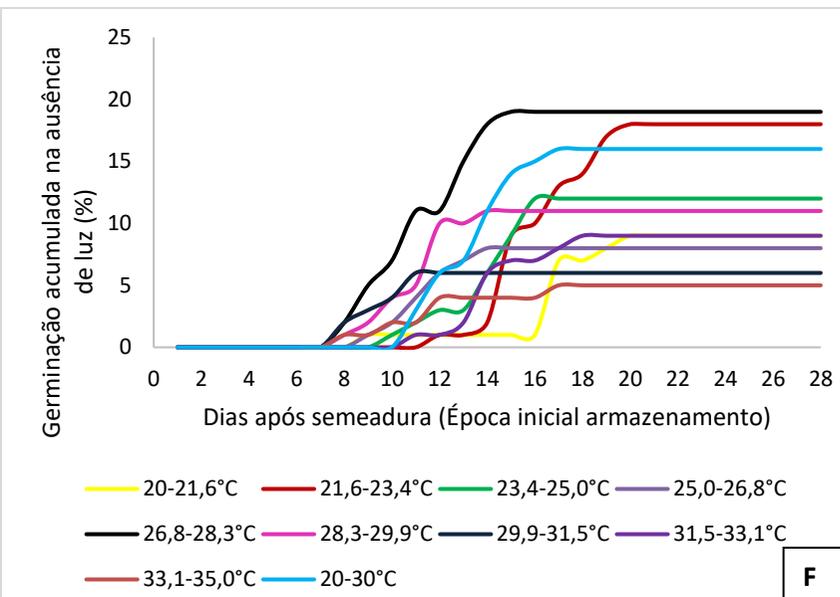
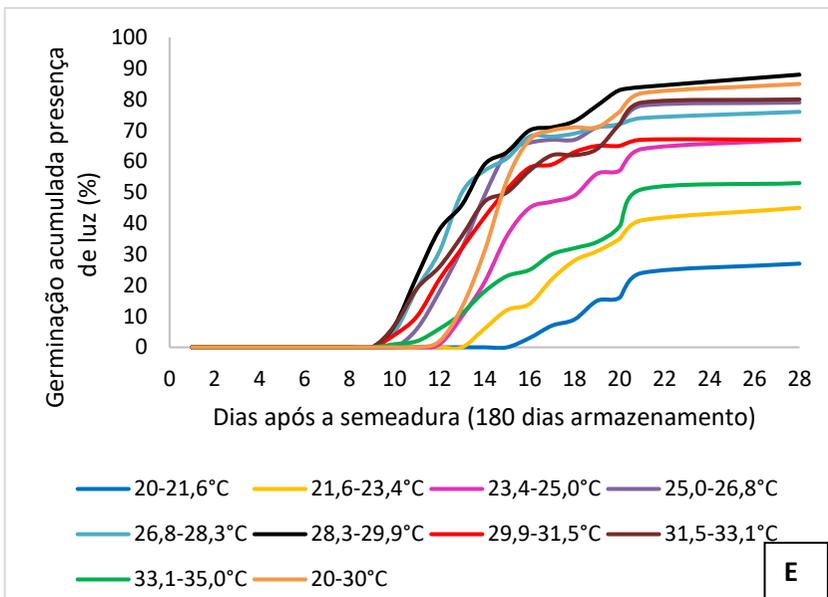
Em relação aos resultados do terceiro período, 90 dias, as temperaturas entre 23,4°C a 31,5°C constantes e a alternada 20-30°C apresentaram aumento na porcentagem de germinação e os resultados não diferiram estatisticamente entre si, porém apresentaram variação estatística significativa em relação as temperaturas dos intervalos entre 20,0°C a 21,6°C e 33,1°C a 35,0°C. Para as sementes que germinaram sob escuro, houve redução na germinação e os resultados foram estatisticamente significativos em relação às sementes germinadas na presença de luz.

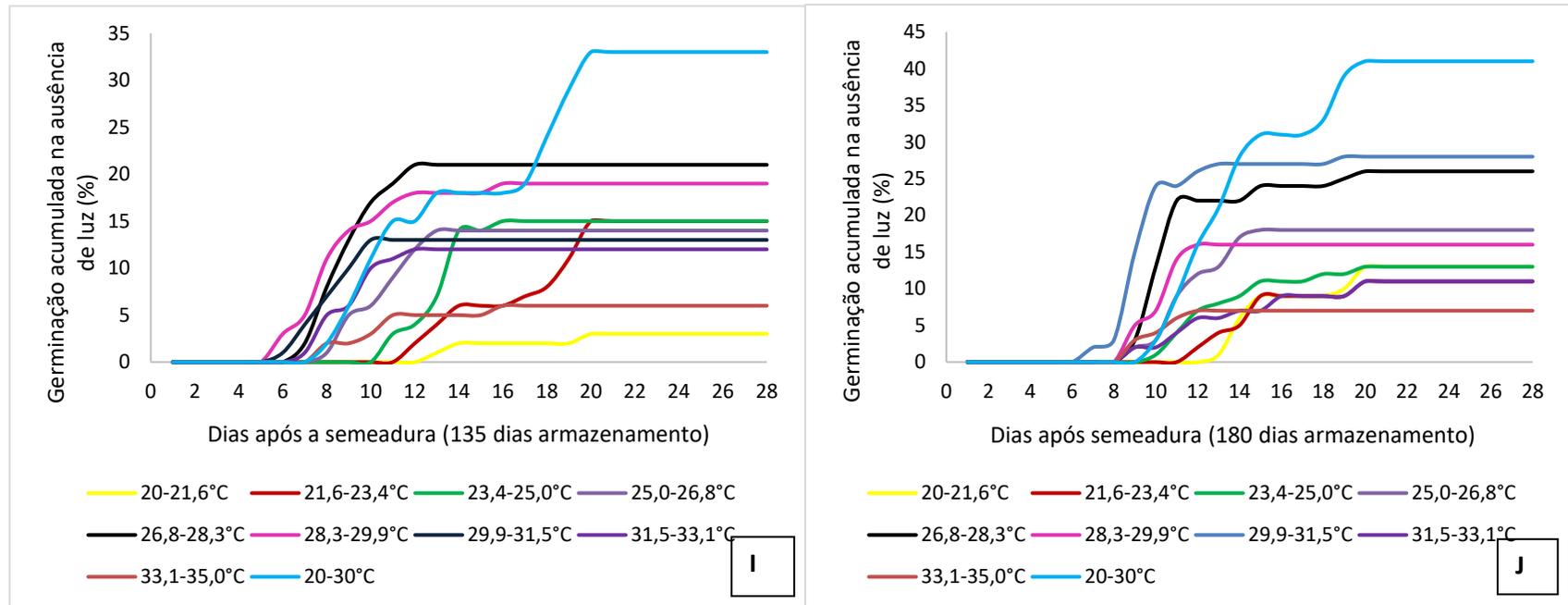
De acordo com os resultados obtidos no quarto período, 135 dias após o início do experimento, houve aumento na taxa de germinação para as temperaturas entre 25,0°C a 31,5°C constantes e a alternada 20-30°C, e dentro desse intervalo, as temperaturas entre 25,0°C a 26,8°C apresentaram maior valor médio, porém os resultados não tiveram variação estatística significativa entre si, mas diferiram dos intervalos de temperaturas entre 20°C a 25°C. Para as sementes colocadas para germinar no escuro, houve redução da germinação e os resultados obtidos

apresentaram variação estatística significativa em relação às sementes germinadas na presença de luz.

Os resultados de germinação do período de 180 dias após o início do experimento, demonstraram que para as temperaturas entre 25,0°C a 33,1°C constante e a alternada 20-30°C houve aumento na germinação, porém os resultados não apresentaram variação estatística significativa entre si, mas diferiam dos intervalos entre 20,0°C a 23,4°C e entre 33,1°C a 35°C. As sementes que permaneceram no escuro, apresentaram redução da germinação e os resultados tiveram variação estatística significativa em relação às sementes germinadas na presença de luz.







**Figura 6.** Germinação das sementes de *Apeiba tiboubou* ao longo do período de armazenamento e em função das variações da temperatura e da disponibilidade da luz para o teste de germinação das sementes. A germinação das sementes na presença de luz está representada nas figuras A, B, C, D e E; e a germinação das sementes semeadas no escuro está representada nas figuras F, G, H, I e J.

A interação entre luz e temperatura foi constatada para os cinco períodos estudados. Para todas as temperaturas, as sementes que germinaram sob ausência de luz apresentaram plântulas estioladas e que os cotilédones permaneceram no interior do tegumento gerando plântulas que foram classificadas como anormais (Figura 8B), o que reduziu a germinação das sementes quando não havia disponibilidade de luz.

Os resultados obtidos de IVG, apresentados na Tabela 6 e Figura 7, são compatíveis com os obtidos no teste de germinação.

**Tabela 6.** Índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *Apeiba tibourbou* ao longo do período de armazenamento e em função das variações da temperatura e da disponibilidade da luz para o teste de germinação das sementes.

Temperatura (°C)	Início		45 dias		90 dias		135 dias		180 dias	
	IVG		IVG		IVG		IVG		IVG	
	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro
20-21,6°C	0,3dA	0,1aB	0,3cA	0,1aB	0,2eA	0,1aA	0,2gA	0,0cA	0,3eA	0,2bcB
21,6-23,4°C	0,8cA	0,2aB	0,5cA	0,1aB	0,7dA	0,2aB	0,6fA	0,2abcB	0,6deA	0,1cB
23,4-25,0°C	1,1bcA	0,2aB	1,1bA	0,3aB	1,1cA	0,3aB	0,9efA	0,2abcB	1,0bcA	0,2bcB
25,0-26,8°C	1,2abA	0,2aB	1,3bA	0,3aB	1,1cA	0,3aB	1,7abA	0,3abcB	1,4abA	0,3abcB
26,8-28,3°C	1,4aA	0,4aB	1,3bA	0,4aB	1,5abA	0,2aB	1,9aA	0,5abB	1,4abA	0,5abcB
28,3-29,9°C	1,4aA	0,2aB	1,8aA	0,3aB	1,7aA	0,2aB	1,9aA	0,5abB	1,6aA	0,3abcB
29,9-31,5°	1,2abA	0,1aB	1,3bA	0,2aB	1,4abA	0,0aB	1,7abA	0,3abcB	1,2abA	0,6abB
31,5-33,1°C	1,1bcA	0,1aB	1,1bA	0,1aB	1,1cA	0,1aB	1,3bcA	0,3abcB	1,4abA	0,2cB
33,1-35,0°C	0,8cA	0,1aB	0,5cA	0,1aB	0,6dA	0,1aB	1,0deA	0,1bcB	0,8cdA	0,1bcB
20-30°C	1,0bcA	0,3aB	1,1bA	0,3aB	1,2bcA	0,3aB	1,3cdA	0,5aB	1,4abA	0,6aB
CV%	20,58		22,03		22,91		18,8		25,09	

\*Médias, seguidas pela mesma letra minúsculas entre linhas e maiúsculas entre colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro

Os resultados de IVG do período inicial, que apresentaram valores superiores para as temperaturas entre 25°C a 31,5°C e, dentro desse intervalo, as temperaturas entre 26,8°C a 28,3°C e entre 28,3°C a 29,9°C, tiveram aumento do IVG, porém os resultados não apresentaram variação estatística entre si, mas diferiram das outras temperaturas estudadas.

Em relação ao período de 45 dias, para as temperaturas constante entre 28,3°C a 29,9°C, foi verificado valor superior de IVG e esse resultado apresentou variação estatística significativa em relação às demais temperaturas. Os resultados de IVG para o terceiro período, 90 dias, apresentaram valores superiores de IVG para as temperaturas entre 26,8°C a 28,3°C, entre 28,3°C a 29,3°C e 29,3°C a 31,5°C, e dentro desse intervalo, as temperaturas entre 28,3°C a 29,9°C apresentaram maior valor de IVG, mas os resultados não tiveram variação estatística significativa entre si, porém tiveram diferença estatística em relação às outras temperaturas avaliadas.

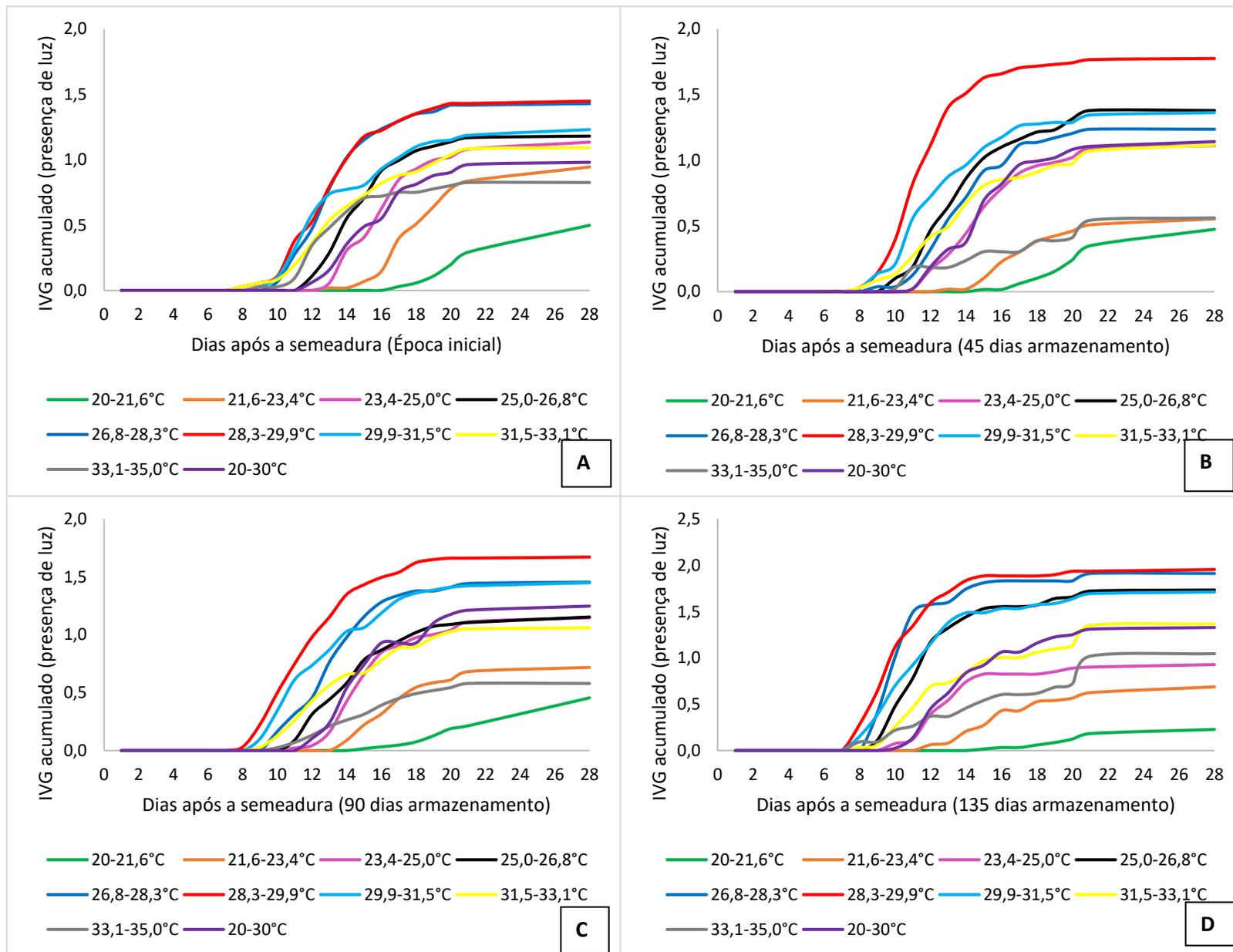
No período de 135 dias, para as temperaturas constante entre 25°C a 26,8°C, entre 26,8°C a 28,3°C, entre 28,3°C a 29,9°C e 29,9°C a 31,5°C apresentaram valores superiores de IVG e, dentre esses valores, as temperaturas entre 26,8°C a 28,3°C e entre 28,3°C a 29,9°C, tiveram valores de IVG maiores, porém os resultados não apresentaram variação estatística significativa entre si, mas diferiram estatisticamente dos demais intervalos de temperatura.

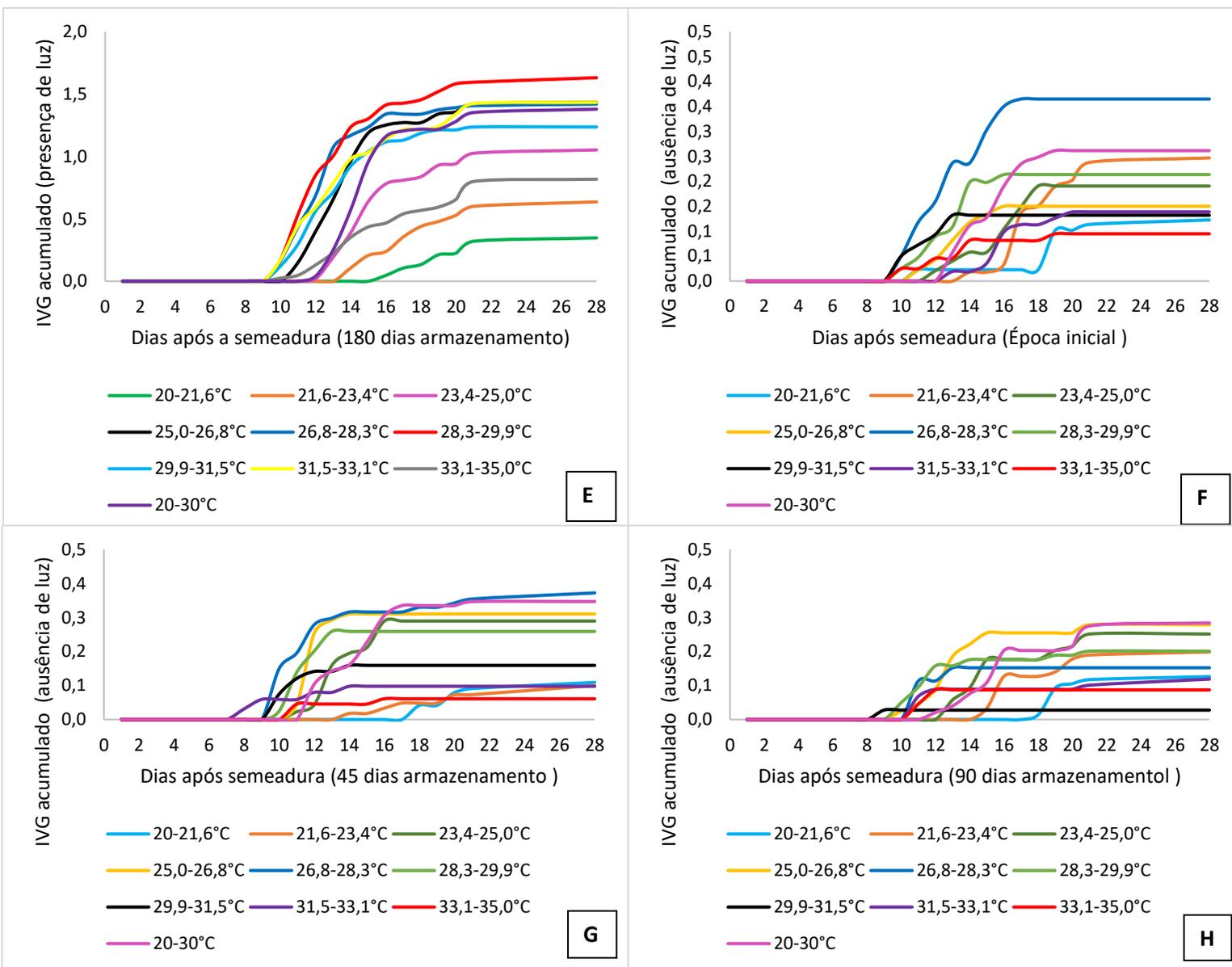
E para o último período, 180 dias, o intervalo de temperatura entre 28,3°C a 29,9°C apresentou valor superior de IVG e diferiu estatisticamente dos resultados obtidos dos intervalos de temperaturas entre 20°C a 25°C e entre 33,1°C a 35°C; porém os resultados das temperaturas entre 28,3° a 29,9°C não apresentaram variação estatística significativa em relação aos intervalos de temperaturas entre 25,0°C a 28,3°C e 29,9°C a 33,1°C constantes e a alternada 20-30°C.

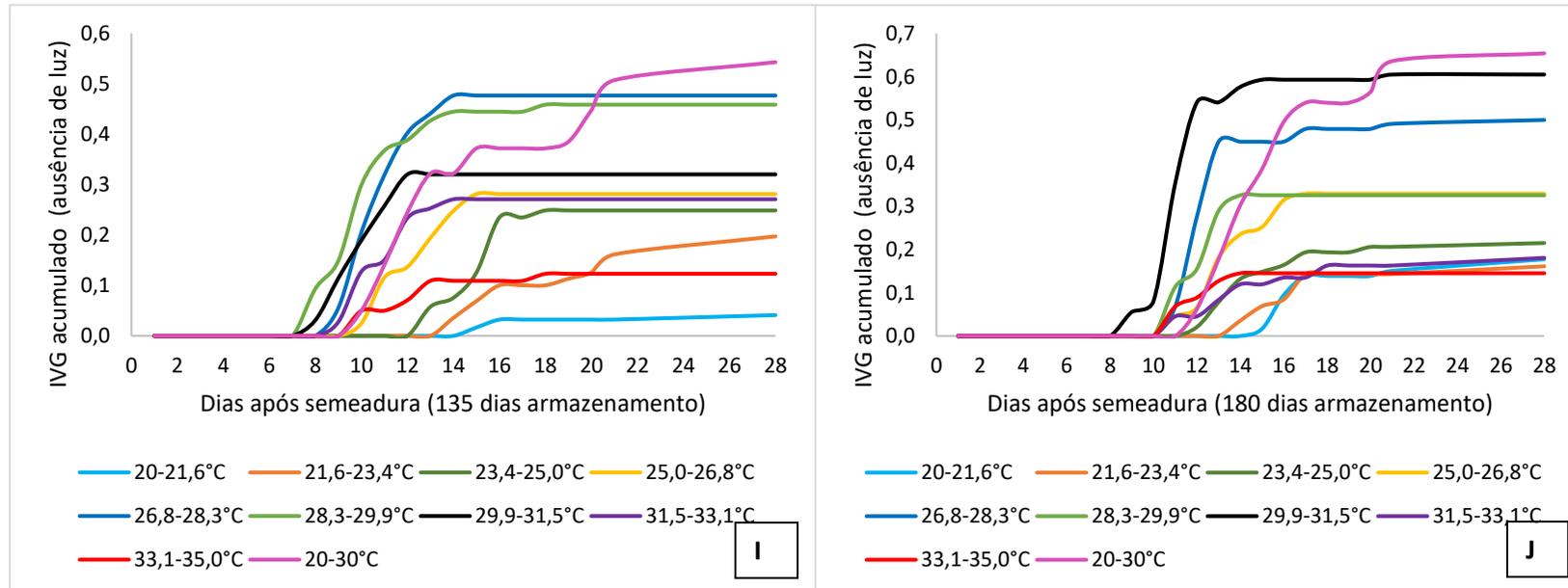
No decorrer do experimento, não foi observada variação estatística significativa dos valores de germinação e IVG, demonstrando que a viabilidade das sementes foi conservada ao longo do período de estudo.

A interação entre luz e temperatura foi observada para todas as temperaturas e os resultados de IVG provenientes das sementes que foram expostas à luz apresentaram valores que tiveram variação estatística significativa em relação aos obtidos a partir das que permaneceram no escuro. Este resultado é compatível com

os do teste de germinação e confirma que a luz influencia no processo germinativo, afetando diretamente a velocidade.







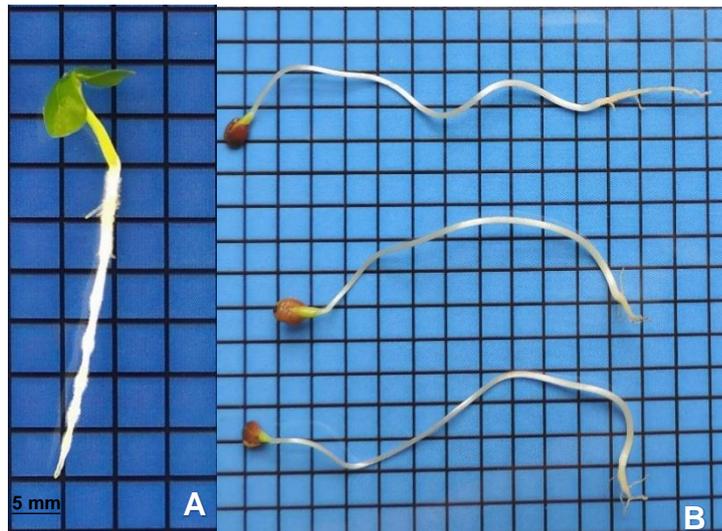
**Figura 7.** Índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *Apeiba tibourbou* ao longo do período de armazenamento e em função das variações da temperatura e da disponibilidade da luz para o teste de germinação das sementes. A germinação das sementes na presença de luz está representada nas figuras A, B, C, D e E; e a germinação das sementes semeadas no escuro está representada nas figuras F, G, H, I e J.

**Tabela 7.** Tempo médio de germinação (TMG) das sementes de *Apeiba tibourbou* ao longo do período de armazenamento e em função das variações da temperatura e da disponibilidade da luz para o teste de germinação das sementes

Temperatura (°C)	Início			45 dias			90 dias		135 dias		180 dias		
	TMG			TMG			TMG		TMG		TMG		
	Luz	Escuro	Média	Luz	Escuro	Média	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Média
20-21,6°C	20	14	17a*	19	14	17a*	19aA	19aA*	19a	8e*	19	17	18a*
21,6-23,4°C	18	18	18a	17	12	15abc	17abA	17abA	16abc	17a	18	16	17ab
23,4-25,0°C	16	16	16ab	16	14	15abc	16bcA	16abA	14bcd	15ab	16	14	15bc
25,0-26,8°C	15	13	15bcd	15	12	14abc	15bcA	13bcA	13bcd	13bcd	14	14	14cd
26,8-28,3°C	14	13	14cd	15	13	14abc	14bcA	9eB	12d	11cde	13	13	13cd
28,3-29,9°C	14	13	14cd	13	12	13bc	13cA	12cdA	11d	11de	14	12	13cd
29,9-31,5°C	15	12	13d	14	11	13bc	14bcA	2fB	13cd	10de	14	12	13cd
31,5-33,1°C	15	16	16abc	15	11	13bc	15bcA	9deB	15bcd	11cde	15	11	13d
33,1-35,0°C	14	14	14bcd	17	7	12c	16bcA	12cdeB	17ab	10de	17	9	13cd
20-30°C	16	16	16ab	16	15	16ab	16bcA	17abA	15bcd	15abc	15	16	16bc
Média	16A	15B		16A	12B						16A	13B	
CV%		16,24			25,69		17		19,81		16		

\*Médias, seguidas pela mesma letra minúsculas entre linhas e maiúsculas entre colunas, não diferem entre si pelo teste de t de Student a 5% de probabilidade de erro

Ao observar os resultados do TMG, para os períodos inicial, 45 dias e 180 dias, a partir do início do experimento, não houve interação entre temperatura e luz e seus níveis. Todavia, para os períodos de 90 e 135 dias de armazenamento após o início do experimento, houve interação entre os fatores estudados.



**Figura 8.** Plântula normal com presença da raiz primária, hipocótilo e folhas cotiledonares (A) e plântula estiolada, classificada como anormal, sob ausência de luz (B) da espécie *Apeiba tibourbou*

A germinação das sementes de *Apeiba tibourbou*, pode ser classificada como do tipo epígea, na qual a gema apical e os cotilédones são elevados acima do solo pelo alongamento do hipocótilo, como pode ser observado na figura 9.



**Figura 9.** Germinação da semente e desenvolvimento da plântula de *A. tibourbou*. A sequência do desenvolvimento é representada pela semente, emissão da raiz primária, alongamento do hipocótilo, emissão das folhas cotiledonares do interior do tegumento e completo desenvolvimento da plântula normal (presença da raiz primária, hipocótilo e folhas cotiledonares).

### 3.3.3. Caracterização da composição química das reservas das sementes de *Guazuma* e *Apeiba*

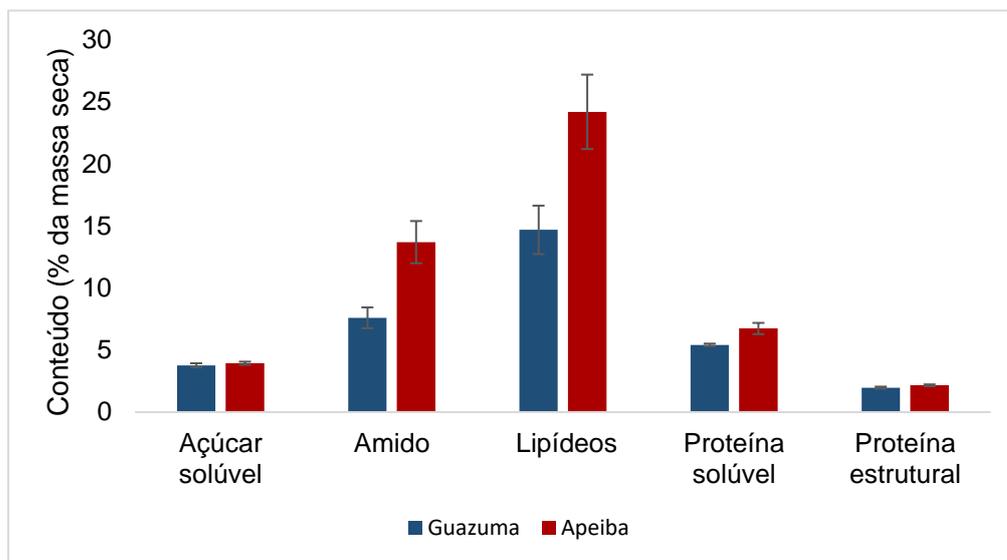
As sementes de diferentes espécies apresentam diferentes comportamentos sob mesma condição de umidade relativa do ar (UR). Isto se deve devido à composição química das sementes. Para as duas espécies avaliadas, as quais foram conservadas sob condição ambiente de laboratório, os resultados obtidos da composição química de ambas são diferentes entre si, como pode ser observado na tabela 8 a seguir.

**Tabela 8.** Composição química de sementes de *Guazuma ulmifolia* e *Apeiba tibourbou*

Espécie	Açúcar solúvel	Amido	Lípideo	Proteína solúvel	Proteína ligada
<i>Guazuma</i>	3,77	7,6	14,69	5,42	1,97
<i>Apeiba</i>	3,94	13,7	24,2	6,74	2,16

Para as sementes de *G. ulmifolia*, verificou-se que o composto químico encontrado em maior quantidade nas sementes são os lipídeos, com cerca de

14,69%, seguido pelos teores de carboidratos e proteínas, respectivamente; Já em relação às sementes de *A. tibourbou*, os lipídeos também foi o composto encontrado em maior quantidade, com 24,2%, seguido pelos teores de carboidratos e proteínas, como pode ser observado na figura 12. Resultados semelhante para o teor de lipídeos das sementes de *Apeiba*, cerca de 22,21%, foram obtidos por Caramori et al. (2004), ao estudar a caracterização química de espécies do cerrado brasileiro.



**Figura 10.** Porcentagem da composição química de sementes de *G. ulmifolia* e *A. tibourbou*

### 3.4. Discussão

#### 3.4.1. *Guazuma ulmifolia* e *Apeiba tibourbou*

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), o peso das sementes é diretamente influenciado pelo teor de água e fornece informações sobre a maturidade das sementes e, conseqüentemente, o parâmetro fisiológico.

Durante o processo de formação das sementes, a maturidade fisiológica identifica o momento que é cessado o transporte de matéria seca para as sementes e, nesse momento o potencial fisiológico é elevado ou máximo para algumas espécies. Em muitas espécies vegetais, a maturidade fisiológica se dá quando ocorre o máximo acúmulo de matéria seca e esse momento coincide com a máxima germinação e vigor das sementes (Delouche, 1971; Ellis e Pieta Filho, 1992; TeKrony e Egli, 1997; Carvalho e Nakagawa, 2012).

Ao observar o teor de água das sementes de *G. ulmifolia* e a relação entre a água e a semente, a água presente nas sementes pode ser considerada a do tipo 2 (teor de água de 7,5 a 20%) (Vertucci e Leopold, 1987). As reações metabólicas que envolvem água são facilitadas, porém há níveis mínimos para as reações catalisadas por enzimas e atividades oxidativas, associadas a deterioração dos tecidos e alterações nos componentes lipídicos celulares, implicando na deterioração das sementes. Há também atividades de fungos e insetos durante o armazenamento (Vertucci e Leopold, 1987; Vertucci e Roos, 1990; Vertucci, 1993; Vertucci e Farrant, 1995).

Para as sementes de *A. tibourbou*, o teor de água observado se encontra abaixo de 7,5%, caracterizando água tipo 1 na relação entre água e a semente (Vertucci e Leopold, 1987). Essa água remanescente na semente apresenta mobilidade muito baixa, sendo considerada estrutural e a atividade metabólica é restrita, isso ocorre devido à manutenção do citoplasma em estado vítreo, reduzindo as reações bioquímicas. A atividade respiratória é baixa, favorecendo o armazenamento das sementes, porém a retirada desse tipo de água pode acelerar a deterioração das sementes devido à remoção da proteção contra os radicais livres (Vertucci e Leopold, 1987; Vertucci e Roos, 1990; Vertucci, 1993; Vertucci e Farrant, 1995; Pammenter e Berjak, 2000).

Ao observar a germinação das sementes de *G. ulmifolia*, resultados semelhantes foram relatados por Araújo Neto et al. (2002) ao estudarem efeitos da luz e da temperatura para a germinação das sementes de *Guazuma*. Os pesquisadores demonstraram que a temperatura ótima para germinação das sementes desta espécie é entre 25°C e 30°C, resultados estes que concordam com os obtidos nesta pesquisa, pois as temperaturas entre 23,4°C e 29,9°C estão dentro do intervalo das temperaturas cardiais para a germinação das sementes desta espécie.

Em relação à presença e ausência de luz, os mesmos autores relataram que em sementes recém-colhidas de *Guazuma*, há maior influência da luz, diferentemente de sementes armazenadas por 1 ano, as quais perderam a sensibilidade à luz e germinaram de forma semelhante tanto na presença como ausência de luz. Os resultados obtidos no presente estudo, demonstraram que a luz não é essencial para a germinação da semente, porém é essencial para a formação e o desenvolvimento da plântula.

Já em relação as sementes de *Apeiba*, Pacheco et al. (2007), ao estudarem a germinação de sementes de *Apeiba tibourbou* em função de diferentes temperaturas e substrato, verificaram que a temperatura mais adequada para condução do teste de germinação para as sementes de *Apeiba* são as constantes 30°C e 35°C. Esses resultados não concordam com os resultados obtidos no presente estudo, pois as temperaturas entre 28,3°C a 29,9°C e entre 29,9°C a 31,5°C foram adequadas para a germinação, sendo que a primeira apresentou resultados médios superiores, intervalo o qual se encontra a temperatura de 30°C. Para as temperaturas entre 33,1°C a 35,0°C, houve redução da germinação e os resultados tiveram variação estatística significativa em relação à germinação nas temperaturas entre 28,3°C a 31,5°C, diferindo dos resultados obtidos por Pacheco et al. (2007).

De acordo com Brancalion et al. (2010), a temperatura ideal para germinação de sementes de espécies brasileiras está relacionada com o bioma de ocorrência da espécie, sendo a de 25°C para os biomas Cerrado e Mata Atlântica e de 30°C para o bioma Amazônico. Determinadas sementes requerem variações especiais de temperatura, como as alternadas, para que a germinação ocorra, pois, esta condição assemelha-se às variações naturais da temperatura do ambiente (Copeland e McDonald, 2001).

As temperaturas cardeais para germinação, incluem a faixa ótima de temperatura para germinação, bem como a máxima e mínima para ocorrência desse processo. Para as sementes de *Guazuma* a faixa ótima de temperatura é entre 25°C a 30°C, a mínima é de 10°C e a máxima está dentro do intervalo de 35°C a 40°C (Araújo Neto et al., 2002). Essas temperaturas, geralmente, estão relacionadas com a faixa de adaptação ambiental das espécies e estão associadas às condições favoráveis para ocorrência do processo (Bewley et al., 2013).

Apesar da ocorrência da germinação das sementes das duas espécies na condição de escuro, é importante ressaltar que as médias das sementes germinadas na luz foram significativamente superiores àquelas que foram incubadas na condição de ausência de luz. Essa informação é importante, pois demonstra que apesar da luz não ser essencial para a germinação das sementes de *G. Ulmifolia* e *A. tibourbou*, apresenta influência positiva no processo, sendo as sementes classificadas como fotoblásticas positivas preferenciais (Klein e Felipe, 1991).

De acordo com Copeland e McDonald (2001), a influência da luz na germinação das sementes é maior imediatamente após a colheita e diminui com o

decorrer do tempo, justificando o porquê de diferentes relatos em relação aos requisitos de luz para sementes da mesma espécie.

O processo de deterioração da semente é contínuo e irreversível, sendo determinado por alterações citológicas, fisiológicas e bioquímicas de forma progressiva, não sendo possível a recuperação das atividades vitais e culminando na morte da semente (Delouche, 1963). A deterioração das sementes causa a perda da seletividade das membranas celulares, a ineficiência de mecanismos de reparo e enzimáticos, bem como mutações e aberrações cromossômicas (Priestley, 1986; Smith e Berjak, 1995; McDonald, 1999).

Para as sementes de *Guazuma*, no decorrer dos períodos analisados, houve crescente incidências de fungos presentes no teste de germinação. E, de acordo com os resultados de germinação e IVG, as sementes foram se deteriorando ao longo do período de armazenamento, devido à redução considerável da velocidade e da porcentagem de germinação. Houve, também, aumento da quantidade de plântulas anormais (Figura 4), houve redução na germinação das sementes e aumento de sementes mortas e incidência de fungos nas sementes ao longo do período de armazenamento analisado.

De acordo com os resultados obtidos para germinação e o IVG no decorrer dos períodos analisados a partir das sementes de *Apeiba*, pode-se observar que a viabilidade das sementes foi conservada ao longo do tempo. E nos períodos finais dos testes (135 e 180 dias), foi observado o desenvolvimento incipiente de fungos no teste de germinação, mas não interferiram nos resultados de velocidade e porcentagem de germinação das sementes.

Em relação à caracterização da plântula, foram classificadas como normais aquelas que apresentaram todas as estruturas essenciais (parte aérea e sistema radicular) desenvolvidas, completas, proporcionais e sadias (BRASIL, 2009). A parte aérea é composta pelo hipocótilo alongado e as duas folhas cotiledonares. O sistema radicular contém a raiz primária pivotante, com coloração branca e presença de pelos absorventes, como pode ser observado nas figuras 4A e 8A, para *G. ulmifolia* e *A. tibourbou*, respectivamente.

As plântulas que foram consideradas anormais são aquelas que não apresentam potencial para continuar seu desenvolvimento, sendo plântulas danificadas, deformadas ou deterioradas (BRASIL, 2009). Na figura 3 (B), as plântulas foram consideradas anormais devido ao não desenvolvimento do sistema

radicular e na figura 3 (C), além da raiz danificada, o tegumento não se despreendeu dos cotilédones. As plântulas formadas na ausência de luz foram consideradas anormais, devido ao estiolamento e porque os cotilédones não se soltaram do tegumento (Figuras 3D E 7D). Características semelhantes foram descritas por Brancalion et al. (2008) em relação à germinação das sementes de *Heliocarpus popayanensis* no escuro; e por Koch (2019) em relação à germinação das sementes de *Solanum granulosoleprosum* também no escuro.

### **3.4.2. Composição química das reservas das sementes de *Guazuma* e *Apeiba***

Ao observar os resultados obtidos para a composição química das reservas e o teor de água das sementes de *Guazuma*, o valor médio para o período do estudo foi de 10,6% no teor de água, enquanto que para as sementes de *Apeiba*, o valor médio foi de 5,7%. Diante desses resultados e os valores percentuais de lipídeos obtidos para as sementes destas duas espécies, verificou-se que as sementes de *G. ulmifolia* apresentaram teor de água maior e o conteúdo de reservas de lipídeos menor; já em relação à *A. tibourbou*, os resultados foram menor teor de água e maior porcentagem de lipídeos. Estas informações demonstram que, devido aos lipídios serem hidrofóbicos, ou seja, possuem aversão a molécula de água, a proporção do teor de água e reserva lipídica são inversas.

De acordo com os resultados obtidos, é importante ressaltar que o teor de água influencia no potencial de armazenamento das sementes, pois quanto maior a quantidade de água nas sementes, o incentivo aos processos respiratórios, enzimáticos e, conseqüentemente, ao de deterioração são intensificados. As sementes que possuem maiores teores de lipídios podem apresentar baixo potencial para o armazenamento, devido à instabilidade das cadeias lipídicas (Bewley e Black, 1985).

Ao verificar os resultados de germinação do presente estudo, é possível observar que houve queda na porcentagem de germinação para as sementes de *Guazuma*, demonstrando que devido ao maior teor de água presente nas sementes, possibilitou processos enzimáticos e respiração, acelerando a deterioração.

Diferentemente, os resultados obtidos das sementes de *Apeiba*, cujos valores de porcentagem de lipídeos foi maior e o teor de água menor, os valores de

germinação não apresentou variação significativa, mantendo-se ao longo do período do estudo. Como exemplo, Taylor (1997), demonstrou que sementes de tomate com cerca de 25% de lipídeos apresenta maior potencial de armazenamento que sementes de espinafre e beterraba, com teores de 7% e 5% de óleo, respectivamente.

Dentro desse contexto, é importante ressaltar que mais importante que a quantidade de lipídeos armazenada no endosperma, é a quantidade presente no embrião, ou seja, as concentrações presentes no embrião podem estar associados de forma mais direta com o processo de deterioração (Taylor, 1997).

### **3.5. Conclusão**

Para as sementes de *Guazuma ulmifolia*, a temperatura adequada para o teste de germinação é entre 23,4°C e 29,9°C constante e a alternada 20-30°C sob disponibilidade de luz. As temperaturas entre 33,1°C e 35°C são inadequadas para a germinação das sementes. Ao longo dos 135 dias de armazenamento, as sementes tiveram redução do parâmetro fisiológico.

Já, em relação às sementes de *Apeiba tibourbou*, a temperatura entre 28,3°C e 29,9°C constante é a adequada para a germinação e sob disponibilidade de luz. Temperaturas superiores, como entre 33,1°C e 35°C não são favoráveis ao processo germinativo. As sementes de *Apeiba* mantiveram a germinação ao longo do período de 180 dias.

Em relação às reversas das sementes, os lipídios são as principais reservas das sementes destas espécies.

## Referências

- ARAUJO NETO, J. C. et al. Caracterização Morfométrica, Germinação e Conservação de Sementes de *Triplaris brasiliensis* CHAM. (POLYGONACEAE). **Ciência Florestal** Santa Maria, vol.28, n.3, p.949-959, 2018.
- ARAUJO NETO, J. C. et al. Temperaturas cardeais e efeito da luz na germinação de sementes de mutamba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, vol6, n.3, p.460-465, 2002.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, A. M. **Physiology and biochemistry of seed in relation to germination**. New York, Springer-Verlag, v.2, 1982, 375p.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, A. M. Seeds: **Physiology of development and germination**. New York, Plenum Press. 1985, 367p.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3.ed. New York: Springer. 2013.
- BORGES, A.S.; KAGEYAMA, P.Y.; GERES, W.L.A. Melhoramento genético de *Guazuma ulmifolia* Lam., uma espécie arbórea pioneira nativa. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 46., 1995, Ribeirão Preto. Resumos. Ribeirão Preto: FFCLRP / Universidade de São Paulo, 1995. p.229
- BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p.248-254, 1976.
- BRANCALION, P.H.S.; NOVENBRE, A.D.L.C.; RODRIGUES, R.R.R.; CHAMMA, H.M.C.P. Efeito da luz e de diferentes temperaturas na germinação de sementes de *Heliconia popayanensis*. **Revista Árvores**, Viçosa, v. 32, n.2, p. 225-232, 2008.
- BRANCALION, P.H.S.; NOVENBRE, A.D.L.C.; RODRIGUES, R.R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de sementes**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 15-21, 2010.
- BRANCALION P.H.S.; TAY D.; NOVENBRE A.D.L.C.; RODRIGUES R.R.; MARCOS-FILHO J. 2010. Priming of pioneer tree *Guazuma ulmifolia* (Malvaceae) seeds evaluated by an automated computer image analysis. **Scientia Agricola**. 67. 274-279.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009a, 395p.
- CARAMORI, S. S.; LIMA, C. S.; FERNANDES, K. F. Biochemical characterization of selected plant species from Brazilian savannas. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 2, p. 253-259, 2004.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590p.

COPELAND, L. O.; McDONALD, M. **Principles of seed science and technology**. 4 ed. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2001. 467 p.

COSTA, C. J. **Armazenamento e conservação de sementes de espécies do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. 30p.

DELOUCHE, J.C. Seed deterioration. **Seed World**, v.92, n.4, p.14-15, 1963.

DUBOIS, M., GILLES, K.A., HAMILTON, J.K., REBERS, P.A. & SMITH, F. (1956) Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry* 28: 350-356.

ELLIS, R.H.; PIETA-FILHO, C. The development of seed quality in spring and winter cultivars of barley and wheat. **Seed Science Research**, v.2, n.1, p. 9-15, 1992.

FIGLIOLIA, M.B.; OLIVEIRA, E.C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Eds.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.131-174.

GARCIA, Cristhyane; COELHO, Cileide Maria Medeiros; MARASCHIN, Marcelo e OLIVEIRA, Luciana Magda de. Conservação da viabilidade e vigor de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntzedurante no armazenamento. **Ciência Florestal**. vol.24, n.4, 2014.

KAGEYAMA, P.Y., et al. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, p. 29-34, 2003.

KLEIN, A.; FELIPPE, G.M. Efeito da luz na germinação de sementes de ervas invasoras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.7, p.955-966, 1991.

KOCH, E. F. A. **Interferência de fungos na qualidade das sementes de *Solanum granulosoleprosum* e *Senna alata***. Piracicaba, 2019. 119 p.

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

LORENZI, H. 2014. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Vol. 1, 6. ed. Plantarum, Nova Odessa, SP, BR.

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

MCDONALD, M.B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, v.27, n.1, p.177-237, 1999.

NOVEMBRE, A.D.L.C.; FARIA, T.C.; PINTO, D.H.V.; CHAMMA, H.M.C.P. Teste de germinação de sementes de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefoliabenth.* – Fabaceaemimosoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.47-51, 2007.

PEREIRA, G.A.; ARAUJO, N.M.P.; ARRUDA, H.S.; FARIAS, D.P.; MOLINA, G.; PASTORE, G.M. Phytochemicals and biological activities of mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.): A review. **Food Research International**, v.126, 108713, 2019.

Pereira, G. A., Silva, E. K., Peixoto Araujo, N. M., Arruda, H. S., Meireles, M. A. A., & Pastore, G. M. Mutamba seed mucilage as a novel emulsifier: Stabilization mechanisms, kinetic stability and volatile compounds retention. **Elsevier. Food Hydrocolloids**. V. 97, 105190, 2019.

PRIESTLEY, D.A. **Seed aging**. Ithaca, Comstock Publishing Associates. 1986. 304p.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.4, p.499-414, 1973.

ROCKLAND, L.B. Water activity and storage stability. *Food Technology*, Chicago, v. 23, n.4, p.1241-1251, 1969.

SANTOS RODRIGUES, F.; ANDRADE, E. C.; SILVA NÓBREGA, M. M. Development and characterization of mechanical polymeric composit reinforced by vegetables fiber comb monkey (*apeiba tiburbou* AUBL). Paper presented at the *65th ABM International Congress, 18th IFHTSE Congress, and 1st TMS/ABM International Materials Congress 2010*, 1, 47-52.

SILVA, A.R.A.; GONÇALVES, B.F.; MOTA, M.M.F.; MARQUES, M.M.M. Agregação de valor a *Guazuma ulmifolia* Lam. da região do Cariri, Ceará: composição fenólica e potencial antioxidante. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.3, p. 22571-22581, 2021.

SMITH, M.T; BERJAK, P. Deteriorative changes associated with loss of viability of stored desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds. In: Kiegel, J.; Galili, G. (ed). **Seed development and germination**. New York, Marcel Dekker Inc. p.701-746, 1995.

SOUZA, S.M.M; MORAES, C.S.S; COUTO, R.O.G.; FONSECA, Y.M.; CONCEIÇÃO, E.C. In vitro antioxidant activity of *Apeiba tibourbou* Aubl. (Tiliaceae): A powerful antioxidant source of rosmarinic acid. **Journal of Pharmacy Research**. v.5, n.3, 1414-1417, 2012.

TAYLOR, A. G. Seed storage, germination, and quality. In: WEN, H. C. (Ed.) **The physiology of vegetable crops**. Wallingford, CABI International. p.1-36, 1997.

TEKRONY, D. M.; EGLI, D.B. Accumulation of seed vigour during development and maturation. In: ELLIS, R.H.; BLACK, M.; MURDOCH, A.J. (Ed). **Proceedings of the fifth international workshop on seeds**. Reading, 1995. p.369-384, 1997.