



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



TATIANA DE LIMA SALVADOR

**MORFOMETRIA, DESENVOLVIMENTO PÓS-SEMINAL E MORFOANATOMIA
DE ESTRUTURAS REPRODUTIVAS DE CAMBUÍ [*Myrciaria floribunda* (H. West ex
Willd.) O. Berg.]**

RIO LARGO - AL

2020

TATIANA DE LIMA SALVADOR

**MORFOMETRIA, DESENVOLVIMENTO PÓS-SEMINAL E MORFOANATOMIA
DE ESTRUTURAS REPRODUTIVAS DE CAMBUÍ [*Myrciaria floribunda* (H. West ex
Willd.) O. Berg.]**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em
Agronomia (Produção Vegetal), do Campus de
Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade
Federal de Alagoas, como requisito parcial para
obtenção do título de Doutora em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Eurico Eduardo Pinto de Lemos

RIO LARGO - AL

2020

Catlogação na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário: Erisson Rodrigues de Santana

S182m Salvador, Tatiana de Lima

Morfometria, desenvolvimento pós-seminal e morfoanatomia de estruturas reprodutivas de cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.]. / Tatiana de Lima Salvador. – 2020.

86 f.; il; 33 cm

Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2020.

Inclui Bibliografia.

Orientador: Prof. Dr. Eurico Eduardo Pinto de Lemos.

1. Germinação. 2. Embebição. 3. Cambuí. 4. Frutífera nativa.
I. Título.

CDU: 634.42

Folha de Aprovação

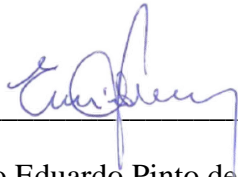
TATIANA DE LIMA SALVADOR

“Morfometria, desenvolvimento pós-seminal e morfoanatomia de estruturas reprodutivas de cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.]”

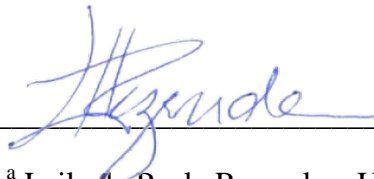
Tese de Doutorado submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia- Concentração em Produção Vegetal da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 31 do mês de Março do ano de 2020.

Prof. Dr. Eurico Eduardo Pinto de Lemos – UFAL – Orientador

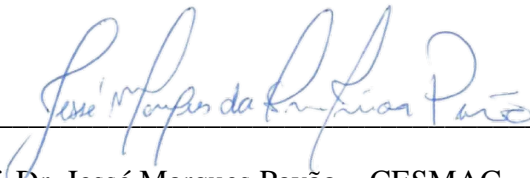
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Eurico Eduardo Pinto de Lemos – UFAL – Orientador



Prof.^a Dr.^a Leila de Paula Rezende – UFAL – Membro Interno



Prof. Dr. Jessé Marques Pavão – CESMAC – Membro Externo



Prof.^a Dr.^a Cibele Merched Gallo – FAVISPA – Membro Externo

Ao meu filho Gabriel Alves Salvador, fonte inexplicável de amor; minha maior motivação e
força diária.

DEDICO

Aos meus pais, José Petrócio Salvador e Edmilza Jatobá de Lima Salvador, pelos ensinamentos e orações; Às minhas irmãs, Taciana de Lima Salvador, Edivânia de Lima Salvador e Edilânia de Lima Salvador, pelo amor, união e força; Aos meus sobrinhos João Guilherme dos Santos Salvador, Davi Salvador de Oliveira e Maria Cecília dos Santos Salvador, pelo tempo feliz compartilhado... A eles, meu amor e gratidão.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, que jamais me permitiu cair, dando-me forças para enfrentar os desafios que surgiram na caminhada;

A CAPES, pela concessão da bolsa de doutorado;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Eurico Eduardo Pinto de Lemos, pela oportunidade, amizade e incentivo;

Ao Prof. Dr. José Vieira Silva (UFAL), por disponibilizar o laboratório de Fisiologia Vegetal (Campus Arapiraca) durante as etapas da pesquisa;

Ao pesquisador e Prof. Dr. Jessé Marques da Silva Junior Pavão (CESMAC), pelo apoio e colaboração durante a pesquisa;

À Prof.^a Dr.^a Leila de Paula Rezende (UFAL) pela amizade e auxílio das atividades;

À Prof.^a Dr.^a Graziela Cury (UFAL), pela disponibilidade em auxiliar em algumas etapas do projeto, disponibilizando o laboratório de Anatomia Vegetal;

Ao Prof. Dr. Johnnatan Duarte de Freitas, por disponibilizar o laboratório de microscopia do IFAL;

À Prof.^a Dr.^a Beatriz Appezzato da Glória (ESALQ/USP), por receber algumas sementes para análises no Laboratório de Anatomia Vegetal – LanVeg;

A técnica do laboratório de Biotecnologia Vegetal, Delma Holanda de Almeida, pela colaboração nas atividades realizadas;

Ao técnico do laboratório de Propagação de Plantas (UFAL), Alex, pela colaboração das análises desenvolvidas;

À coordenação e ao colegiado do curso de Pós-Graduação em Agronomia;

Aos ex-funcionários do Laboratório de Biotecnologia Vegetal (BIOVEG), Gilvânia Moreira e Hélio do Carmo, pela amizade, e auxílio nas atividades laboratoriais;

A minha irmã gêmea, Dr.^a Taciana de Lima Salvador, por ser meu braço direito durante toda a caminhada acadêmica;

Ao amigo Lucas Henrique Santos Barbosa, pelo apoio e disponibilidade em auxiliar nas análises realizadas na ESALQ/USP;

As amigas Hilda Rafaella e Ana Rosa, pela amizade e apoio durante os trabalhos desenvolvidos;

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Gratidão!

RESUMO GERAL

O cambuizeiro (*Myrciaria floribunda*) é uma mirtácea nativa tropical que apresenta interessante valor econômico potencial para a agroindústria. A espécie ocorre naturalmente em áreas litorâneas de vários estados brasileiros e, principalmente, em restingas no litoral sul do estado de Alagoas. A possibilidade da espécie se tornar em pouco tempo uma frutífera com vasta demanda, faz-se necessário estabelecer um novo sistema de propagação de mudas que normalmente tem sido feito por via seminal devido à inexistência de variedades selecionadas e métodos de propagação vegetativa. As sementes de cambuí apresentam lentidão no processo germinativo, o que leva a necessidade de estudos que identifiquem os fatores que dificultam o evento. Este trabalho teve por objetivo caracterizar sementes de cambuí e avaliar o seu processo germinativo *in vitro* e *ex vitro* caracterizando, através da microscopia eletrônica de varredura (MEV), algumas estruturas associadas ao seu aparelho de propagação sexuada. Foi realizada a biometria de 400 sementes, de frutos coletados de 6 matrizes, avaliando-se a frequência relativa dos diâmetros. Foram realizados ensaios para avaliação da capacidade de germinação em dois ambientes, *ex vitro* e *in vitro*. Para os ensaios *ex vitro*, foram utilizadas placas de Petri com sementes em diferentes tempos de embebição/absorção em água com a presença ou ausência do tegumento. Foi utilizado um esquema fatorial 3 x 4, sendo três tratamentos para o tegumento (1- com tegumento intacto; 2- tegumento fraturado e 3- ausência de tegumento) e diferentes tempos de embebição (0h, 24h, 48h, 72h). Para o ensaio *in vitro*, foi utilizado o delineamento com esquema fatorial 2 x 3, tegumento (com e sem tegumento) meio de cultura (água + ágar; água + ágar + metade dos sais de MS; e água + ágar + MS completo). Após 90 dias avaliou-se no teste *ex vitro* a porcentagem de germinação, o índice de velocidade e o tempo médio de germinação, o desenvolvimento da raiz e da parte aérea. Para o ensaio *in vitro*, aos 150 dias avaliou-se o desenvolvimento da raiz e parte aérea. De acordo com os resultados obtidos, as sementes de cambuí possuem forma elíptica ou oval ($DL/DT > 1$). Na ausência total do tegumento, as sementes apresentaram valores acima de 90% no ambiente de cultivo *ex vitro* independente do tratamento de embebição. A germinação *in vitro* também foi influenciada pela ausência do tegumento nas sementes, apresentando um melhor desenvolvimento da raiz e parte aérea em meio de cultura contendo ágar, com 2,47 e 3,26 mm, respectivamente. O material coletado para as análises em Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV, as micrografias mostraram botões florais com morfologia obcônicas e/ou globosas, androceu apresentando característica oligostêmone. Filete filiforme dialistêmone, com epiderme uniestratificada e anteras conatas que se

desprendem com a abertura da flor. Os estames apresentaram-se distribuídos com números variáveis, contendo grãos de pólen. O fruto imaturo apresentou glândulas conspícuas. A germinação da semente de cambuí iniciou-se com uma expansão da região de protrusão radicular, rompendo em seguida o tegumento. O embrião na semente madura apresentou um único, longo e espesso eixo hipocótilo-radícula, sendo os cotilédones vestigiais. A linha de soldadura foi observada na maioria das sementes analisadas, independente do genótipo em questão. Sementes de cambuí apresentam uma barreira tegumentar, composta por estruturas que podem ser responsáveis pela tardia germinação em condições naturais.

Palavras-chave: Germinação, embebição, cambuí, frutífera nativa.

GENERAL ABSTRACT

Rumberry (*Myrciaria floribunda*) is a native tropical fruit tree of the Myrtaceae family that has interesting potential value for the agribusiness. This species occurs naturally in coastal areas of several Brazilian states and, mainly, in restingas on the southern coast of the state of Alagoas. Due to the possibility that the species will soon have a vast demand, it is necessary to establish a wide seedling propagation system, which has normally been done seminally due to the lack of selected varieties and vegetative propagation methods. Cambui seeds present a slow germination process, which leads to the need for studies that identify the factors that hinder the event. This work aimed to characterize cambuí seeds and to evaluate their germinative process in vitro and ex vitro, characterizing through structures scanning electronic microscopy (SEM) some structures associated with their sexually propagated apparatus. The biometry of 400 seeds was performed, evaluating the relative frequency of their diameters. For the ex vitro test, germination was done in Petri dishes with seeds at different times of imbibition / absorption in water with the presence or absence of the integument. A 3 x 4 factorial scheme was used, with three treatments for the integument (1- with integument; 2- cracked integument and 3- without integument) and different imbibition times (0h, 24h, 48h, 72h). For the in vitro test, the seeds were submitted to the germination test using a completely randomized design with a 2 x 3 scheme, using seeds with and without tegument in different culture media (water + agar; water + agar + half of the MS salts ; and water + agar + complete MS). After 90 days, the percentage of germination, the speed index and the average germination time, root and shoot development were evaluated in the ex vitro test. For the in vitro test, at 150 days the root and shoot development was evaluated. According to the results obtained, cambuí seeds have an elliptical or oval shape ($DL / DT > 1$). In the total absence of the tegument, the seeds showed a higher percentage of germination ex vitro regardless of the imbibition treatment. In vitro germination was also influenced by the absence of the tegument in the seeds, showing a better development of the root and shoot in a culture medium containing water + agar. The material collected for SEM consisted of flower buds, fruits and seeds at different stages of development. The scanning electron micrographs described the flower buds as obconic and / or globose, androceu presenting an oligostemone characteristic. Dialistemone filiform fillet, with uni-stratified epidermis and conate anthers that come off with the opening of the flower. The stamens were distributed with variable numbers, containing pollen grains. The immature fruit showed conspicuous glands. The germination of the cambuí seed started with an expansion of the root protrusion region, then

breaking the integument. The embryo in the mature seed had a single, long and thick hypocotyl-radicle axis, with vestigial cotyledons. The welding line was found in most of the analyzed seeds, regardless of the genotype in question. Cambuí seeds have an integumentary barrier, composed of structures that may be responsible for the late germination in natural conditions.

Keywords: Germination. Soaking. Scanning electron microscopy. Integument.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- Tabela 1** - Tratamentos pré-germinativos de sementes de cambuí em placas de petri.....43
- Tabela 2** - Tratamentos para introdução de sementes de cambuí in vitro.47
- Tabela 3** - Estatística descritiva dos dados biométricos para variáveis de diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), relação diâmetro longitudinal e transversal (DL/DT) e peso de sementes de cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.].
.....48
- Tabela 4** - Dados médios obtidos na determinação do grau de umidade de sementes de Cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.] com tegumento intacto e fraturado para cada método de estufa.....51
- Tabela 5** - Análise de variância para crescimento de parte aérea e comprimento da raiz principal em plântulas oriundas de sementes de cambuí, submetidos a diferentes tipos de tratamentos pré germinativos e tempos de embebição.....58
- Tabela 6** - Comprimento médio da parte aérea de plântulas de cambuí (*Myrciaria floribunda* O.Berg) em meio de cultura MS gelificado com ágar com e sem tegumento após 150 dias...61
- Tabela 7** - Comprimento médio da raiz de plântulas de cambuí (*Myrciaria floribunda* O.Berg) em meio de cultura MS gelificado com ágar com e sem tegumento após 150 dias...62

LISTA DE GRÁFICOS

CAPÍTULO I

- Gráfico 1** - Distribuição de frequência relativa (Fr) do diâmetro transversal (A) e longitudinal (B) de sementes de cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.].....49
- Gráfico 2** - Curvas de embebição de sementes de cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.] na ausência do tegumento, tegumento intacto e tegumento fraturado.52
- Gráfico 3** - Porcentagem de germinação de Cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.] em função do tegumento sob diferentes tempos de embebição (A, B e C). 54
- Gráfico 4** - Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de Cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.] em função do tegumento sob diferentes tempos de embebição.....56
- Gráfico 5** - Tempo médio de germinação (TMG) de sementes de Cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.] em função do tegumento sob diferentes tempos de embebição.....57
- Gráfico 6** - Comprimento de parte aérea (A) e raiz (B) em função do tempo de embebição e tegumento de plântulas de cambuí (*Myrciaria floribunda* O.Berg). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.....59

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Localização do Banco de Germoplasma de Cambuizeiro (em destaque). Rio Largo/AL. Fonte: Google Earth, 2019. (09°27' S, 35°27' W e 127 m de altitude). 16
- Figura 2** - Acessos de cambuizeiros nas colorações roxa (A), vermelha (B) e laranja (C), localizados no Banco de Germoplasma do CECA/UFAL. Foto: Dailson Oliveira, 2018. 16
- Figura 3** - Principais representantes de espécies frutíferas de Mirtáceas: A- Goiabeira B- Jabuticabeira e C- Pitangueira. Foto: As árvores do Brasil, 2008. 21
- Figura 4** - Cambuizeiro do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) CECA/UFAL: (A) Planta; (B) Botões florais e (C) frutos em diferentes colorações. Foto: Everton dos Santos, 2017. 22
- Figura 5** - Distribuição geográfica da espécie *Myrciaria floribunda* O. Berg. nas diferentes regiões do Brasil. Fonte: Flora do Brasil, 2019, adaptado por SANTOS, H.R.S. 24

CAPÍTULO I

- Figura 1** - Frutos de cambuí (*Myrciaria floribunda* O. Berg) (A e B) e sementes (C) coletados do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do CECA-UFAL. (Fonte: autora, 2018). 42
- Figura 2** - Semente de cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.], sem tegumento, aos 30 dias, com raiz e parte aérea. 53

CAPÍTULO II

- Figura 1** - Coloração do epicarpo de frutos de Cambuí de acessos do BAG (Banco Ativo de Germoplasma) do CECA/UFAL. Foto: Dailson Oliveira, 2018. 73
- Figura 2** - Câmara Shimadzu VEGA3 do tipo LM (A); Amostras inseridas na câmara minutos antes da operação (B); Metalizador (modelo Q15OR) (C); Amostras a serem metalizadas (D). 74
- Figura 3** - Botões florais e fruto imaturo de *Myrciaria floribunda* em MEV. Fig. 3A - Detalhe dos Filetes; 3B - Corte longitudinal da flor, mostrando filetes e anteras aderidos; 3C - Detalhe das anteras fechadas; 3D - Antera aberta mostrando os grãos de pólen; 3E 3E - Fruto imaturo fechado e 3F - Fruto imaturo aberto, em que: fl – filete; an – antera; po – grãos de pólen; gc – glândulas conspícuas. Barra: 1A 100 µm, 1B 500 µm, 1C 100 µm, 1D 10 µm, 1E 500 µm, 1F 200 µm. 76

Figura 4 - Sementes de *Myrciaria floribunda* em MEV. 4A: Detalhe das amostras; 4B - C - D - G: Semente sem tegumento com protrusão da raiz/hipocótilo; 4E: Pelos radiculares; 4F: Possível embrião; 4H: semente com tegumento mostrando a emissão da raiz/ hipocótilo; 4I - J: Semente aderida ao fruto com possível embrião visível, em que: zm – zona meristemática; pe: pelos radiculares; em: embrião. Barra: 2A 10 mm, 2B 1 mm, 2C 500 µm, 2D 1 mm, 2E 500 µm, 2F 200 µm, 2G 1 mm, 2H 1 mm, 2I 500 µm, 2J 1 mm.78

Figura 5 - Sementes de *Myrciaria floribunda* em MEV. Fig. 5A: Semente imatura mostrando o início da divisão cotiledonar (linha de soldadura); 5B - C - G: Detalhe da linha de soldadura (B) e linha de soldadura com grânulos de amido (C, G); 5D: Semente madura, demonstrando a linha de soldadura até as extremidades; 5E - F: Detalhe da linha de soldadura até a zona meristemática, em que: ls: linha de soldadura em semente imatura; ga – grânulos de amido; zm: zona meristemática. Barra: 5A 1 mm, 5B 200 µm, 5C 200 µm, 5D 500 µm, 5E 500 µm, 5F 200 µm, 5G 500 µm. 80

Figura 6 - Semente madura desidratada de *Myrciaria floribunda* visualizada em microscópio com micro placa, demonstrando a linha de soldadura e a região meristemática, em que: ls: linha de soldadura; rm: região meristemática. Barra: 2mm. Foto: Autora, 2018. 81

Figura 7 - Corte longitudinal com destaque do tegumento de *Myrciaria floribunda* em MEV. 7A: Visão geral do tegumento; 7B: Cutícula e células paliçádicas; 7C: Esclereides colunares; 7D: Espaços intercelulares indicados por setas; 7E: Detalhe do tegumento que se despreendeu da semente; 7F: Tegumento de semente germinada com volume da cutícula (seta), em que: e: esclereides colunares; cp: células parenquimáticas; ct: cutícula; s: semente; t: tegumento. Barra: 7A 200 µm, 7B 100 µm, 7C 100 µm, 7D 20 µm, 7E 500 µm, 7F 50 µm. 82

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 Fruticultura no Brasil.....	19
2.2 Frutas Nativas	20
2.3. Família Myrtaceae	21
2.4. Cambuí - <i>Myrciaria floribunda</i> (West ex Willdenow) O. Berg (Myrtaceae)	21
2.5 Distribuição geográfica de <i>Myrciaria floribunda</i> O. Berg	23
2.6 Propagação de espécies nativas	24
2.6.1 Propagação Sexuada e Assexuada.....	25
2.6.2 Germinação de sementes	26
2.6.2.1 Dormência em sementes.....	26
2.6.2.2 Curva de embebição em sementes.....	27
2.7 Germinação em cultura de tecidos.....	28
2.8 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) em sementes.....	29
3. REFERÊNCIAS	30
CAPÍTULO I	37
Características biométricas da semente, germinação e desenvolvimento pós- seminal de cambuí [<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg.].....	37
RESUMO.....	37
ABSTRACT	39
1. INTRODUÇÃO	40
2. MATERIAL E MÉTODOS	42
2.1 Biometria de sementes de cambuizeiro	42
2.2 Germinação de sementes de cambuizeiro.....	43
2.2.1 Germinação de sementes de cambuí e desenvolvimento pós-seminal	43

2.2.2 Determinação do grau de umidade	45
2.2.3. Curva de absorção de água em sementes de cambuí	46
2.2.4 Germinação de sementes de cambuí e desenvolvimento inicial de plântulas in vitro.....	46
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
3.1 Biometria de sementes de cambuí	48
3.2 Determinação do grau de umidade	50
3.3 Curva de embebição em sementes de cambuí	52
3.4 Germinação de sementes de cambuí e desenvolvimento inicial de plântulas	53
3.5 Desenvolvimento inicial de plântulas de sementes germinadas in vitro	60
4. CONCLUSÕES.....	64
5. REFERÊNCIAS	65
CAPÍTULO II.....	69
MORFOANATOMIA DE FLORES, FRUTOS E SEMENTES DE CAMBUÍ [<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg.]	69
RESUMO.....	69
ABSTRACT	70
1. INTRODUÇÃO	71
2. MATERIAL E MÉTODOS	73
2.1. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) em flores, frutos e sementes de Cambuí (<i>Myrciaria floribunda</i>)	73
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
4. CONCLUSÕES.....	84
5. REFERÊNCIAS	85

1. INTRODUÇÃO GERAL

A diversificação de frutas no Brasil é expressiva, com centros de exploração na região Nordeste, como o Vale do São Francisco, apresentando mais de 200 espécies de plantas de frutos comestíveis. Sendo uma das maiores reservas de espécies frutíferas nativas do mundo, as quais possuem amplo papel social e econômico, o Brasil vem aos poucos valorizando as espécies nativas, principalmente daquelas ainda pouco caracterizadas e exploradas por pesquisadores (NEGRI et al., 2016). Em Alagoas, algumas espécies nativas da região litorânea apresentam potencial econômico e nutricional, destacando-se algumas mirtáceas como o Cambuí (*Myrciaria floribunda* O. Berg), Uvaia (*Eugenia pyriformes* Cambess) e o Araçá (*Psidium araçá* Raddi), que poderiam ganhar destaque comercial, não obstante os obstáculos enfrentados, como o desconhecimento e falta de divulgação do produto e dos seus valores nutricionais, além da inconstância na oferta e do elevado preço na comercialização (ARAÚJO, 2012). A vegetação original que abriga esse potencial frutífero em Alagoas apresenta-se degenerada por fatores relacionados às áreas de ocorrência, restingas e encostas com proximidades ao mar, e ação antrópica (FREITAS, 2009).

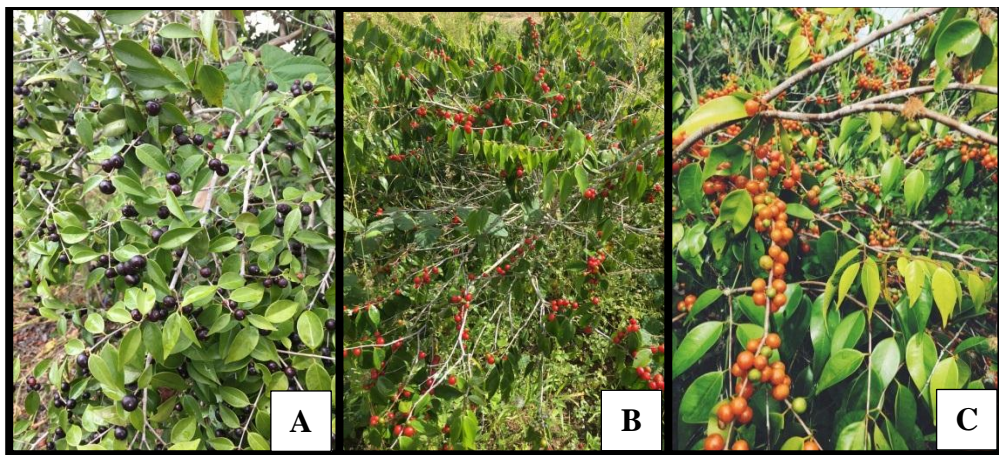
Myrciaria floribunda (H. West ex Willd.) O. Berg, conhecida como cambuizeiro, é uma espécie frutífera nativa com ampla distribuição geográfica, podendo ser encontrada na maior parte das regiões do país. Sua área de ocorrência predomina em restingas litorâneas do Nordeste e Sudeste do Brasil, com exploração através do extrativismo local, o que pode levar a espécie a um risco de extinção devido à constante exploração irracional nas áreas litorâneas (SANTOS et al. 2017).

O potencial econômico das mirtáceas é na alimentação, medicamentos e ornamentação, o que justifica sua inclusão nas pesquisas desenvolvidas pelo Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas, localizado em Rio Largo, Alagoas, onde possui um banco de germoplasma de cambuizeiros (Figura 1), com três genótipos (roxo, vermelho e laranja) (Figura 2).

Figura 1 - Localização do Banco de Germoplasma de Cambuizeiro (em destaque). Rio Largo/AL. Fonte: Google Earth, 2019. (09°27' S, 35°27' W e 127 m de altitude).



Figura 2 - Acessos de cambuizeiros nas colorações roxa (A), vermelha (B) e laranja (C), localizados no Banco de Germoplasma do CECA/UFAL. Foto: Dailson Oliveira, 2018.



Como espécie ainda não domesticada, o cambuizeiro propaga-se normalmente por via sexuada. Todavia, em condições naturais o tempo que a semente leva para germinar é grande (entre 180 e 365 dias) e a taxa de germinação é baixa (inferior a 40%) (SOBRAL et al., 2013). Dentre os fatores que influenciam diretamente a germinação, a impermeabilidade do revestimento da semente pode estar diretamente associada aos aspectos estruturais que o tegumento apresenta, formando uma barreira entre o embrião e o meio externo (ALVES JUNIOR et al., 2016).

Em sementes, alguns mecanismos de dormência são evidência de adaptação evolutiva para a sobrevivência das espécies. Através destes mecanismos, as plantas são capazes de sobreviver e/ou se adaptarem ao seu meio ambiente (COPELAND e McDONALD et al., 2004). Em mirtáceas, esses mecanismos estão associados a eventos internos, como o embrião, e externos, como o tegmento impermeável. É comum as sementes apresentarem dormência causada por um bloqueio físico representado pelo tegmento resistente e impermeável que, ao impedir o trânsito da água e as trocas gasosas, não permite a embebição da semente nem a oxigenação do embrião, que por isso permanece latente (MARTINOTTO et al., 2007).

Existem poucas informações sobre a importância das características estruturais e anatômicas do tegmento em sementes (MOLIZANE et al., 2018). O tegmento desempenha funções importantes no ciclo dos vegetais, e o estudo anatômico de suas estruturas contribuem na identificação de barreiras mecânicas e físicas que comprometem a germinação, permitindo orientar sobre métodos de superação de dormência (BASKIN et al., 2000; FERREIRA et al., 2011).

Estudos com germinação de sementes são realizados geralmente, com a finalidade de explorar os conhecimentos sobre a fisiologia e morfologia do embrião e da plântula. Ao analisar quais fatores ambientais atuam no processo, é possível verificar as influências e estimar as causas, avaliando os métodos de superação de dormência para determinada espécie (BASKIN & BASKIN, 1998).

Em propagação de espécies nativas, a análise da germinação em sementes e o entendimento da regeneração natural em comunidades vegetais são estudados por alguns autores, o que busca compreender os aspectos tecnológicos e/ou morfológicos: Gogosz et al. (2010, 2015), Gomes et al. (2016), Rego et al. (2009, 2010, 2011), e Santos et al. (2004).

A quantidade de água que é absorvida pela semente depende de alguns fatores, como a espécie, cultivar e fatores ambientais. A composição química, teor de umidade inicial e a composição do tegmento também são fatores importantes que influenciam diretamente o processo de embebição e conseqüentemente germinação (ZUCHI et al., 2012).. Estudar o que ocorre nas diferentes fases do processo de embebição de espécies nativas, leva a busca de adequações de metodologias e ferramentas que permitem elucidar estes acontecimentos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o processo germinativo das sementes de cambuizeiros *in vitro* e *ex vitro* e analisar através da microscopia eletrônica de varredura (MEV), algumas estruturas associadas ao seu aparelho de propagação sexuada.

Para isso, foi realizada a curva de embebição, a porcentagem de germinação, o desenvolvimento das plântulas e a observação das características anatômicas através da microscopia eletrônica de varredura (MEV) em flores, frutos e sementes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fruticultura no Brasil

A fruticultura se destaca entre os setores agrícolas brasileiro, devido a sua expressividade nos mercados interno e externo, a diversidade de frutas produzidas de norte a sul do país (SEBRAE, 2015). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, superando os 40 milhões de toneladas e abrangendo cerca de 2,5 milhões de hectares em área cultivada. Apesar das oscilações anuais na produção, o Brasil é considerado o terceiro maior produtor mundial de frutas, com variação de 38,77 milhões de toneladas, em 2016 a 41,5 milhões de toneladas, em 2019. A China é o maior produtor, enquanto o segundo lugar é ocupado pela Índia. Juntos, esses países são responsáveis por 43,6% da produção mundial e suas produções são destinadas principalmente aos seus mercados internos. O Brasil é responsável por 5,7% do volume colhido (ABRAFRUTAS, 2019).

A fruticultura brasileira tem sua capacidade de produção reconhecida em todo o mundo. A diversidade das frutas e seus diferentes sabores são apreciados pelos mais exigentes consumidores. Em 2017, a produção foi estimada em 43,5 milhões de toneladas, chegando a aumentar em 5% ao final de 2018, em resposta as condições favoráveis para o cultivo (GERUM et al., 2019).

O mercado internacional de frutas frescas tem se tornado cada vez mais atraente, competitivo e sofre oscilações anuais devido a demanda dos produtos. Produtores brasileiros buscam fazer parte desse mercado, procurando inserir seus produtos in natura, favorecendo o maior consumo pela população (HORTIFRUTI BRASIL, 2017). Por outro lado, por ser uma das atividades que mais gera produção, torna-se um setor de grande economia e desenvolvimento para o país, fixando o homem no campo e abastecendo o mercado interno e as agroindústrias (LAZZAROTTO et al., 2015).

A região Nordeste responde por 27% da produção nacional de frutas, apresentando uma diversidade genética de espécies nativas e exóticas que são adaptadas às condições edafoclimáticas da região, como luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar, conferindo um cultivo de diversidades na cadeia da fruticultura (FAO, 2016). Em Alagoas, a fruticultura é desenvolvida, principalmente, nas regiões dos Tabuleiros Costeiros, no Agreste e no Vale do Mundaú.

2.2 Frutas Nativas

O Brasil é considerado um dos principais centros de origem de frutíferas nativas, abrigando espécies cujos frutos são utilizados para alimentação humana. Algumas espécies são consumidas em suas regiões de origem pelas populações locais, por serem cultivadas em pequenos pomares domésticos, contribuindo para o incremento da renda em área rural e urbana (VIANE e RODRIGUES, 2005).

Diversas espécies pouco conhecidas ou exploradas vêm sendo avaliadas e estudadas devido à competitividade e/ou novas demandas e exigências do mercado. Essas espécies apresentam grande potencial para exploração no mercado in natura e para industrialização, necessitando um estudo de suas propriedades e uma preservação racional pelas comunidades locais (SANTIAGO E CORADIN, 2018).

A produção brasileira de frutas está centrada em um pequeno número de espécies, tradicionalmente cultivados em diferentes regiões e, por outros países. As frutas nativas são pesquisadas como uma alternativa muito promissora para o mercado in natura ou através do processamento pela agroindústria para sucos, sorvetes, geleias, licores, dentre outros produtos, com algumas espécies de mirtáceas incluídas (NASCIMENTO, 2008).

Fatores culturais que são arraigados fazem com que a população não valorize seus recursos, não tomando posse e nem devida importância à biodiversidade nativa, tornando restrito o uso dessas espécies. Além do seu valor intrínseco, a importância do uso sustentável da biodiversidade se potencializa na medida em que é transformada em bens e serviços destinados ao mercado. A valorização desses recursos genéticos contribui para a geração de renda complementar para a agricultura familiar, e diversas iniciativas vem trazendo estímulo para comercialização de frutas nativas no Brasil (CORADIN e CAMILLO, 2018).

Inúmeras frutas nativas no mercado local são desconhecidas da maior parte da população urbana regional. A progressiva substituição da vegetação original por cultivos exóticos e fragmentação da vegetação nativa contribuíram para esta realidade.

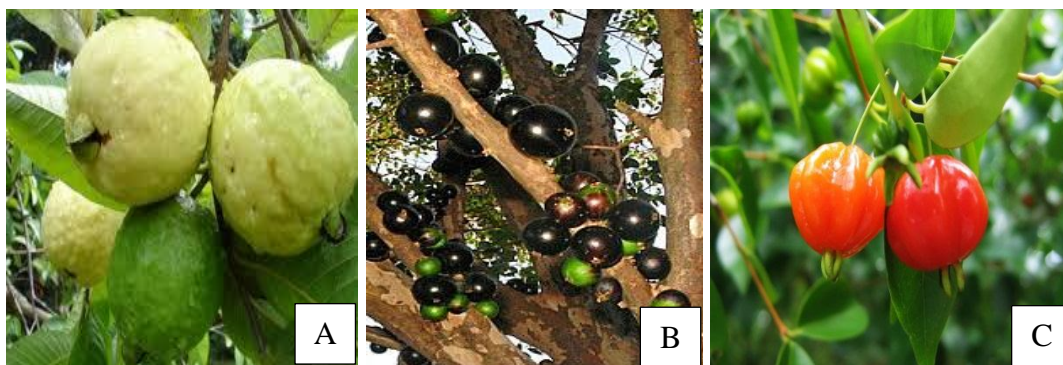
No geral, as frutas nativas apesar de pouco valorizadas como alimento, são mais ricas em vitaminas, sais minerais e outros nutrientes. São cultivadas e utilizadas basicamente a partir do saber popular e têm importância local, sendo altamente adaptadas aos ecossistemas onde aparecem. Quando consumidas frescas, tem grande versatilidade em usos culinários, tornando-se uma alternativa econômica e sustentável para as regiões de ocorrência (CETAP, 2015).

2.3. Família Myrtaceae

A família Myrtaceae está classificada como uma das maiores famílias botânicas existentes, abrangendo áreas com diversas formações vegetais de grande expressão econômica em todo o continente. Compreendendo 145 gêneros distribuídos em 5.800 espécies, estima-se que dois terços das espécies de mirtáceas estão inseridas em território brasileiro (SERAGLIO et al., 2017), ocupando a oitava posição em diversidade florística na região Nordeste (STADNIK et al., 2016).

No Brasil, a família Myrtaceae está representada por 23 gêneros e 974 espécies (STADNIK et al., 2018), a maior parte produtora de frutos comestíveis e exploradas comercialmente, constituindo um patrimônio genético de grande potencial para exploração frutícola, como a goiabeira (*Psidium guajava* L.), a jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* (Mart) O. Berg) e a pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) (SUGUINO et al., 2008) (Figura 3). As espécies estão distribuídas com predominância nas regiões tropicais e subtropicais, com diversas formações naturais, sobretudo na mata atlântica (GUILHERME et al., 2004).

Figura 3 - Principais representantes de espécies frutíferas de Mirtáceas: A- Goiabeira B- Jabuticabeira e C- Pitangueira. Foto: As árvores do Brasil, 2008.



2.4. Cambuí - *Myrciaria floribunda* (West ex Willdenow) O. Berg (Myrtaceae)

O gênero *Myrciaria* pertence à família Myrtaceae, com sua distribuição geográfica distribuída no Paraguai, Argentina, América Central, sul da Flórida e Brasil, sendo o território brasileiro representado com cerca de 22 espécies consideradas nativas, principalmente na região sudeste (SOBRAL et al., 2015).

A espécie *Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg é uma frutífera nativa de ocorrência em diferentes estados do Brasil, com registro principalmente em áreas de restinga do litoral de Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Pernambuco e Rio de Janeiro, apresentando interessante potencial econômico e social. Atualmente, sua exploração é feita exclusivamente por extrativismo em comunidades próximas aos locais de ocorrência espontânea da espécie (ZAMITH e SCARANO, 2004; SOUZA e MORIM, 2008; MENEZES et al., 2009). Em Alagoas, o cambuizeiro pode ser encontrado crescendo de forma nativa e espontânea nos municípios de Coruripe, Feliz Deserto, Piaçabuçu e Penedo (SOUZA, 2000).

É uma arvoreta que pode atingir de 3 a 16 m de altura. No Brasil, é conhecida por alguns nomes, como cambiuva, camboim, cambuí, cambuí-amarelo, cambuí-vermelho, cambuim, cambuizinho, guamirim, guaramirim, jabuticabinha e murta. Possui inflorescências com até seis flores, as quais são hermafroditas, tetrâmeras e com pétalas brancas. Seus frutos são globosos, de coloração que variam do laranja ao roxo, quando maduros, suculentos e de sabor ácido, casca bastante fina e a polpa envolvendo 1 a 2 sementes arredondadas (LEMOS et al., 2018) (Figura 3).

Figura 4 - Cambuizeiro do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) CECA/UFAL: (A) Planta; (B) Botões florais e (C) frutos em diferentes colorações. Foto: Everton dos Santos, 2017.



A espécie pode ter o seu biociclo comprometido em razão do desmatamento, expansão e especulação imobiliária no litoral e ocupações irregulares pelas comunidades locais.

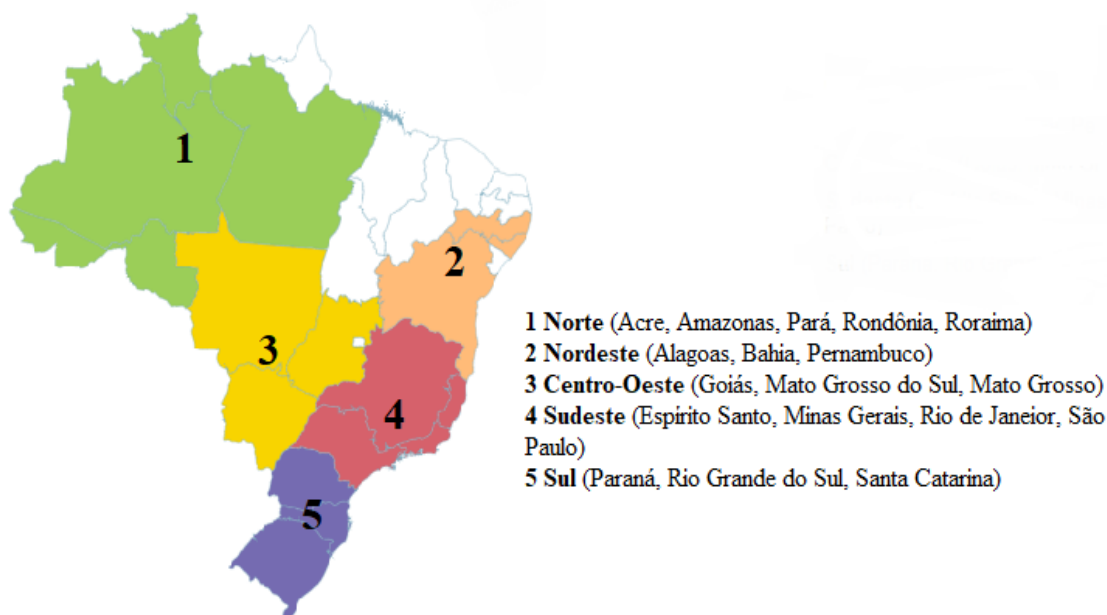
Acredita-se que a exploração extrativista e o cultivo racional dessa frutífera, além de beneficiar as comunidades locais, poderão ter uma expressão econômica no contexto da fruticultura regional e nacional, beneficiando a conservação de seu Germoplasma (GAMA et al., 2017).

Os frutos de cambuizeiro são geralmente utilizados pelas comunidades das áreas de ocorrência para a produção de polpa congelada, geléias, sorvetes, sucos, licores e para saborizar à água ardente (cachaça). Com a crescente demanda no mercado atual por produtos naturais e diferenciados, as frutas nativas como o cambuí tem boas chances de se tornar cada vez mais atrativas. Todavia, a espécie *Myrciaria floribunda* ainda não foi domesticada e inexistem plantios organizados ou quaisquer recomendações técnicas para sua propagação e cultivo racional (ARAÚJO, 2012).

2.5 Distribuição geográfica de *Myrciaria floribunda* O. Berg

Com ampla distribuição geográfica, os cambuizeiros encontram-se de forma nativa na América Central e América do Sul. No Brasil, possui uma vasta distribuição, contemplando estados no Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, em ambientes de Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (Figura 2) (FLORA do BRASIL, 2019). Embora não constem no mapa da Flora do Brasil (2019), há informações seguras de ocorrência do cambuí de forma espontânea nos estados de Sergipe e Rio Grande do Norte e, possivelmente, nos demais estados do Nordeste (LEMOS, E.E.P. informação pessoal).

Figura 5 - Distribuição geográfica da espécie *Myrciaria floribunda* O. Berg. nas diferentes regiões do Brasil. Fonte: Flora do Brasil, 2019, adaptado por SANTOS, H.R.S.



Esta distribuição geográfica teve influência às diversas adaptações de clima e solo, apresentando alguns sinônimos para descrever a mesma espécie, como *Eugenia floribunda* H.West ex Willd, *Myrciaria amazonica* O.Berg., *Myrciaria uliginosa* O.Berg, *Myrciaria leucophloea* O.Berg, *Eugenia salzmannii* Benth, *Myrciaria tenuiramis* O. Berg, *Myrciaria mexicana* Lundel, *Myrciaria oneilli* (Lundell) I.M. Johnst. e *Myrciaria protracta* (Steud.) O. Berg (TIETBOHL, 2014). Dificuldades são constatadas para haver uma identificação mais precisa de sua ocorrência pelo fato de existirem outras espécies de Myrtaceae que também são chamadas popularmente de cambuís, a exemplo de algumas espécies dos gêneros *Myrcia*, *Eugenia* e *Myrciaria* (LOIOLA et al., 2015).

2.6 Propagação de espécies nativas

A perpetuação das espécies é assegurada pelo seu mecanismo reprodutivo, e do ponto de vista econômico, a reprodução é um dos principais pilares para se conseguir que uma cultura seja economicamente viável, utilizando métodos propagativos via sementes ou vegetativamente, o que fortalece a importância dos estudos de biologia floral, através da polinização, e seus registros fenológicos (SILVA e PINHEIRO, 2007).

Um dos desafios enfrentados para a expansão de pomares comerciais é a obtenção de mudas. Comumente, viveiristas optam pela propagação através de sementes, devido à grande

diversidade de espécies arbóreas e pelo maior domínio da técnica, advindos da silvicultura comercial. Entretanto, esta forma de propagação apresenta limitações para a produção de mudas em escala comercial para diversas espécies nativas, seja pela condição de sementes recalcitrantes, seja por fatores como: produção irregular ou baixa de sementes, dificuldades de localizar matrizes de espécies raras, dificuldade na definição da época ideal de colheita das sementes, entre outros. (INOUE e PUTTON, 2007).

Muitas das espécies do gênero *Myrciaria* apresentam dificuldades para a obtenção de sementes em quantidades que permitam a produção de mudas em larga escala, tanto para o aproveitamento comercial como para o aproveitamento em programas de repovoamento vegetal. A semente de cambuí apresenta um curto período de vida, não suportando uma redução acentuada no teor de água, enquadrando-se no grupo de sementes que apresentam comportamento recalcitrante ao armazenamento. Dessa forma, após a extração dos frutos, se mantida em condições que favoreçam a perda de água, capacidade germinativa fica comprometida. (DUBAL et al., 2017). Existem diversos fatores que influenciam a produção de sementes de espécies nativas, como a sazonalidade no florescimento, fatores ecológicos, bem como a polinização e a produção irregular de sementes entre indivíduos de uma mesma espécie (SCHORN, 2003).

2.6.1 Propagação Sexuada e Assexuada

A propagação seminífera constitui-se no processo natural de disseminação e perpetuação da maioria das espécies, sendo fundamental para as plantas nativas ainda pouco exploradas. Na produção de mudas florestais nativas, a principal forma de propagação das espécies é a sexuada. (OLIVEIRA et al., 2016). O uso de sementes possibilita estudos relacionados à produção de mudas de espécies de frutíferas nativas.

A propagação vegetativa consiste na multiplicação assexuada de partes de uma planta, gerando um indivíduo geneticamente idêntico à planta matriz. A recombinação gênica não acontece devido a utilização de segmentos vegetativos como caules, folhas ou raízes (HARTMANN et al., 2011). Dessa forma, a constituição genética aos descendentes é mantida (XAVIER et al., 2009). Algumas espécies do gênero *Myrciaria* apresentaram sucesso em algumas formas de propagação assexuada.

Algumas mirtáceas podem obter sucesso na propagação por enxertia. Em estudos com propagação de pitangueira (*Eugenia uniflora* O. Berg.), Franzon (2015) relatou que a espécie pode ser propagada por enxertia através da técnica por garfagem em qualquer época do ano,

utilizando garfos com um par de gemas. Para a propagação assexuada de jabuticabeira (*Mirciaria sp.*), Danner et al., (2006) relatam que, a alporquia é um método viável e Sasso et al., (2010) descrevem uma melhor eficácia no uso de estacas lenhosas, diferindo das herbáceas, ambas tratadas com ácido indolbutírico - AIB (6000 mg L^{-1}).

2.6.2 Germinação de sementes

A germinação das sementes trata-se de um evento complexo que envolve processos bioquímicos e fisiológicos, iniciando-se a partir da embebição. Em condições favoráveis, os mecanismos de dormência sendo quebrados, haverá um rápido crescimento e expansão do embrião, resultando na ruptura do tegumento e emergência da radícula (ATAIDE, 2016).

A partir da fecundação do óvulo, uma série de alterações físicas, fisiológicas, morfológicas e bioquímicas acontecem (HEHENBERGER et al., 2012). Devido a desuniformidade e lentidão na germinação, muitos estudos são voltados para investigação desses fatores, como substâncias químicas presentes no envelope mucilaginoso que envolve o tegumento e técnicas para quebra de dormência. Pesquisas com ênfase em estruturas da semente, tegumento, endosperma e eixo embrionário são elucidadas (MULLER et al., 2007; ATAIDE, 2016).

A capacidade das sementes germinarem rápido e uniformemente está ligada diretamente ao seu estabelecimento e habilidade em adaptar-se e manterem-se viáveis por períodos longos, até as condições se tornarem propícias para o desenvolvimento das plântulas (BORGES, 2003). Em condições ótimas, o processo germinativo pode ocorrer se houver disponibilidade hídrica, oxigenação e temperaturas que favoreçam a determinada espécie.

2.6.2.1 Dormência em sementes

A dormência em sementes representa uma estratégia benéfica ambientalmente, que contribui para distribuição da germinação durante o tempo, evitando a viviparidade e reduzindo a extinção de espécies (CASTRO et al., 2017). Entre os tipos de dormência encontram-se a exógena ou tegumentar, em que os tecidos que envolvem a semente exercem algum impedimento (dormência imposta pelo tegumento), e endógena ou embrionária, que mesmo na remoção do tegumento, a semente não germina, podendo ser causada pelo embrião imaturo ou presença de mecanismos de inibição fisiológica. Estes

fatores podem ocorrer ou não simultaneamente em uma determinada espécie (FOWLER e BIANCHETTI, 2000).

A superação da dormência física contribui para a germinação imediata após embebição. Sabendo-se da associação entre permeabilidade do revestimento com potencial do crescimento embrionário, ainda é incipiente o conhecimento de como o mecanismo da dormência é estabelecido nas sementes (SILVIA et al., 2018).

Algumas mirtáceas possuem características relacionadas a recalcitrância e dormência tegumentar, o que pode dificultar a germinação por um período mais curto não garantindo a produção de mudas. Em laboratório, geralmente pode ser feita através do método de escarificação, visando dissolver promover estrias ou perfurações na camada cuticular possibilitando a absorção de água, dando início a germinação. Em espécies florestais, os métodos mais utilizados são: imersão em água quente, escarificação química e mecânica (RIBEIRO et al., 2009).

2.6.2.2 Curva de embebição em sementes

A água possui um papel importante na formação e maturação de sementes. Além de ativar nos diferentes processos metabólicos para germinação, o nível de hidratação das sementes é um dos fatores mais importantes na indução e superação da dormência (VIVIAN et al., 2008).

O processo de embebição é caracterizado pelo movimento de água para o interior das células, ocorrendo em consequência à polaridade das moléculas de água, conferindo propriedades de aderência às superfícies carregadas. Em germinação de sementes, esse processo torna-se fundamental para o desencadeamento dos processos metabólicos que culminarão no desenvolvimento do embrião (RAVEN, 2001).

Em sementes que apresentam alguma restrição na germinação, a curva de embebição pode auxiliar em pesquisas relacionadas à permeabilidade do tegumento, condicionamento osmótico e pré-hidratação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Segundo os mesmos autores, a absorção de água aumenta o volume da semente, resultante da entrada de água, provocando o rompimento da casca, facilitando assim a emergência do eixo hipocótilo-radicular do interior da semente.

Para que uma semente germine, é necessário que esta apresente um elevado grau de hidratação, permitindo a ativação das reações químicas e a retomada do processo de desenvolvimento do embrião. A quantidade de água absorvida pela semente vai depender de

alguns fatores, como a espécie, cultivar, fatores ambientais e características da própria semente, como: composição química, teor de umidade inicial e a constituição do tegumento (ZUCHI et al., 2006).

O comportamento das sementes referente à velocidade de absorção de água vai responder de acordo com a espécie, o que vai diferenciar o padrão de embebição (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

2.7 Germinação em cultura de tecidos

A fase de germinação é considerada crítica, pois existe uma vulnerabilidade das sementes aos fatores ambientais. Na germinação de sementes, a natureza do substrato pode impactar diretamente a capacidade de retenção de água e oxigênio, na estrutura física e no surgimento de patógenos, interferindo na porcentagem de germinação (FLORIANO, 2004).

O substrato deve apresentar condições ideais ao desenvolvimento do sistema radicular. Setúbal e Afonso Neto (2000) afirmam que o substrato pode ocasionar em irregularidade de germinação ou ausência da mesma, má formação de plantas e deficiência ou excesso de alguns nutrientes.

Uma alternativa para o êxito da germinação e desenvolvimento inicial das plantas é o cultivo in vitro, que apresenta condições muito estáveis, que se adaptadas para as demandas de cada espécie, tendem a propiciar um bom desenvolvimento das plântulas e obtenção de mudas mais homogêneas (PASQUAL et al., 2001).

A germinação in vitro, aliado aos métodos eficazes para desinfestação, permite a obtenção de plântulas assépticas, que poderão fornecer propágulos livres de contaminantes para micropropagação (GRATTAPAGLIA e MACHADO, 1998).

Alguns fatores importantes podem influenciar a germinação de sementes e no estabelecimento in vitro de plantas assépticas em meio de cultura: a composição do meio de cultura, a concentração de sacarose e ágar e as condições de iluminação (ZHANG et al., 2003).

O processo de germinação de sementes in vitro, visando à produção de mudas, tem sido utilizado em outras espécies (BEVILACQUA et al., 2011). Protocolos na área de micropropagação para o gênero *Myrciaria* são escassos, mesmo tendo idéia de que as condições em cultivo in vitro são favoráveis para o estabelecimento da germinação e de plantas in vitro.

2.8 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) em sementes

A técnica de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) é uma ferramenta muito utilizada por pesquisadores em diversas áreas, inclusive da biológica, pois possibilita a caracterização e identificação de microestruturas morfológicas (DEDAVID et al., 2007).

O estudo das características morfológicas das sementes de *Myrciaria floribunda* pode ser um avanço importante por subsidiar pesquisas sobre sua estrutura, e descobrir que mecanismos de proteção às mesmas utilizam para a manutenção da sua qualidade fisiológica. Trabalhos neste nível são raros ou inexistentes para o cambuí. Pesquisas deste tipo podem permitir uma minuciosa visualização das estruturas vegetais, e, em sementes, identificar os eventos que acontecem durante a germinação, inclusive notar a barreira (tegumento) que existe e que pode ter influência na germinação nos primeiros dias (SILVA et al., 2007).

O conhecimento da micromorfologia revelada com o auxílio da MEV em sementes de cambuí permite detalhar sua composição. As imagens elaboradas através da microscopia eletrônica contribuem para a elucidação e compreensão da morfologia e do esclarecimento de diferentes estruturas existentes nas sementes de *M. floribunda*.

Em Myrtaceae, as análises das características micro estruturais são realizadas com ênfase para culturas de importância econômica (GOMES et al., 2009). Metodologias devem ser aplicadas para a espécie com o intuito de obter informações que identifiquem tais estruturas e contribuam para compreensão das diferentes respostas ao comportamento das espécies de *M. floribunda*.

3. REFERÊNCIAS

- ABRASFRUTAS - Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. Fruticultura, setor em expansão. Disponível em <https://abrafrutas.org/2018/08/14/fruticultura-setor-em-expansao/>. Acesso em: 10/01/2019.
- ALVES JUNIOR, C.; VITORIANO, J.O.; SILVA, D.L.S.; FARIAS, M.L.; DANTAS, N.B.L. Water uptake mechanism and germination of *Erythrina velutina* seeds treated with atmospheric plasma. **Scientific Reports**, v.6, p.1-7, 2016.
- ARAÚJO, R. R. Qualidade e potencial de utilização de frutos de genótipos de Cambuí, Guajiru e Maçaranduba nativos da vegetação litorânea de Alagoas. Tese (Doutorado em Fitotecnia. Área de concentração: Agricultura Tropical) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2012.
- ATAIDE, G. M.; BORGES, E. E. L.; LEITE FILHO, A. T. Alterações fisiológicas e biométricas em sementes de *Melanoxylon brauna* Schott durante a germinação em diferentes temperaturas. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 40, n. 1, p. 61-70, Feb. 2016.
- BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C.; LI, X. Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. **Plant Species Biology**, v. 15, n. 2, p. 139-152, 2000.
- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds** – ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. New York: Academic Press, 1998. 666p.
- BEVILACQUA C.B., REINIGER L.R.S, GOLLE D.P. e ROSA F.C. Desinfestação superficial, germinação e regeneração in vitro a partir de sementes de calêndula. **Ciência Rural**, 41:761-766. 2011.
- BEWLEY, J.D. Seed germination and dormency. **The Plant Cell**. V.9, n.3, p. 729-738, 1997.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BORGES, E.E.L. Comportamento bioquímico e fisiológico de sementes florestais nativas durante a embebição. 2003. 100 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CASTRO, R. A. ; MEIADO, M. V.; DANTAS, B. F. Banco de sementes da exótica invasora *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae) na Caatinga. In: JORNADA DE INTEGRAÇÃO DA PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2., 2017, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2017. p. 41-46.
- CETAP – Agricultura ecologia: Frutas nativas- alimentos locais, sabores e ingredientes especiais. Passo Fundo, RS. 2015.

COPELAND, L.; McDONALD, M. Principles of Seed Science and Technology. 4 th . Edition. KLUWER Academic Publishers, Massachusetts, USA. 2004, 467p.

CORADIN, L.; CAMILLO, J. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (Ed.). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste. Brasília, DF: MMA, 2018.

DANNER, M.A.; CITADIN, I.; JUNIOR, A.A.F.; ASSMAN, A.P.; MAZARO, S.M.; DONAZZOLO, J.; SASSO, S.A.Z. Enraizamento de jaboticabeira (*Plinia trunciflora*) por mergulhia aérea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.530-532, 2006.

DEDAVID, B. A., GOMES, C. I., MACHADO, G. Microscopia eletrônica de varredura: aplicações e preparação de amostras. Materiais poliméricos, metálicos e semicondutores. EDPUCRS. Porto Alegre, 2007.

DUBAL, P.T.I. TROYJACK, T., PIMENTEL, J.R. et al. Tamanho da semente, vigor e crescimento inicial de trevo encarnado. **Revista Brasileira de Tecnologia Agropecuária**, v.1, n.2, p. 118-123, 2017.

FERREIRA, N. R., FRANKE, L. B., MOÇO, M. C. de C. Estudos morfo-anatômicos relacionados à dormência em sementes de *Adesmia tristis* Vogel (Fabaceae). **Rev. Brasileira Sementes** 33, 447–453. 2011.

FLORIANO, E. P. Germinação e Dormência de Sementes Florestais. 1.ed. Santa Rosa: ANORGS, 2004. 19p.

FOWLER, A. J. P.; BIANCHETTI, A. Dormência em sementes florestais. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 27p.

FRANZON, R. C. Propagação vegetativa da pitangueira por enxertia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Clima Temperado – Pelotas, 2015. 22 p.

FREITAS, E. Aspectos naturais do Estado de Alagoas. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/aspectos-naturais-estado-alagoas.htm>. Acesso em 03 de março de 2020.

GAMA, D.C.; JESUS, J. B.; OLIVEIRA, F. F.; NASCIMENTO JÚNIOR, J. M.; GOMES, L. J. O Cambuí (*Myrciaria tenella* (DC.) O. BERG; MYRTACEAE): extrativismo e geração de renda em Ribeira do Pombal-Bahia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 12, n. 1, p. 42-51, 2017.

GERUM, A.F.A.A. [et al]. Fruticultura Tropical: potenciais riscos e seus impactos. Cruz das Almas, BA : Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2019. 28 p.

GOMES, S. M. et al . Anatomia foliar de espécies de Myrtaceae: contribuições à taxonomia e filogenia. **Acta Bot. Bras.**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 224-238, Mar. 2009.

GOMES, J. P.; OLIVEIRA, L. M.; FERREIRA, P. I.; BATISTA, F. Substratos e temperaturas para teste de germinação em sementes de Myrtaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 285-293, 2016.

GOOGLE HEART MAPS. [Http://mapas.google.com](http://mapas.google.com). Acesso em 20 de outubro de 2019.

GOGOSZ, A. M.; BONA, C.; SANTOS, G. O.; BOTOSSO, P. C. Germination and initial growth of *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. (Myrtaceae), in petroleum-contaminated soil and bioremediated soil. **Brazilian Journal Biology**, v. 70, n. 4, p. 977-986, 2010.

GOGOSZ, A. M.; BOEGER, M. R. T.; COSMO, N. L.; NOGUEIRA, A. C. Morfologia de diásporos e plântulas de espécies arbóreas da floresta com araucária, no sul do Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 4, p. 819-832, 2015.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M.A. Micropropagação. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. 1. ed. Brasília: Embrapa-SPI/ Embrapa-CNPq, 1998. p.183-260.

GUILHERME, F.A.G. et al. Effects of flooding regime and woody bamboos on tree community dynamics in a section of tropical semideciduous forest in South-Eastern Brazil. **Plant Ecology**, Oxford, n.174, p.19-36,2004.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR., F. T.; GENEVE, R. L. (2011) Plant propagation: principles and practices. 8th ed. New Jersey: PrenticeHall, 2011. 915p.

HEHENBERGER, E.; KRADOLFER, D.; KÖHLER, C. Endosperm cellularization defines an important developmental transition for embryo development. *Development*, v.139, p.2031-2039, 2012.

HORTIFRUTI BRASIL. Edição especial, ano 16, n. 163, 2017.

INOUE, M. T.; PUTTON, V. Micropropagação de 12 espécies arbóreas da floresta ombrófila mista. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 1, p. 55-61, 2007.

KÖHLER, M. Diagnóstico preliminar da cadeia das frutas nativas no estado do Rio Grande do Sul. (Trabalho de conclusão de curso de Bacharel em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

LAZZAROTTO, J.J. [et al]. Panorama socioeconômico e tecnológico da produção familiar gaúcha e catarinense de frutas de clima temperado . Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2015. 47 p.

LEMO, E.E.P.; REZENDE, L. P.; ARAÚJO, R. R.; ALVES, R. E. *Myrciaria floribunda* Cambuí. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREY, F. G. C. (Ed.). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste. Brasília, DF: MMA, 2018.

LOIOLA MIB, ARAÚJO FS, LIMA-VERDE LW, et al. Flora da Chapada do Araripe. In: Albuquerque UP, Meiado MV. (eds.) Sociobiodiversidade na Chapada do Araripe. Bauru, NUPEEA: Canal 6. p. 103-148. 2015.

LORENZI, H. et al. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: de consumo in natura. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2006. 640p.

MARTINOTTO, Cristiano et al. Efeito da escarificação e luminosidade na germinação in vitro de sementes de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.). **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1668-1671, Dec. 2007 .

MENEZES, C.M.; AGUIAR, L.G.P.A.; ESPINHEIRA, M.J.C.L.; SILVA, V.Í.S. Florística e fitossociologia do componente arbóreo do município de Conde, Bahia, Brasil. **Revista Biociências**, 15(1), 44-55, 2009.

MOLIZANE, D.M.; JULIO, P.G.S.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M.; BARBEDO, C.J. Physical, physiological and anatomical changes in *Erythrina speciosa* Andrews seeds from different times related to the degree of dormancy. **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 3, p. 331-341, 2018.

MULLER, T. S.; DEWES, D.; KARSTEN, J.; SCHULTER, A. R.; STEFANELLO, S. Crescimento in vitro e aclimação de plântulas de *Miltonia flavescens*. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 252-254, 2007.

Myrciaria in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB10792>>. Acesso em: 04 Jan. 2020.

NEGRI, T. C., BERNI, P. R. A., BRAZACA, S. G.C. Valor nutricional de frutas nativas e exóticas do Brasil. **Biosaúde**. Londrina, v.18, n. 2, 2016.

OLIVEIRA, M.C., OGATA, R. S., ANDRADE, G. E., et al. Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado. Editora Rede de Sementes do Cerrado, 2016. 124 p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. FAO. FAOSTAT. Divisão de estatística. Acesso em: 05 jul. 2016.

PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D.; VALE, M. R. do; SILVA, C. R. R. de. Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 137 p.

PIMENTA, A. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; LAVIOLA, B. G.; PANOBIANCO, M. Curva de absorção de água em sementes de pinhão-manso. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, n. 3, p. 295-301, 2014. ISSN 2177-5133. Disponível em: <https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/480>. Acesso em: 10/03/2019.

RAVEN, P.H. *Biologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 906 p. 2001.

REGO, S. S.; COSMO, N. L.; GOGOSZ, A. M.; KUNIYOSHI, Y. S.; NOGUEIRA, A. C. Caracterização morfológica e germinação de sementes de *Curitiba prismatica* (D. Legrand) Salywon & Landrum. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4, p. 616-625, 2011.

- REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIYOSHI, Y. S.; SANTOS, A. F. Caracterização morfológica do fruto, da semente e do desenvolvimento da plântula de *Blepharocalyx salicifolius* (H. B. K.) Berg. e *Myrceugenia gertii* Landrum – Myrtaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 52-60, 2010.
- REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIYOSHI, Y. S.; SANTOS, A. F. Germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. em diferentes substratos e condições de temperaturas, luz e umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 212-220, 2009.
- RIBEIRO, V. V.; M. do S. S. Braz & N. M. de Brito. Tratamentos para superar a dormência de sementes de tento. *Biotemas*. 2009; 22(4): 25-32.
- SANTOS, E. F.; SALVADOR, T. L.; LIMA-SALVADOR, T.; LEMOS, E. E. P. Características físicas e físico-químicas dos frutos de genótipos do banco ativo de germoplasma de cambuizeiro. In: III Simpósio da Rede de Recursos Genéticos vegetais do Nordeste, Aracaju – SE, 2017.
- SASSO, S. A.Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de Jaboticabeira por estaquia. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal , v. 32, n. 2, p. 577-583, June 2010 .
- SANTIAGO, R.A.C.; CORADIN, L. Biodiversidade brasileira: sabores e aromas [recurso eletrônico]. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade. Brasília, DF: MMA, 2018.
- SCHORN, L.A. Aspectos ecológicos da produção de sementes. Departamento de Engenharia Florestal: Universidade Regional de Blumenau. 13p. 2003.
- SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio as Micro e Pequenas Empresas. **Agronegócio da Fruticultura. Boletim de Inteligência**, 5 p., 2015. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/\\$File/5791.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/$File/5791.pdf)>. Acesso em: 28/01/2018.
- SANTOS, C. M. R. dos.; FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A. Características de frutos e germinação de sementes de seis espécies de Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal*, v. 14, n. 2, p. 13-20, 2004.
- SERAGLIO, S. K. T. et al. Nutritional and bioactive potential of Myrtaceae fruits during ripening. **Food Chemistry**, v. 239, p. 649–656, 2017.
- SETÚBAL J.W.C; AFONSO NETO F. Efeito de substratos alternativos e tipos de bandejas na produção de mudas de pimentão. **Horticultura Brasileira** 18: 593-594. 2000.
- SILVA, A.L.G.; ORMOND, W.T.; PINHEIRO, M.C.B. Biologia floral e reprodutiva de *Senna australis* (Vell.) Irwin & Barneby (Fabaceae - Caesalpinioideae). **Boletim do Museu Nacional (N. S. Bot.)** 121: 1-11. 2002.
- SILVA, P. A.; DINIZ, K. A.; OLIVEIRA, J.A.; PINHO, É. V. R. Análise fisiológica e ultra-estrutural durante o desenvolvimento e a secagem de sementes de soja. **Rev. bras. sementes** [online]. 2007, vol.29, n.2 [cited 2020-02-21], pp.15-22.

SILVA, W.J., YAMASHITA O. M., SILVA, P.C.L., et al. QUEBRA DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE CAPIM-NAVALHÃO. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v. 15, n. 2, p.830-842 ago./dez. 2017.

SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. **Myrtaceae**: lista de espécies da Flora do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>> Acesso em: 10 ago. 2013.

SOUZA, M. C.; MORIM, M. P.. Subtribos Eugeniinae O. Berg e Myrtinae O. Berg (Myrtaceae) na Restinga da Marambaia, RJ, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 652-683, Sept. 2008.

SOUZA, R. C.; (Coord.). 2000. Área de proteção ambiental de Piaçabuçu: diagnóstico, avaliação e zoneamento. EDUFAL, Maceió, AL.

STADNIK A., OLIVEIRA MIL., ROQUE N. Levantamento florístico de Myrtaceae no município de Jacobina, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Hoehnea* 43: 87-97. 2016.

STADNIK, A., OLIVEIRA, M. I. U., ROQUE, N. Myrtaceae na Serra Geral de Licínio de Almeida, Bahia, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 69, n. 2, p. 515-552, June 2018.

SUGUINO, E.; MARTINS, A.N.; HEIFFIG, L.S.; SEGATELLI, C.R.; AGUILLA, J.S.; MINAMI, K. Enraizamento de estacas de Cambuí submetidas a diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **UNIMAR Ciências**, v. 17, n. 1/2, p. 35-38, 2008.

TIETBOHL, L. A.C. Estudo químico e biológico da espécie vegetal *Myrciaria floribunda* (H.West ex Willd.) O. Berg. Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ, 155p., Dissertação (Mestrado), 2014.

VIANE, R. A. G. RODRIGUES, R.R. Árvores frutíferas nativas do Brasil: importância, usos e diversidade de espécie. **Plantas, flores e jardim**. 2005.

VIVIAN, R.; SILVA, A.A.; GIMENES, Jr., M.; FAGAN, E.B.; RUIZ, S.T.; LABONIA, V. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência – breve revisão. **Planta Daninha**, v.26, n.3, p.695-706, 2008.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. Silvicultura clonal: princípios e técnicas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 272p.

ZAMITH, L.R.; SCARANO, F.R. 2004. Produção de mudas de espécies das Restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 1, p. 161-176.

ZANCHI, V., COSTA, É., SCHWANTES, F., XAVIER, L. Desempenho das exportações brasileiras de frutas in natura (1996-2007): uma análise sob a ótica do modelo gravitacional. **Revista Teoria E Evidência Econômica**, 2013.

ZHANG, F., GONZALEZ, A., ZHAO, M., PAYNE, C.T., and LLOYD, A. A network of redundant bHLH proteins functions in all TTG1-dependent pathways of *Arabidopsis*. *Development* 130, 4859–4869, 2003.

ZUCHI, J., PANNOZZO, L.E., HEBERLE, E., ARAUJO, E.F. Curva de embebição e condutividade elétrica de sementes de mamona classificadas por tamanho. **Rev. bras. sementes**, Londrina , v. 34, n. 3, p. 504-509, 2012.

CAPÍTULO I

Características biométricas da semente, germinação e desenvolvimento pós- seminal de cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.]

RESUMO

Myrciaria floribunda (H. West ex Willd.) O. Berg, popularmente conhecida como cambuizeiro, é uma frutífera nativa tropical do Brasil, presente nas restingas do Nordeste brasileiro, apresenta potencial econômico e social. Atualmente sua exploração é feita apenas por extrativismo nas áreas de ocorrência natural. Na natureza essa espécie é propagada por sementes e dispersa por animais que são bastante atraídos pelos seus frutos, mas na propagação em viveiros apresenta um baixo potencial germinativo e longos períodos para a emergência das plantas, havendo a necessidade de se estudar os fatores que afetam seu potencial fisiológico. Tratamentos pré-germinativos podem auxiliar na germinação das sementes de cambuí, tais como a remoção total ou parcial do tegumento que as envolvem, aumentando a permeabilidade à água e facilitando a sua embebição. Este trabalho objetivou caracterizar sementes de cambuí e avaliar o seu processo germinativo *in vitro* e *ex vitro*. Foi realizada a biometria de 400 sementes, avaliando-se a frequência relativa dos diâmetros. Para o ensaio *ex vitro*, a germinação foi feita em placas de Petri com sementes em diferentes tempos de embebição/absorção em água com a presença ou ausência do tegumento. Foi utilizado um esquema fatorial 3 x 4, sendo três tratamentos para o tegumento (1- tegumento intacto; 2- tegumento fraturado e 3- ausência de tegumento) e diferentes tempos de embebição (0h, 24h, 48h, 72h). Para o ensaio *in vitro*, as sementes foram submetidas ao teste de germinação utilizando o delineamento inteiramente casualizado com esquema 2 x 3, utilizando sementes com e sem tegumento em diferentes meios de cultura (ágar; ágar + metade dos sais de MS; e ágar + MS completo). Após 90 dias avaliou-se no teste *ex vitro* a porcentagem de germinação, o índice de velocidade e o tempo médio de germinação, o desenvolvimento da raiz e da parte aérea. Para o ensaio *in vitro*, aos 150 dias avaliou-se o desenvolvimento da raiz e parte aérea. De acordo com os resultados obtidos, as sementes de cambuí possuem forma elíptica ou oval ($DL/DT > 1$). Na ausência do tegumento, as sementes apresentaram maior porcentagem de germinação *ex vitro* independente do tratamento de embebição. A germinação *in vitro* também foi influenciada pela ausência do tegumento nas

sementes, apresentando melhor comprimento da raiz e parte aérea em meio de cultura contendo água + ágar.

Palavras-chave: dormência, propagação, plântulas, frutífera nativa.

Biometric characteristics of seed, germination and post-seminal development of cambui
[*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.]

ABSTRACT

Myrciaria floribunda (H. West ex Willd.) O. Berg, popularly known as cambuizeiro, is a native tropical fruit from Brazil, present in the sandy soils of restingas of Northeastern Brazil, that has a good economic and social potential. Currently its exploitation is made only by extractivism in the naturally occurring areas. In nature this species is propagated by seeds and dispersed by animals that are very attracted to their fruits, but its propagation in nurseries has a low germination potential and long periods for the emergence of plants, therefore, factors that affect their physiological potential need to be studied. Pre-germinative treatments can assist in the germination of cambuí seeds, such as the total or partial removal of the surrounding integument, increasing water permeability and facilitating its imbibition. This work aimed to characterize cambuí seeds and to evaluate their germination process in vitro and ex vitro. A biometry of 400 seeds was performed, evaluating the relative frequency of their diameters. For the ex vitro assay, germination was done in seed Petri dishes at different soaking / absorption times in water with or without the integument. A 3 x 4 factorial scheme was used, with three treatments for the integument (1- with integument; 2- cracked and 3- without integument) and different soaking times (0h, 24h, 48h, 72h). For the in vitro assay, the seeds were submitted to a germination test using a completely randomized design with 2 x 3 scheme, using seeds with and without integument in different culture media (water + agar; water + agar + half of MS salts; and water + agar + complete MS). After 90 days the germination percentage, the speed index and the average germination time, the root and shoot development were evaluated in the ex vitro test. For the in vitro assay, at 150 days, root and shoot development were evaluated. According to the obtained results, cambuí seeds have elliptical or oval shape ($DL / DT > 1$). In the total absence of the seed coat, the seeds presented higher percentage of ex vitro germination regardless of the imbibition treatment. In vitro germination was also influenced by the absence of seed coat, presenting better root and shoot development in culture medium containing water + agar.

Key words: dormancy, seed propagation, seedlings, native fruit.

1. INTRODUÇÃO

As frutas nativas desempenham papel fundamental na biodiversidade da flora brasileira, permitindo em alguns casos uma inserção no mercado local por despertar interesse por suas características gustativas e nutricionais. Seu crescimento e produção são favorecidos pelas condições edafoclimáticas de cada região em que ocorrem, tornando-se alternativa como fonte de renda para comunidades extrativistas e pequenos produtores rurais.

A espécie *Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg, popularmente conhecida como cambuizeiro, é uma frutífera da família Myrtaceae, nativa das restingas em Alagoas e outros estados do Brasil e apresenta interessante potencial econômico e social. Atualmente, sua exploração é feita exclusivamente por extrativismo em comunidades próximas aos locais de ocorrência espontânea (MENEZES et al., 2009; SOUZA e MORIM, 2008; ZAMITH e SCARANO, 2004). A espécie sofre com o desmatamento, expansão imobiliária nas regiões litorâneas e ocupações irregulares pelas comunidades locais. Acredita-se que a exploração extrativista e o cultivo racional dessa frutífera, além de beneficiar as comunidades locais, poderá ter relevância no contexto da fruticultura regional e nacional, beneficiando a conservação de seu germoplasma.

Os frutos de cambuizeiro são geralmente utilizados para a produção de polpa congelada, geléias, sorvetes, sucos, licores e para ser adicionada e dar sabor à cachaça. Devido ao tamanho, coloração e composição, os cambuís poderão ser incluídos no grupo das frutas pequenas ricas em vitaminas e antioxidantes. Com uma crescente demanda no mercado atual por produtos naturais e diferenciados, o preço de frutas como o cambuí tem se tornado cada vez mais atrativo. Todavia, a espécie ainda não foi domesticada e inexistem recomendações técnicas para sua propagação e cultivo racional (ARAÚJO, 2012).

A dispersão de sementes de cambuí ocorre de forma zoocórica e por seres humanos que são atraídos a seus locais de ocorrência em períodos de safra. Todavia, tentativas de produção massal de mudas em viveiros comerciais tem falhado pela baixa germinabilidade e grande irregularidade na emergência das plantas (LORENZI, 2009; ZAMITH e SCARANO, 2004).

Alguns trabalhos realizados com plantas da mesma família (Myrtaceae) têm procurado identificar fatores que dificultam ou impedem a germinação de sementes. Um dos fatores que tem sido identificado como uma das causas na dormência em sementes é que, após a secagem, o tegumento torna-se resistente à ruptura do embrião, sendo recomendado a sua remoção para facilitar o processo de germinação (MENDES e MENDONÇA, 2012).

Tratamentos pré-germinativos podem contribuir para a melhoria da germinação de sementes de cambuí. A ruptura do tegumento parcial ou total poderia aumentar a permeabilidade da semente à água, favorecendo a sua germinação. A disponibilidade de água é sempre um fator determinante no processo de germinação, que pela da absorção nos tecidos, intensifica as atividades metabólicas, culminando no fornecimento de nutrientes necessários para retomada do crescimento do embrião (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Características fisiológicas das sementes determinam, dentre outras, a capacidade de germinação e desenvolvimento das plântulas. Espécies de mirtáceas apresentam sementes com elevados teores de água e curta longevidade, características que as tornam intolerantes à dessecação, podendo está associada a vários compostos e processos, bem como acúmulo de reservas insolúveis, desdiferenciação celular, acúmulo de proteínas de oligossacarídeos e outros açúcares (PAMMENTER e BERJAK, 1999).

Pesquisas pioneiras de estudo da propagação *in vitro* e *in vivo* tem sido conduzidas na Universidade Federal de Alagoas na tentativa de se estabelecer um método de multiplicação da espécie mais eficiente. Tal estudo poderá vir a contribuir para o estabelecimento de técnicas que favoreçam o cultivo e o manejo desta frutífera em escala comercial, favorecendo a economia local e a conservação do seu material genético.

Este trabalho objetivou caracterizar o desenvolvimento pós-seminal de sementes de cambuí através do seu processo germinativo *in vitro* e *ex vitro*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biotecnologia Vegetal do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, localizado no município de Rio Largo – AL (09°27'S, 35°27'W e 127m de altitude).

2.1 Biometria de sementes de cambuizeiro

Frutos maduros de seis acessos de coloração laranja (Figuras 1- A; B) obtidos no Banco Ativo de Germoplasma de Cambuí do CECA-UFAL (latitude 9° 29' 45" S, longitude 35° 49' 54" W, altitude de 127 metros), foram coletados no período de frutificação e despulpados com auxílio de peneira e água corrente para retirada da mucilagem. Após a lavagem, as sementes foram colocadas em papel toalha para secagem (Figura 1 - C). As sementes apresentaram características morfológicas diferentes, sendo únicas ou aglomeradas, estas em número que variava de 2 a 4 por fruto.

Figura 1 - Frutos de cambuí (*Myrciaria floribunda* O. Berg) (A e B) e sementes (C) coletados do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do CECA-UFAL. (Fonte: autora, 2018).



Para as medições biométricas dos frutos foram utilizadas quatro repetições de 100 sementes, sendo avaliados diâmetro longitudinal e diâmetro transversal com o auxílio de paquímetro digital com precisão de 0,01mm. O peso das sementes foi obtido em balança analítica com precisão de 0,001g, utilizando a metodologia recomendada na Regra para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os dados das características quantitativas foram submetidos à análise descritiva, onde se calculou a média aritmética, mínimo, máximo, desvio padrão, erro padrão e coeficiente de variação.

2.2 Germinação de sementes de cambuizeiro

2.2.1 Germinação de sementes de cambuí e desenvolvimento pós-seminal

Para a obtenção das sementes, foi realizada a coleta dos frutos completamente maduros, sendo a maturação caracterizada pela coloração laranja final uniforme dos frutos. Após colhidos, os frutos foram selecionados, despulpados manualmente e lavados em água corrente para retirada total da mucilagem. As sementes foram em seguida postas para secar por 72 horas à sombra em bancada.

Sementes secas ao ar por 72 horas foram submetidas aos tratamentos pré-germinativos utilizando o delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 3 x 4, sendo três tratamentos sobre o tegumento e quatro tempos de embebição/absorção em água (Tabela 1) e com 4 repetições e 10 sementes por parcela.

Tabela 1 - Tratamentos pré-germinativos de sementes de cambuí em placas de petri.

Tegumento da semente	Imersão
Tegumento intacto	Controle (Sem imersão)
	Imersão por 24 horas
	Imersão por 48 horas
	Imersão por 72 horas
Tegumento Fraturado	Controle (Sem imersão)
	Imersão por 24 horas
	Imersão por 48 horas
	Imersão por 72 horas
Ausência de Tegumento	Controle (Sem imersão)
	Imersão por 24 horas
	Imersão por 48 horas
	Imersão por 72 horas

O penetrômetro de mesa modelo PTR 300 foi empregado como auxílio para romper o tegumento (sementes fraturadas) ou iniciar a sua retirada (ausência de tegumento). Aplicou-se

uma pressão sobre o tegumento seco suficiente para o seu rompimento, facilitando a sua abertura ou remoção. Durante esse processo, as sementes foram colocadas em copos plásticos descartáveis com 50 mL contendo água destilada para evitar oxidação, mantendo-se imersas até retirada para desinfestação. Em seguida, foi realizada a desinfestação superficial por imersão em hipoclorito de sódio a 2,5% de cloro ativo acrescido de 2 gotas de detergente Tween por 20 minutos, seguida por tríplice lavagem em água destilada estéril (BRASIL, 2009).

Na sequência, as sementes foram postas para germinar em folhas de papel do tipo germitest, dispostas em placas de Petri com 14 cm de diâmetro, umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, sendo feito o reumedecimento quando necessário (BRASIL, 2009). As placas foram mantidas em sala de crescimento a temperatura ambiente (27 +/- 2 °C).

Durante o processo de germinação, foram realizadas observações diariamente e avaliações a cada sete dias, consideradas germinadas as sementes que apresentaram plântulas normais, com suas estruturas definidas e com potencial para continuar o seu desenvolvimento (LABOURIAU, 1983 e BRASIL, 2009).

Avaliaram-se a porcentagem de germinação; índice de velocidade de germinação (IVG) e o tempo médio de germinação (TMG) ao final de 90 dias; comprimento de raiz principal e parte aérea (mm) com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01mm. A porcentagem de germinação foi realizada através da contagem final das sementes germinadas em relação ao número inicial de sementes, através da fórmula (BRASIL, 2009):

$$\%G = N/A \times 100$$

Em que:

% G = Porcentagem de germinação;

N = Número total de sementes germinadas;

A = Número total de sementes semeadas.

O índice de velocidade de germinação das sementes foi avaliado simultaneamente à porcentagem de germinação das mesmas, pela fórmula determinada por Maguire (1962):

$$IVG = G1/N1 + G2/N2 + G3/N3 + \dots + Gn/Nn$$

Em que:

IVG = índice de velocidade de germinação,

G1, G2, G3,...,Gn = número de sementes germinadas, computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem;

N1, N2, N3,..., Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem.

O tempo médio de germinação também foi calculado utilizando a contagem diária das sementes germinadas até o final da avaliação, através da fórmula:

$$TMG = (\sum n_i t_i) / \sum n_i$$

Em que:

TMG = tempo médio de germinação;

n_i = número de sementes germinadas no intervalo entre cada contagem;

t_i = tempo médio decorrido entre o início da germinação;

i = enésima contagem.

A contagem da germinação foi realizada diariamente, avaliando o comprimento total das plântulas com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01mm.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativos, as médias foram ajustadas em regressão polinomial (quadrática) ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

2.2.2 Determinação do grau de umidade

O conteúdo de água presente nas sementes foi determinado pelo teste de umidade, seguindo a metodologia de Brasil (2009), sendo utilizado o método estufa a 105±3 °C por 24h e 103±2 °C. As amostras de sementes foram pesadas antes e depois da secagem, sendo compostas por 4 repetições de 10 sementes com tegumento intacto e tegumento fraturado. O resultado foi expresso em porcentagem (base úmida, que descreve a relação entre a massa de água presente na semente e a massa total da semente), calculada na base do peso úmido utilizando a seguinte fórmula:

$$\% \text{ de Umidade (\%)} = 100 (P-p) / P-t$$

Onde:

P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

p = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

t = tara, peso do recipiente com sua tampa.

2.2.3. Curva de absorção de água em sementes de cambuí

A curva de embebição foi obtida utilizando sementes recém-colhidas e isoladas do fruto com tegumento intacto, tegumento fraturado e ausência de tegumento, colocadas em caixas gerbox, envolvidas com papel umedecido e condicionadas em B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) em temperatura alternada 20 – 30°C, no escuro. Primeiramente determinou-se o teor de água inicial das sementes através do método de estufa a 105°C, conforme descrito nas Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Em intervalos de tempos crescentes de acordo com o ganho de água, pesaram-se as sementes para determinação do incremento sobre a massa inicial. Foram realizadas 4 repetições de 10 sementes conforme Justo et al., 2007.

Após a finalização do teste, os dados foram submetidos a regressão de dispersão dos dados, ajustando um modelo e obtendo-se o R². Nas curvas de embebição foram identificadas as três fases de absorção de água pelas sementes de acordo com Carvalho e Nakagawa (2000) e Marcos Filho (2005).

2.2.4 Germinação de sementes de cambuí e desenvolvimento inicial de plântulas in vitro

As sementes foram submetidas ao teste de germinação utilizando o delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 2 x 3, sendo dois tratamentos pré germinativos e três meios de cultura (Tabela 2), com 10 repetições e duas sementes por parcela.

Tabela 2 - Tratamentos para introdução de sementes de cambuí in vitro.

Tegumento da semente	Meio de cultura
Tegumento intacto	Ágar
	½ MS*
	MS
Ausência do tegumento	Ágar
	½ MS
	MS

*MS: Meio conforme descrito por Murashige e Skoog (1962)

Após a secagem, os tegumentos das sementes foram retirados conforme descrito na secção anterior. As sementes foram desinfestadas em câmara de fluxo laminar por imersão em hipoclorito de sódio a 2,5% de cloro ativo + detergente Tween por 20 min, seguida de tríplice lavagem em água destilada estéril. Em seguida introduzidas em frascos de vidro contendo: ágar (6 g L^{-1}) sem adição de nutrientes, MS ou MS modificado com metade da concentração dos macronutrientes ($\frac{1}{2}$ MS) + sacarose (30 g L^{-1}) e gelificado com 6 g L^{-1} de ágar.

O pH dos meios foi ajustado para 5.8 antes da autoclavagem. Foram utilizados 30 mL de meio de cultura por frasco e autoclavados a $121^\circ\text{C}/20$ minutos.

As sementes introduzidas nos frascos contendo meio de cultura permaneceram durante 150 dias em sala de crescimento com controle de luminosidade (400 W.m^{-2}), 16h de fotoperíodo e temperatura $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Ao final de cada 30 dias avaliaram-se a percentagem de germinação, comprimento da raiz principal e parte aérea.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Biometria de sementes de cambuí

Os acessos de *M. floribunda* utilizados neste trabalho apresentaram variação na biometria de sementes com coeficientes bastante aceitáveis para as variáveis estudadas (Tabela 4). As sementes de cambuí apresentaram um peso médio de 14,27 g, diâmetro longitudinal médio de 6,20 mm e diâmetro transversal 5,15 mm (Tabela 4). A relação entre estas duas medidas indicou sementes com formato médio elíptico ou oval ($DL/DT > 1$).

Tabela 3 - Estatística descritiva dos dados biométricos para variáveis de diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), relação diâmetro longitudinal e transversal (DL/DT) e peso de sementes de cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.].

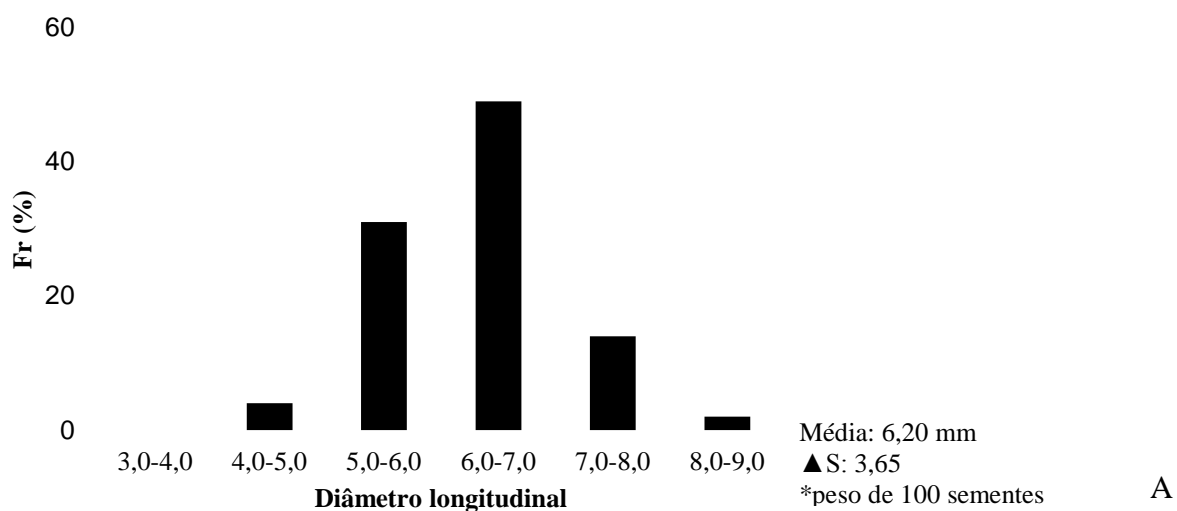
Estatística	Biometria			
	DL (mm)	DT (mm)	DL/DT	Peso (g) *
Mínimo	4,35	3,96	-	12,88
Máximo	9,00	6,9	-	15,00
Média	6,20	5,15	1,20	14,27
Mediana	6,15	5,12		14,61
Moda	6,12	4,99		14,00
Desvio Padrão	0,761	0,671	1,13	0,950
Erro Padrão	0,054	0,047	0,080	0,067
CV (%)	12,26	13,02	9,41	6,65

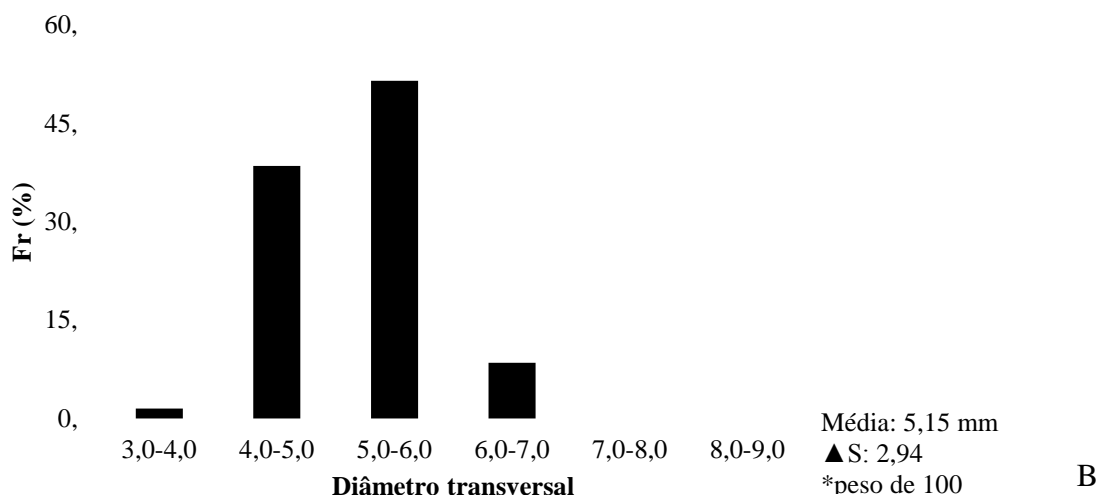
*Peso de 100 sementes

Em populações naturais, existe uma grande variabilidade genética, devido ao cruzamento entre os membros da mesma espécie, mas de diferentes populações, principalmente quando as condições em que se encontram conseguem garantir a manutenção do fluxo gênico (BARBIERE et al., 2005). As espécies tropicais nativas apresentam diferenças quanto ao tamanho dos frutos, número e tamanho das sementes. Em espécies menos utilizadas comercialmente, são poucos os estudos referentes à biometria de frutos e sementes (CARVALHO et al., 2003).

A distribuição dos valores obtidos para as variáveis foi realizada por meio dos histogramas de frequência. Para o diâmetro longitudinal, 49% do número total de observações encontram-se acima da média (Gráfico 1A), e para diâmetro transversal, 51,50% das observações estão em classes iguais ou superiores com uma largura média (Gráfico 1B).

Gráfico 1 - Distribuição de frequência relativa (Fr) do diâmetro transversal (A) e longitudinal (B) de sementes de cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.].





Na maioria das espécies, as variações são decorrentes pelo fato das sementes serem oriundas de diferentes plantas-mães (VILLACHICA et al., 1996; CARVALHO; MULLER, 2005), e pela segregação por alogamia (CARVALHO et al., 2003) que possibilita a variabilidade e o potencial genético de cada espécie para conservação de germoplasma e coleta de sementes (GUSMÃO, et al., 2006).

Os estudos biométricos de sementes são importantes pelas informações sobre o armazenamento, a viabilidade e métodos de semeadura (OLIVEIRA et al., 2011). São responsáveis por fornecer informações sobre conservação e exploração de uma espécie, pois permite o uso racional, eficaz e sustentável de determinada natureza (ARAÚJO, et al 2012). Contribuem ainda para detectar a variabilidade genética dentro de populações de uma determinada espécie e as relações entre essa variabilidade e os fatores ambientais (CARVALHO et al., 2003).

A maior uniformidade nas sementes provavelmente se deve ao fato de que elas tenham sido coletadas de único genótipo (coloração laranja) em meio a uma coleção com cerca de 200 outros acessos distintos. Todavia, mesmo com alguma taxa de polinização cruzada, as flores que deram origem as sementes tinham características comuns.

3.2 Determinação do grau de umidade

A quantidade máxima de água presente após a extração com o tegumento intacto e fraturado pelo método de estufa, pode ser observada na Tabela 4.

Tabela 4 - Dados médios obtidos na determinação do grau de umidade de sementes de Cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.] com tegumento intacto e fraturado para cada método de estufa.

Método de estufa	Umidade (%)		CV(%)
	Sementes Intactas	Sementes Fraturadas	
103°C/17h	26,413 Ab*	22,426 Ba	2,93
105°C/24h	28,362 Aa	23,565 Ba	7,36

*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ficou evidenciado que o fraturamento das sementes de cambuí facilitou a saída de água, contribuindo para a desidratação mais rápida pelos métodos de estufa. Teoricamente, os métodos de determinação do grau de umidade em estufa removem a água absorvida e a adsorvida (livre), mas não a água de constituição das mesmas, juntamente como alguns compostos voláteis (HENDERSON, 1991).

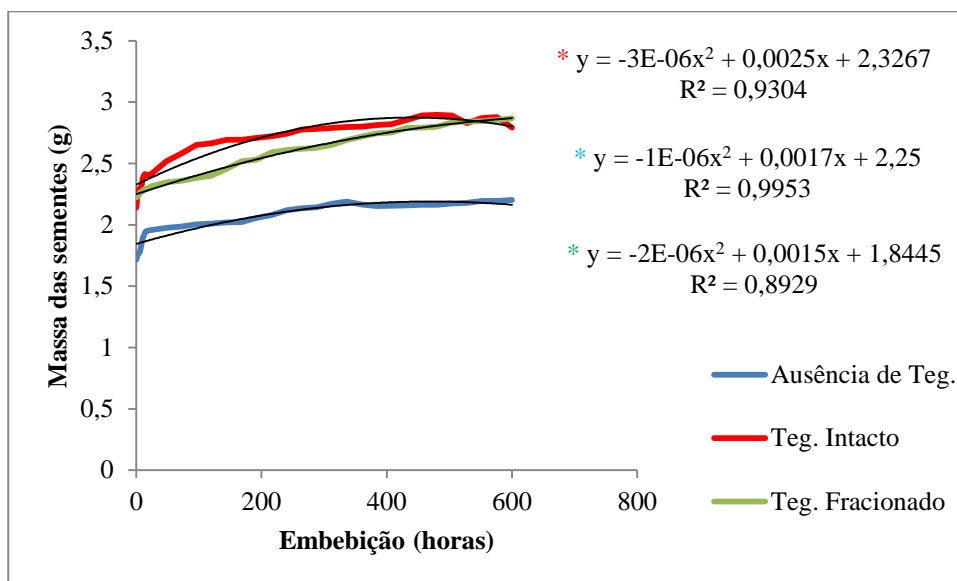
Algumas espécies da família Myrtaceae apresentaram teores de água bastante elevados, entre 42,5% e 66,8% (*Eugenia umbeliflora* e *E. pyriformis*, respectivamente) (DELGADO e BARBEDO, 2007). Segundo os mesmos autores, a redução do teor de umidade abaixo de 45% pode influenciar na redução do percentual de germinação para espécies do gênero *Eugenia*, perdendo sua viabilidade em teores de água entre 15 a 20%. Em sementes ortodoxas, esse grau de hidratação favorece o armazenamento, porém, outros fatores estão envolvidos, como a presença de um sistema que garanta a integridade das membranas, bem como a desdiferenciação de organelas, a presença de mecanismos antioxidativos, entre outros sistemas, necessários à aquisição de tolerância à dessecação (CASTRO et al., 2004; FARIA et al., 2005).

Na avaliação dos efeitos da dessecação sobre a viabilidade e vigor das sementes de *Myrciaria dubia* (camu-camu), Gentil e Ferreira (2000) observaram que graus de umidade iguais ou inferiores a 19% (grau de umidade letal) provocou a perda da viabilidade das sementes e as mesmas apresentam comportamento recalcitrante, sendo o grau crítico de umidade situado entre 46% e 37% de água.

3.4 Curva de embebição em sementes de cambuí

A curva de embebição em sementes de cambuí teve um incremento constante, verificando-se um acréscimo de massa (g) em relação a massa inicial ao longo do período (horas) de embebição (Gráfico 5).

Gráfico 2 - Curvas de embebição de sementes de cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.] na ausência do tegumento, tegumento intacto e tegumento fraturado.



No processo de absorção de água pela semente, o grau de dormência provocado pela impermeabilidade do tegumento pode ser explicado através de curvas de embebição (SANTOS *et al.*, 2008).

Quanto a curva de embebição, é possível que o tegumento das sementes de cambuí seja permeável à água, pois foi observado um crescimento em massa (g) em relação a massa inicial ao longo do período de embebição em sementes com tegumento. Bewley & Black (1994), descrevem as fases de absorção de água, sendo a fase I caracterizada como a de rápida absorção de água, processo físico, chegando ao final quando alcança um nível estacionário, sendo isto observado em todos os métodos. Na fase II o nível de absorção de água é mantido relativamente constante, pouco ou muito lentamente.

Neste período conhecido como intervalo ou fase de preparação, ocorre a ativação do metabolismo. Em sementes que contém dormência, Ferreira e Borghetti (2004) ressaltam que

a fase II é prolongada. A fase III, caracterizada pela germinação pós-absorção de água, foi observada em sementes sem o tegumento, aos 144 dias após o início do ensaio, ocorrendo à protrusão da raiz primária.

3.3 Germinação de sementes de cambuí e desenvolvimento inicial de plântulas

O processo germinativo de sementes de *M. floribunda* foi influenciado pelos tempos de embebição e tegumento. A partir do 7º dia, tornou-se visível o início da protrusão da raiz primária em sementes cujos tegumentos foram completamente removidos. Nestas sementes, a germinação foi significativamente melhor do que em sementes com tegumento fraturado ou intacto (Gráfico 2). O tempo de embebição das sementes em água antes de serem postas para germinar influenciou na porcentagem de germinação, no desenvolvimento de parte aérea e da raiz primária quando a semente apresentava desprovida totalmente do tegumento (Figura 2).

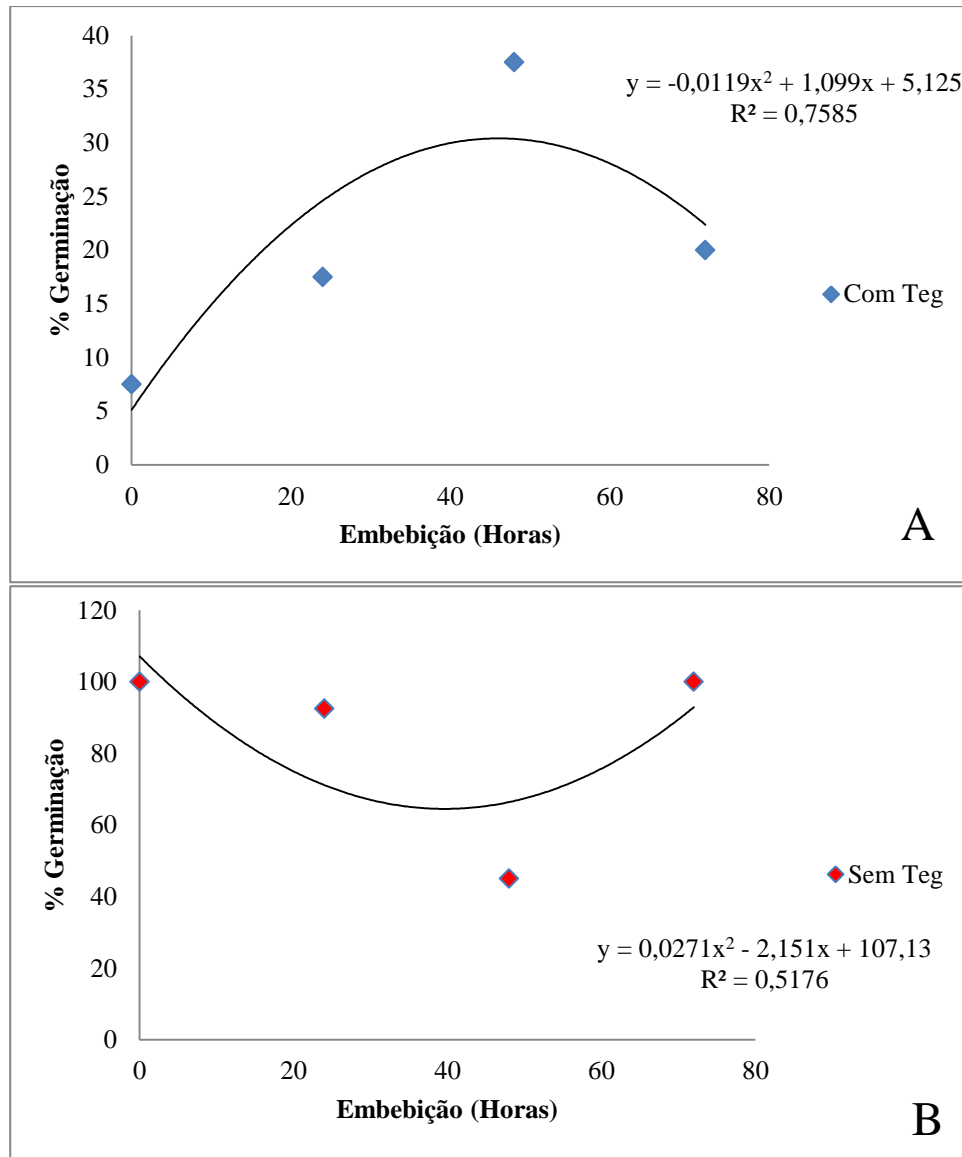
Figura 2 - Semente de cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.], sem tegumento, aos 30 dias, com raiz e parte aérea.

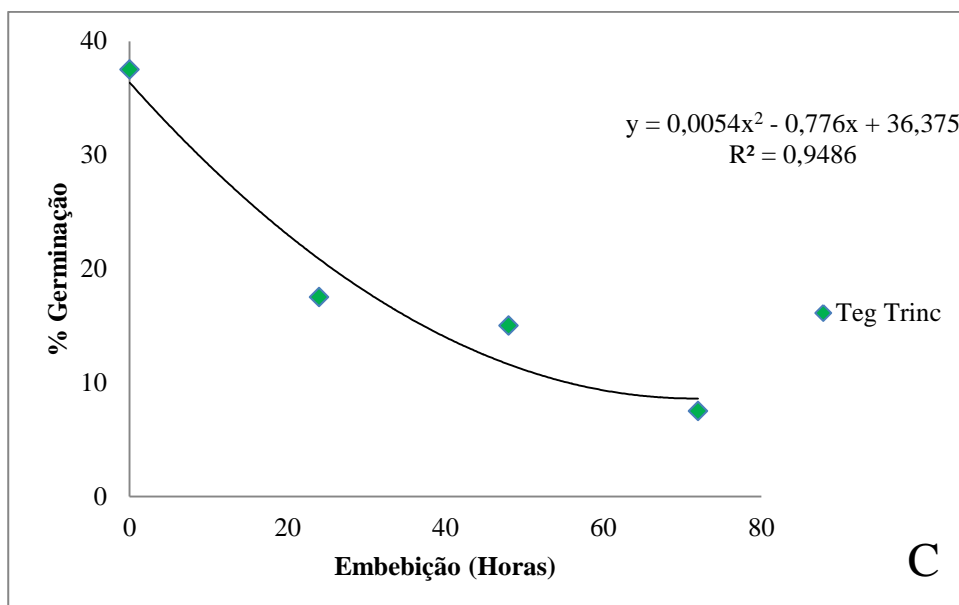


Pela equação de regressão para os tempos de imersão em água, aos 90 dias foi observado em sementes na ausência do tegumento (Gráfico 2 B), que o ponto máximo da germinação nas sementes que não passaram pela embebição, foi acima de 90%. Para os demais, houve um decréscimo, com redução entre 0 a 40% para sementes com tegumento

intacto e tegumento fraturado nos diferentes tempos de embebição, respectivamente (Gráfico 2).

Gráfico 3 - Porcentagem de germinação de Cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.] em função do tegumento sob diferentes tempos de embebição (A, B e C).





O efeito do tempo de embebição das sementes não aumentou a sua taxa de germinação na ausência do tegumento, mas foi observado um decréscimo da porcentagem de germinação em sementes submetidas à embebição por 48h, seguido de um aumento significativo em 72h.

Estudando a germinação de sementes de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.), Rizzini (1971), verificou que sementes com tegumento apresentaram efeito retardador na velocidade de germinação, relacionando a dormência com a impermeabilidade do tegumento ao ar quando as sementes eram embebidas, o que causaria deficiência de oxigênio ao embrião.

A absorção de água na semente pode influenciar diretamente no processo de germinação. Quando esse efeito é positivo, promove a germinação, e se negativo, irá inibir o processo. Na reidratação dos tecidos ocorre uma série de atividades metabólicas, bem como reativação enzimática e transporte de fotoassimilados, respondendo na retomada do crescimento do eixo-embrionário. Porém, o excesso de umidade pode causar decréscimo na germinação, devido à ausência de oxigênio, reduzindo o processo metabólico resultante (MARCOS FILHO, 2005).

Algumas sementes, mesmo na presença total do tegumento, permitiram a entrada de água para o seu interior, ativando o processo da emergência e indicando que a retirada do tegumento apenas facilita a embebição. Isso demonstra que, possivelmente, a semente é permeável à água e, podendo apresentar dormência física ou fisiológica, causada por mecanismos de inibição fisiológica do embrião.

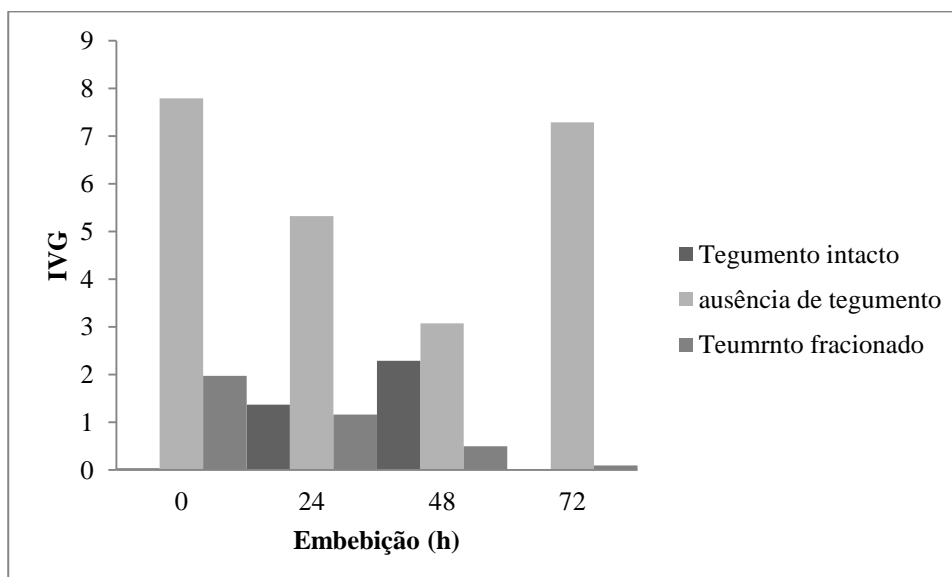
Em estudo do teor de umidade na germinação de sementes de pitangueira (*Eugenia uniflora*) em dois ambientes, Pirola et al. (2016) obtiveram resultados na condição de

temperatura de 22°C, de 100%, 87,36%, 75,87% e 83,96% de germinação para os tempos 0, 24, 48 e 72h de embebição, respectivamente. Na temperatura de 25°C, no tempo 0, 24, 48 e 72h de 100%, 47,32%, 52,41% e 48,40% de germinação, respectivamente.

Foi observado no resultado do teste de embebição das sementes de cambuí que, para obtenção de germinação acima de 50%, a semente deve está desprovida do tegumento e colocada em condições favoráveis ao processo de germinação, independente do tempo de embebição, antes de serem acondicionadas ao substrato, o que foi observado em sementes mesmo em tempo de 0h de embebição. Embora o período de embebição não tenha exercido influência na germinação das sementes de cambuí, o grau de umidade das sementes é fator de extrema importância para o processo.

No que se refere ao Índice de Velocidade da Germinação (IVG) (Gráfico 3), o tempo de embebição proporcionou uma maior velocidade de germinação em sementes na ausência total do tegumento para a 0h (testemunha). Houve um decréscimo quando o tempo de exposição da semente à água foi de 24 e 48h, se restabelecendo no período de 72h.

Gráfico 4 - Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de Cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.] em função do tegumento sob diferentes tempos de embebição.



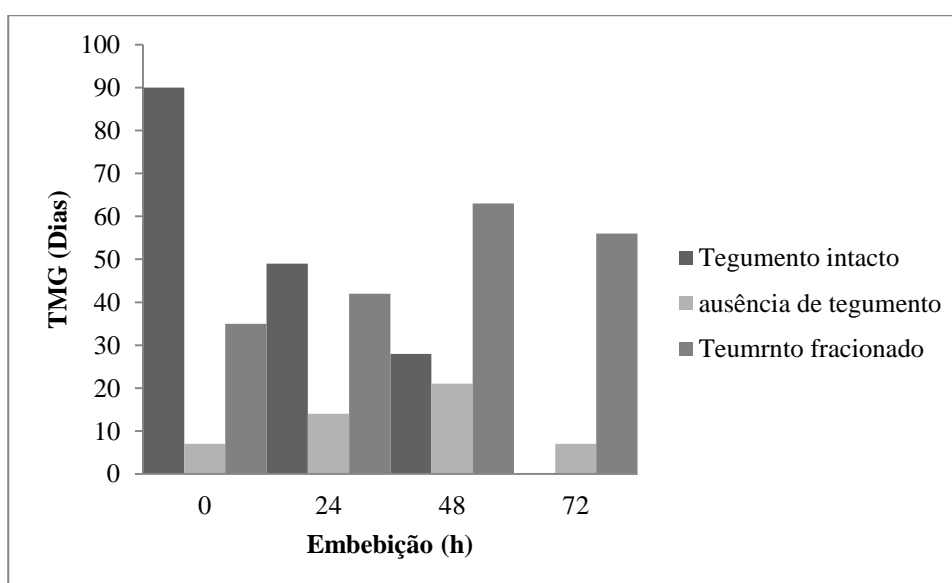
Durante o tempo de embebição, a água ativa o sistema metabólico e a síntese de novos compostos através da atuação de enzimas, como as lipases, determinam o momento da germinação. Utilizando métodos de escarificação ou trincamento em sementes que possuem

dificuldades na embebição, essa ação pode favorecer a entrada de água nas mesmas, possibilitando uma ativação mais rápida de seu sistema metabólico, consequentemente, aceleração do processo germinativo (WAGNER JÚNIOR et al., 2006). A capacidade de embebição pareceu não ter influencia direta com o tempo de embebição, e sim, pelo tegumento das sementes.

O menor tempo médio de germinação (TMG) - sete dias, foi observado em sementes sem tegumentos e sem embebição (Gráfico 4B). A germinação de sementes sem tegumento foi se tornando mais lenta à medida em que o tempo de embebição foi aumentando. Em sementes com tegumento trincado ou intacto, essa tendência não foi observada, pelo contrário, a velocidade apresentou tendência a aumentar até 48 horas (Gráfico 4 A e C).

A remoção do tegumento afetou positivamente a germinação, diminuindo o tempo necessário para protrusão das raízes nas sementes. A embebição se mostrou como um fator característico que pôde aumentar ou reduzir a velocidade do processo germinativo nas sementes, porém, quando as sementes são expostas à fatores adversos, como luminosidade e temperatura, pode levar a redução na germinação, vigor e tempo médio de germinação (BEWLEY et al., 2013).

Gráfico 5 - Tempo médio de germinação (TMG) de sementes de Cambuí [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.] em função do tegumento sob diferentes tempos de embebição.



A embebição caracteriza-se pelo processo físico que está relacionado às características de permeabilidade do tegumento e das propriedades que constituem as sementes, cuja hidratação é uma de suas primeiras consequências (NASSIF et al., 1998).

De acordo com Labouriau (1983), a ruptura ou remoção do tegumento pode aumentar a permeabilidade dos gases e da água na semente, sua sensibilidade à luz ou temperatura, bem como a remoção de substâncias inibidoras, justificando o melhor comportamento das sementes sem tegumento.

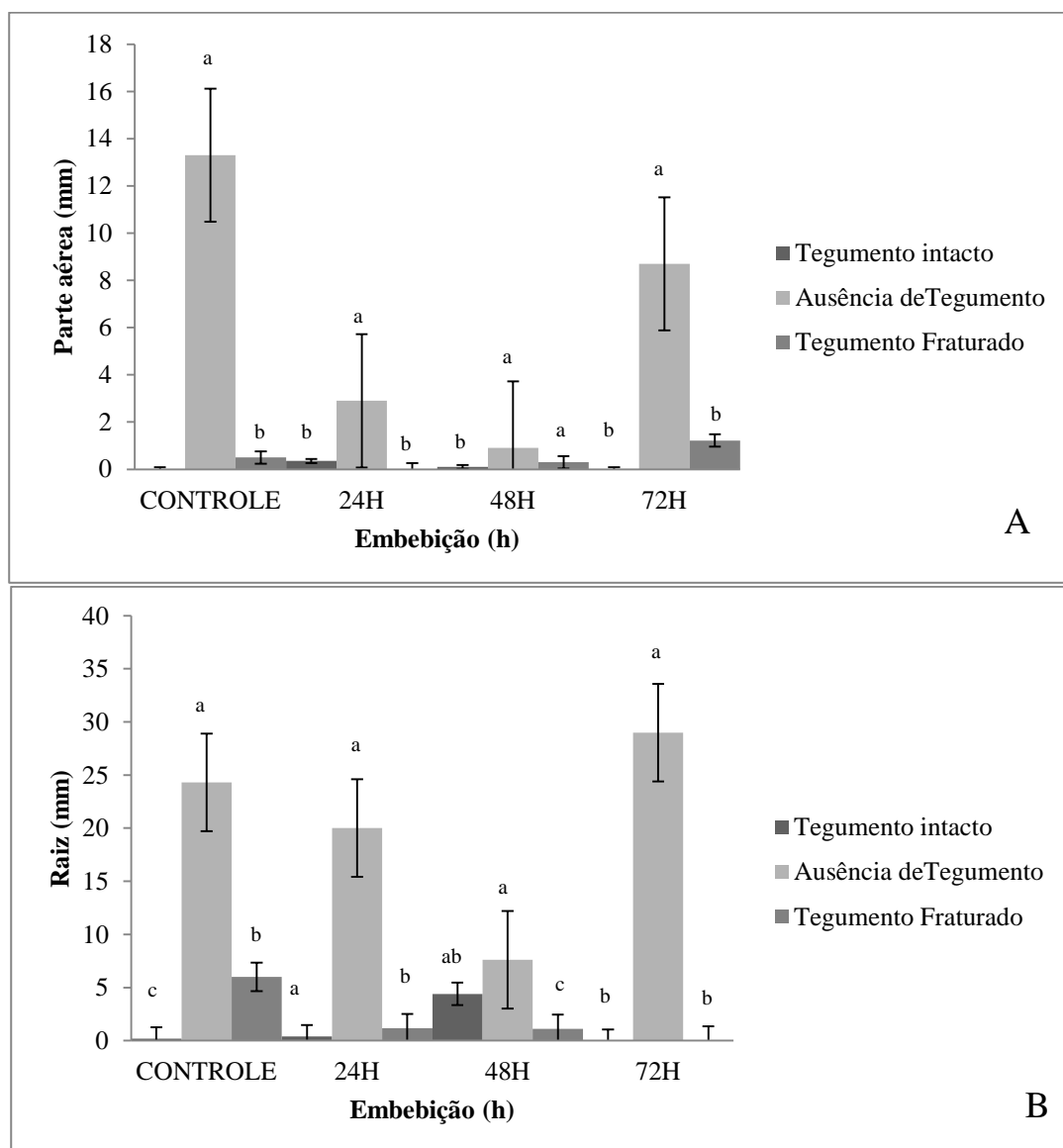
Pela análise de variância, foi possível identificar significativa interação entre o tegumento e a embebição sobre o desenvolvimento da parte aérea e da raiz principal (Tabela 5).

Tabela 5 - Análise de variância para crescimento de parte aérea e comprimento da raiz principal em plântulas orindas de sementes de cambuí, submetidos a diferentes tipos de tratamentos pré germinativos e tempos de embebição.

Fonte de Variação	GL	Crescimento de parte aérea		Comprimento da raiz	
		QM	Valor F	QM	Valor F
Embebição (E)	3	112,8556	60,58	212,6750	14,62
Tegumento (T)	2	505,9000	271,56	4606,8083	316,76
E x T	6	103,9556	55,80	337,6083	25,689
Erro	108	1,8629		14,5435	
CV (%)		33,12		45,71	

A média do desenvolvimento da parte aérea e da raiz nas sementes sem tegumento após 90 dias sem qualquer embebição prévia foi superior aos demais tratamentos nos diferentes tempos de embebição, com comprimentos de 0,90 mm a 8,70 mm (parte aérea) e 7,60 mm a 29,00 mm (raiz). A retirada do tegumento pode ter proporcionado uma maior absorção de água nas sementes, mas foi sem embebição inicial que as sementes sem tegumento apresentaram maior comprimento da parte aérea (Tabela 7).

Gráfico 6 - Comprimento de parte aérea (A) e raiz (B) em função do tempo de embebição e tegumento de plântulas de cambuí (*Myrciaria floribunda* O.Berg). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.



Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No geral, para sementes com o tegumento intacto, os valores foram inferiores aos demais tratamentos. Isso pode ser identificado como resposta ao tegumento impedindo ou retardando a velocidade de embebição. A rápida embebição pode ocasionar o rompimento das membranas celulares, causando danos às sementes, bem como o aumento da lixiviação de solutos, reduzindo o vigor ou até mesmo a morte das mesmas. Com a presença do tegumento, ele atua de forma a diminuir a velocidade de embebição, evitando tais danos (MARCOS

FILHO, 2005). Este fato não foi observado em sementes de cambuí, pois o desenvolvimento da semente foi melhor evidenciado quando o a membrana foi retirada.

A prévia hidratação das sementes, antes da condução dos testes de germinação e emergência de plântulas em placas, possibilitou desempenho inferior às sementes que possuíam menores teores de água (sem embebição). Porém, no tempo de 72h, as sementes na ausência do tegumento e tegumento fraturado conseguiram resultados superiores em comprimento da parte aérea do que em sementes submetidas a menores tempos de embebição (24h e 48h).

Segundo Braccini et al. (1999), a pré-hidratação tem sido efetiva em aumentar ao desempenho das sementes, especialmente nas que possuem menores teores de água. Alguns fatores podem está relacionados com esse processo, tais como: ambiente, temperatura, luz, umidade, genótipo e condição da semente, o que pode explicar o comportamento de sementes de cambuí nos diferentes tempos de embebição e presença e/ou ausência do tegumento.

O crescimento da raiz foi semelhante ao da parte aérea. Maiores comprimentos foram obtidos em sementes na ausência do tegumento com ou sem embebição (Tabela 8). Em sementes com tegumento intacto ou fraturado, as raízes não foram emitidas ou não se desenvolveram no tempo da avaliação, aos 90 dias.

Para a espécie *Cryptocarya aschersoniana* Mez., Almeida (2001) observou que as sementes escarificadas apresentaram um ganho contínuo e constante de água, não havendo, no entanto, estabilização da embebição em nenhuma fase. Em sementes intactas, ele observou que o endosperma apresentou uma possível barreira à continuidade do processo de embebição, como consequência, houve o impedimento da retomada do crescimento do embrião desta espécie, respondendo em uma redução ou inibição da germinação.

3.5 Desenvolvimento inicial de plântulas de sementes germinadas in vitro

Foi observado um efeito significativo no desenvolvimento da parte aérea das plântulas de cambuí com ausência do tegumento em meio de cultura, aos 150 dias após introdução em meio de cultura (Tabela 9). Sementes com tegumento intacto não apresentaram qualquer desenvolvimento da parte aérea. Em meio com apenas ágar e água e sem sais (macro e micronutrientes) adicionados, o crescimento da parte aérea foi significativamente maior.

Tabela 6 - Comprimento médio da parte aérea de plântulas de cambuí (*Myrciaria floribunda* O.Berg) em meio de cultura MS gelificado com ágar com e sem tegumento após 150 dias.

	Parte Aérea (mm)		
	Meio de cultura		
	MS	½ MS	Ágar
Tegumento			
Tegumento Intacto	0,00 Aa	0,00 Ab	0,00 Ab
Ausência de tegumento	0,85 Ca	1,96 Ba	3,26 Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comprimento da parte aérea em sementes desprovidas do tegumento germinadas em meio Ágar, apresentou valores maiores seguido crescimento em meio ½ MS e em meio MS. A água, por ser um fator importante na germinação, se mostrou mais disponível quando comparado aos meios na presença de sais. Por está envolvida nas etapas do crescimento da planta, a absorção da água ocorre apenas em virtude da diferença de potencial hídrico entre o interior da semente e o meio onde ela se encontra (KERBAUY, 2012).

Não houve desenvolvimento de parte aérea em sementes com o tegumento intacto, independente do meio de cultura. Este fator pode está relacionado com a resistência apresentada pelo mesmo à expansão do embrião (TOLEDO e MARCOS FILHO, 1977).

Para o desenvolvimento da raiz, não houve diferença significativa quanto à presença ou não do tegumento em sementes germinadas, mas sim, aos meios de cultura a elas adicionados (Tabela 10).

Tabela 7 - Comprimento médio da raiz de plântulas de cambuí (*Myrciaria floribunda* O.Berg) em meio de cultura MS gelificado com ágar com e sem tegumento após 150 dias.

	Raiz (mm)		
	Meio de cultura		
	MS	½ MS	Ágar
Tegumento			
Tegumento intacto	0,00 Ab	0,20 Ab	0,00 Ab
Ausência de tegumento	1,93 Aa	2,43 Aa	2,47 Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Alguns trabalhos afirmam que a redução na concentração de sais do meio de cultura MS pode ser benéfica para o desenvolvimento in vitro de algumas espécies. O excesso de nutrientes pode desencadear em danos por salinidade, causando um um desequilíbrio osmótico, afetando negativamente a absorção de água pelas raízes. (PEDROSO DE MORAES et al., 2009, CORDEIRO et al., 2011, CUNHA et al., 2011). Com a retirada do tegumento em sementes de *Eugenia dysenterica*, Martinotto et al. (2007) observaram que a germinação foi mais uniforme e mais rápida em sementes in vitro. O mesmo autor relata ainda que, em sementes embebidas, esta dormência acontece pela impermeabilidade do tegumento ao ar, o que causaria deficiência em oxigênio ao embrião.

Segundo Thorpe et al. (2008), meios de cultura que apresentam altos níveis de sais, como por exemplo, o MS, podem inibir a protrusão de raízes, sugerindo a sua substituição por concentrações que contenham níveis mais baixos, como ½ MS, quando o objetivo for o enraizamento. Neste trabalho, foi observado que, mesmo sem adição de sais, houve um desenvolvimento radicular equivalente aos demais tratamentos.

Em trabalhos com *Myrciaria tenella* O.Berg, os meios de cultura que melhor favoreceram a porcentagem de germinação foram Ágar e ½ MS, apresentando bom potencial para estabelecimento de protocolos de propagação in vitro de cambuizeiro. Dessa forma, há uma diminuição nos custos de produção, por demandarem menor concentração dos sais do meio MS para o desenvolvimento das plântulas (BARIN, et al., 2012).

O açúcar produzido pela planta durante a fotossíntese, quando reunida à sacarose que é adicionada ao meio de cultura, propicia uma alta assimilação de açúcar pelas plantas, elevando assim sua concentração de açúcar total, podendo prejudicar o enraizamento

(LEMES, 2016). Diante disso, esse fato pode explicar o melhor desenvolvimento radicular em sementes de cambuí introduzidas em cultivo in vitro utilizando apenas ágar.

4. CONCLUSÕES

Estudos biométricos em sementes de cambuí demonstraram sementes uniformes;

Sementes de cambuí desprovidas do tegumento apresentam maior porcentagem de germinação, Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e menor Tempo Médio de Germinação;

O tegumento da semente de cambuí afeta a germinação, diminuindo a velocidade de germinação e aumentando o tempo médio de germinação, assim como o desenvolvimento de plântulas;

O meio de cultura ágar sem adição de sais de MS mostrou ser mais eficiente no desenvolvimento de plântulas de sementes na ausência do tegumento germinadas em cultivo *in vitro*.

5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, P. C.; ARAUJO NETO, A. C.; SANTOS, S. R. N.; MEDEIROS, J. G. F.; LEITE, R. P.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; OLIVEIRA, J. J. F. Biometria de frutos e sementes de *Operculina macrocarpa* (L.) Urban ocorrente no semiárido norte-rio-grandense. *Scientia Plena*, Aracaju, v. 8, n. 4, p. 1-5, 2012.

ARAÚJO, R. R. de. Qualidade e potencial de utilização de frutos de genótipos de cambuí, guajiru e maçaranduba nativos da vegetação litorânea de Alagoas. Mossoró, 2012. 175 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia: Agricultura Tropical) – UFRS.

ALMEIDA, L. P. Germinação, crescimento inicial e anatomia foliar de plantas jovens de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. sob diferentes níveis de radiação. 2001, 96 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia. Fisiologia Vegetal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BEWLEY JD, BRADFORD KJ, HILHORST H. and NONOGAKI K. 2013. **Physiology of development, germination and dormency**. 3rd ed., New York: Springer eBooks. 392 p.

BARIN, L. B.; LÉDO, A. S.; SILVA, A. V. C. DA. Efeito de Diferentes Meios de Cultura na Germinação In Vitro do Cambuizeiro. III Ciclo de Palestras sobre Cultivo in vitro de Plantas. Embrapa Brasília DF, p. 57 – 60, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

BARBIERI, R.L.; LEITE, D.L.; CHOER, E.; SINIGAGLIA, C. Divergência genética entre populações de cebola com base em marcadores morfológicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, p.303-308, 2005.

BRACCINI, A.L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, após o processo de hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.6, p.1053-1066, 1999.

CORDEIRO, G.M.; PEDROSO-DE-MORAES, C.; MASSARO, R.; CUNHA, T. Desenvolvimento in vitro de *Cattleya amethystoglossa* Lindley X (*Cattleya dupreana* X *Laelia purpurata* Lindley) em diferentes meios de cultura. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, v.18, pp. 22-28, 2011.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003.

CUNHA, T.; CORDEIRO, G.M.; MASSARO, R.; DEZAN, L.F.; PEDROSO-DEMORAES, C. Desenvolvimento in vitro de *Laeliocattleya schilleriana* Rolfe em meios de cultivo simplificados. **Scientia Plena**, v.7, pp.1-5, 2011.

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Org.). Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, p.51-67, 2004.

CARVALHO, J.E.U.; NAZARÉ, R.F.R.; NASCIMENTO, W.M.O. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, p. 326-328, 2003.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FARIA, J. M. R., BUITING, J., VAN LAMMEREN, A.A.M., HILHORST, H.W.M. Changes in DNA and microtubules during loss and reestablishment of desiccation-tolerance in germinating *Medicago truncatula* seeds. **Journal of Experimental Botany, Oxford**, v.56, n.418, p.2119-2130, 2005.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F.A.; FONSECA-JUNIOR, E.M. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.). **Cerne**, v.12, n.1, p.84-91, 2006.

GENTIL, D.F.O.; FERREIRA, S.A.N. Tolerância a Dessecação e Viabilidade de Sementes de camu camu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n.2, p. 264-267, 2000.

HENDERSON, S. Sources of variation in the determination of moisture content of cereal grains and oilseeds by oven-drying methods. **Phostharvest News and Information, Wallingford**, v. 2, n. 5, p. 335-339, 1991.

JELLER, H.; da PEREZ, S. C. J. G. A. Estudo superação da dormência e da temperatura de semente de *Cassia excelsa*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 32-40, 1999.

LEMES, C. S. R., SORGATO, J.C., SOARES, J.S., ROSA, Y.B.C. J. Meios de cultivo e sacarose no crescimento inicial *in vitro* de *Miltonia flavescens*. **Cienc. Rural** [online]. 2016, vol.46, n.3, pp.499-505.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, v.3. São Paulo: Nova Odessa - Instituto Plantarum de Estudo da Flora, 384p, 2009.

LABOURIAU, L. G. A germinação das sementes. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.

LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.48, n.2, p.263-284, 1976.

MENEZES, C. M., SANTANA, F. D., SILVA, V. S., SILVA, V. I. S., ARAÚJO, D. S. D. Florística e fitossociologia do componente arbóreo do município de Conde, Bahia, Brasil. **Revista Biociências**, UNITAU. v. 15, n 1, p. 44 -55, 2009. Disponível em: <periódicos.unitau.br>. Acesso em: 28 de abril de 2014.

MENDES, A. M. S.; MENDONÇA, M. S. Tratamentos pré-germinativos em sementes de araçá-boi (*Eugenia stipitata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**. 2012, vol.34, n.3, pp. 921-929.

MARTINOTTO, C. Embriogênese somática e isolamento de protoplastos de pequiizeiro. 2007. 106f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, MG.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de plantas cultivadas. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.
MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A resied medium for rapid growth and bioassays with tabaccotissue cultures. **Physiol. Plant.** 1962.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.

NASSIF, S.M.L.; VIEIRA, I.G.; FERNADES, G.D. Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes. Piracicaba: IPEF/LCF/ESALQ/USP, Informativo Sementes IPEF, 1998. Disponível em:
< <http://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.asp>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

OLIVEIRA, M. D., SANTANA, D. D., & SANTOS, C. D. Biometria de frutos e sementes e emergência de plântulas de duas espécies frutíferas do gênero *Campomanesia*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 446455, 2011.

PIROLA, K., DOTTO, M., CASSOL, D.A., JÚNIOR, A.W., CITADIN, I. Teor de umidade na germinação de sementes de pitangueira em dois ambientes. **Revista Cultivando o saber**, v.9, n.04, p.530 a 537. Outubro a dezembro de 2016.

PEDROSO-DE-MORAES, C.; DIOGO, J.A.; PEDRO, N.P.; CANABRAVA, R.I.; MARTINI, G.A.; MARTELINE, M.A. Desenvolvimento in vitro de *Cattleya loddigesii* Lindley (Orchidaceae) utilizando fertilizantes comerciais. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, pp. 67-69, 2009.

PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. A review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation-tolerance mechanisms. **Seed Science Research**, v. 9, p. 13-37, 1999.

RIZZINI, C.T. Aspectos ecológicos da regeneração em algumas plantas do cerrado. In Anais do III Simpósio sobre cerrado (M.G. FERRI, coord.). Editora Edgard Blücher, São Paulo, p.61-64, 1971.

SILVA, K.R.G.; VILLELA, F.A. Pré-hidratação e avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.2, p.331-345, 2011.

SOUZA, M. da C.; MORIM, M. P. Subtribos *Eugeniinae* O. Berg e *Myrtinae* O. Berg (Myrtaceae) na Restinga da Marambaia, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 652-683, 2008.

SALOMÃO, A. N. Desiccation, storage and germination of *Genipa Americana* seeds. In: SACANDÉ, M. et al. (Ed.). Comparative storage: biology of tropical tree seeds. Rome: IPGRI, 2004. p. 263-269.

SOUZA, R. C. Área de proteção ambiental de Piaçabuçu: diagnóstico, avaliação e zoneamento. Maceió: EDUFAL. 400p. 2000.

THORPE, T.; STASOLLA, C.; YEUNG, E.C.; KLERK, de G.J.M.; ROBERTS, A.; GEORGE, E.F. The components of plant tissue culture media II: organic additions, osmotic and pH effects and support systems. In: GEORGE, E.F., HALL, M. A., KLERK, G.J. Plant propagation by tissue culture. 3.ed. Netherland: Springer, 2008. v.1, 501p.

TOLEDO, F.F.; MARCOS FILHO, J. Manual de sementes: Tecnologia da produção. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. p.185-187.

WAGNER JÚNIOR, A.; ALEXANDRE, R. S.; NEGREIRO, J. R.; PIMENTEL, L. D.; COSTA E SILVA, J. O.; BRUCKNER, C. H. Influência do substrato na germinação e desenvolvimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg). Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 30, n. 4, 2006.

ZAMITH, L. R.; SCARANO, F. R. Produção de mudas de espécies das Restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 161-176, 2004. Disponível em: www.scielo.br/abb. Acesso em 20 março 2014.

CAPÍTULO II

MORFOANATOMIA DE FLORES, FRUTOS E SEMENTES DE CAMBUÍ [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.]

RESUMO

O cambuizeiro [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.] ocupa atualmente uma posição promissora na cadeia de frutíferas nativas do Brasil. Os frutos possuem potencial para consumo in natura e processamento industrial. Sua propagação é realizada via sexuada através de sementes, sendo esta a técnica mais empregada para obtenção de mudas. O estudo das estruturas morfoanatômicas de flores, frutos e sementes contribuem para o conhecimento da espécie e no desenvolvimento de técnicas eficientes para produção de mudas. O objetivo deste trabalho foi caracterizar com uso da microscopia eletrônica de varredura (MEV) algumas estruturas do cambuizeiro associadas ao seu aparelho de propagação sexuada. O material coletado constou de botões florais, frutos e sementes em diferentes estádios de desenvolvimento. As micrografias eletrônicas de varredura descreveram os botões florais como obcônicos e/ou globosos, androceu apresentando característica oligostêmone. Filete filiforme dialistêmone, com epiderme uniestratificada e anteras conatas que se desprendem com a abertura da flor. Os estames apresentaram-se distribuídos em números variáveis, contendo grãos de pólen. O fruto imaturo apresentou glândulas conspícuas. A germinação da semente de cambuí iniciou-se com uma expansão da região de protrusão radicular, rompendo em seguida o tegumento. O embrião na semente madura apresentou um único, longo e espesso eixo hipocótilo-radícula, sendo os cotilédones vestigiais. A linha de soldadura foi visualizada na maioria das sementes analisadas, independente do genótipo em questão. Sementes de cambuí apresentam uma barreira tegumentar, composta por estruturas que podem ser responsáveis pela tardia germinação em condições naturais.

Palavras-chave: Cambuizeiro. Microscopia eletrônica de varredura. Germinação.

MORFOANATOMIA DE FLORES, FRUTOS E SEMENTES DE CAMBUÍ [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.]

ABSTRACT

Rumberry [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.] currently occupies a promising position in Brazil's native fruit chain producing fruits that have potential for fresh consumption and industrial processing. Its propagation is carried out sexually through seeds, which is the most used technique to obtain seedlings. The study of the morphoanatomical structures of flowers, fruits and seeds contribute to the knowledge of the species and to the development of efficient techniques for seedling production. The objective of this work was to characterize, through scanning electron microscopy (SEM), some structures of rumberry associated to its sexual propagative apparatus. The collected material consisted of flower buds, fruits and seeds at different stages of development. The scanning electron micrographs described the flower buds as obconic and / or globose, androceu presenting an oligostemone characteristic. Dialistemone filiform fillet, with uni-stratified epidermis and conate anthers that come off with the opening of the flower. The stamens were distributed with variable numbers, containing pollen grains. The immature fruit showed conspicuous glands. The germination of cambuí seed started with an expansion of the root protrusion region, then breaking the tegument. The embryo in the mature seed had a single, long and thick hypocotyl-radicle axis, with vestigial cotyledons. The welding line was found in most of the analyzed seeds, regardless of the genotype in question. Rumberry seeds have an integumentary barrier, composed of structures that may be responsible for the late germination in natural conditions.

Keywords: Rumberry. Scanning electron microscopy. Germination.

1. INTRODUÇÃO

A família Myrtaceae é considerada uma das mais importantes da flora brasileira, representando áreas de Cerrado, Restinga e Mata Atlântica (STADNIK et al., 2018). Pertencente a subfamília Myrtoideae, apresenta frutos carnosos com espécies presentes na América do Sul e Central. O Brasil possui uma extensão territorial com variedades frutíferas nativas desta família com potencial para implantação em pomares comerciais (BARBIERI et al., 2017).

O Cambuízeiro [*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg.], é uma mirtácea arbustiva que cresce naturalmente em diversas formações vegetais. Em Alagoas, sua ocorrência acontece de forma natural em áreas de Restingas no litoral Sul, sendo explorada de forma extrativista. Seus frutos possuem características peculiares, tornando a espécie um alvo interessante para estudos científicos na área nutricional, farmacêutica e de produção vegetal (PAIVA, 2013; ARAÚJO, 2012).

Uma crescente demanda do mercado por produtos diferenciados vem se intensificando, e frutas nativas de sabor exótico estão neste contexto (DONADIO e MORO, 2004). Devido a importância de espécies dessa família, faz-se necessário uma análise completa das plantas, desde a estrutura das sementes, morfologia inicial e composição dos órgãos vegetativos, contribuindo para o ciclo evolutivo da espécie (REGO, et al., 2009).

Estudos anatômicos para Myrtaceae são investigados em espécies de importância econômica, em que abordam caracterização de sementes e auxiliam com informações relevantes na área de germinação, armazenamento e viabilidade de semeadura. Essas características podem fornecer dados à respeito do comportamento de determinada espécie durante o seu desenvolvimento (REGO, et al., 2010).

Em sementes que apresentam graus de recalcitrância, as características estão geralmente associadas a mudanças relacionadas à desidratação. O cambuí apresenta sementes pequenas, com tegumento delgado, recomendando-se a semeadura logo após a retirada dos frutos. A viabilidade da semente quando submetida à dessecação pode ser comprometida, estando sujeita a danos em sua estrutura, dificultando a germinação e conseqüentemente, o desenvolvimento das mudas (PERIOTTO E GUAUTIERE, 2017).

A dificuldade na germinação pode ser caracterizada por diversos fatores. Espécies do gênero *Myrciaria* podem apresentar um tegumento impermeável, limitando a embebição e conseqüentemente e eventos internos das sementes, como o embrião. A partir do

reconhecimento dos mecanismos de dormência, é possível estabelecer um método de superação que facilite a emergência destas espécies (VIVIAN, et al.; 2008).

O estudo anatômico e microscópico de estruturas reprodutivas dos vegetais permite identificar e evidenciar características estruturais que podem comprometer a propagação e o desenvolvimento dos vegetais (SILVA, et al.; 2005).

A literatura é muito escassa em relação a estudos de biologia floral e propagativa em *Myrciaria floribunda*, o que tem dificultado a compreensão do processo germinativo das sementes e a possibilidade de criar alternativas que possam aumentar a velocidade e a percentagem de germinação, bem como a compreensão da morfologia e as estruturas presentes nas etapas do desenvolvimento pós-seminal. Para tanto, este trabalho objetivou investigar e descrever as estruturas de botões florais, frutos e sementes de cambuí com emprego da microscopia eletrônica de varredura (MEV).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho, botões florais e frutos foram coletados em diferentes estágios de maturação de sete acessos de cambuí (*Myrciaria floribunda*) com coloração do epicarpo variada (laranja, vermelho intenso e roxo) (Figura 1), provenientes do BAG (Banco Ativo de Germoplasma) no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, localizado no município de Rio Largo – AL (09°27' S, 35°27' W e 127 m de altitude). Sementes em estágio inicial de germinação ou já germinadas (plântulas) foram também utilizadas neste trabalho.

Figura 1 - Coloração do epicarpo de frutos de Cambuí de acessos do BAG (Banco Ativo de Germoplasma) do CECA/UFAL. Foto: Dailson Oliveira, 2018.



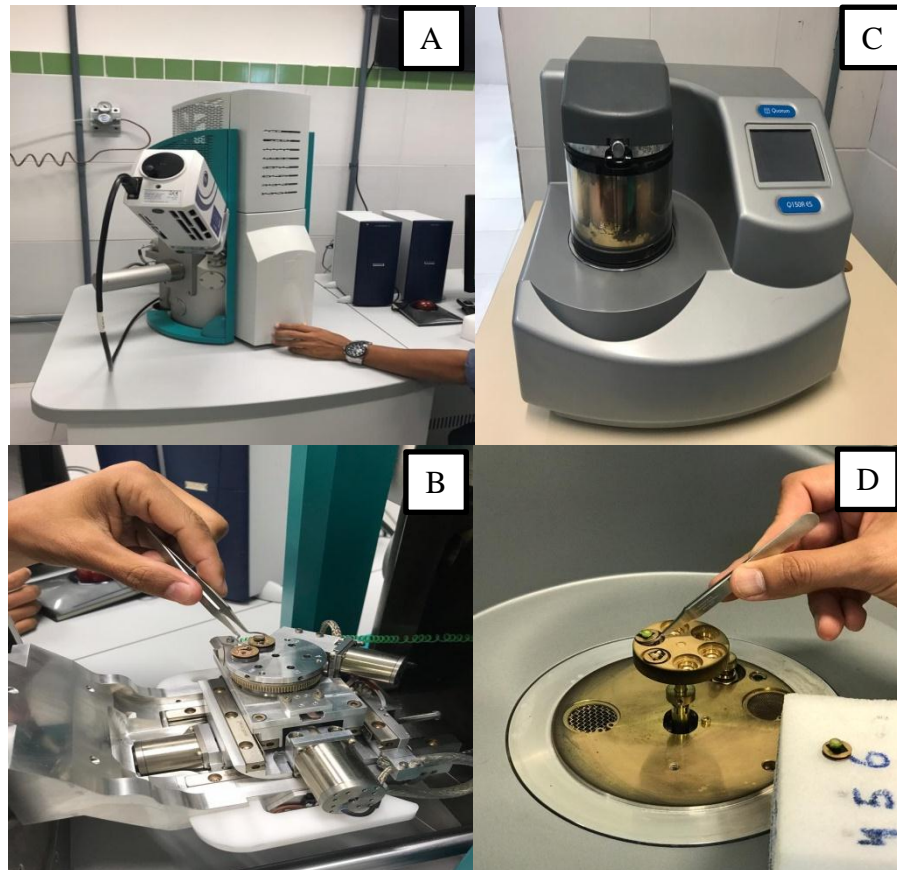
2.1. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) em flores, frutos e sementes de Cambuí (*Myrciaria floribunda*)

As microfotografias eletrônicas de varredura foram obtidas com uma câmara de amostras acoplada Shimadzu VEGA3 do tipo LM, que possui um cátodo aquecido a tungstênio convencional, destinado a operações de alto vácuo com detectores de elétrons secundários (SE), responsáveis pela interação do feixe eletrônico com o material da amostra e detectores de elétrons retroespalhados (BSE), que fornecem diferentes informações em relação ao contraste das amostras (Figura 2 - A). As imagens foram obtidas após metalização

com ouro (Quorum Technologies LTD, Ashford, modelo Q15OR) (SILVA, et al., 2017) (Figura 2 - B).

A câmara apresenta na parte externa, botões de ajustes manuais que permitem variar o deslocamento da amostra seguindo direções x, y e z, além da rotação das amostras. As amostras foram divididas em partes, através de cortes longitudinais nas estruturas analisadas, como flores, frutos e sementes. Fixadas com grafite em um suporte de alumínio, após os cortes, foram levados ao evaporador de ouro. A deposição de ouro durou aproximadamente 10 minutos e uma camada condutora homogênea foi formada.

Figura 2 - Câmara Shimadzu VEGA3 do tipo LM (A); Amostras inseridas na câmara minutos antes da operação (B); Metalizador (modelo Q15OR) (C); Amostras a serem metalizadas (D).



As avaliações fotográficas foram realizadas através de interface com características mais silimares àquelas encontradas na literatura para gênero e família.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

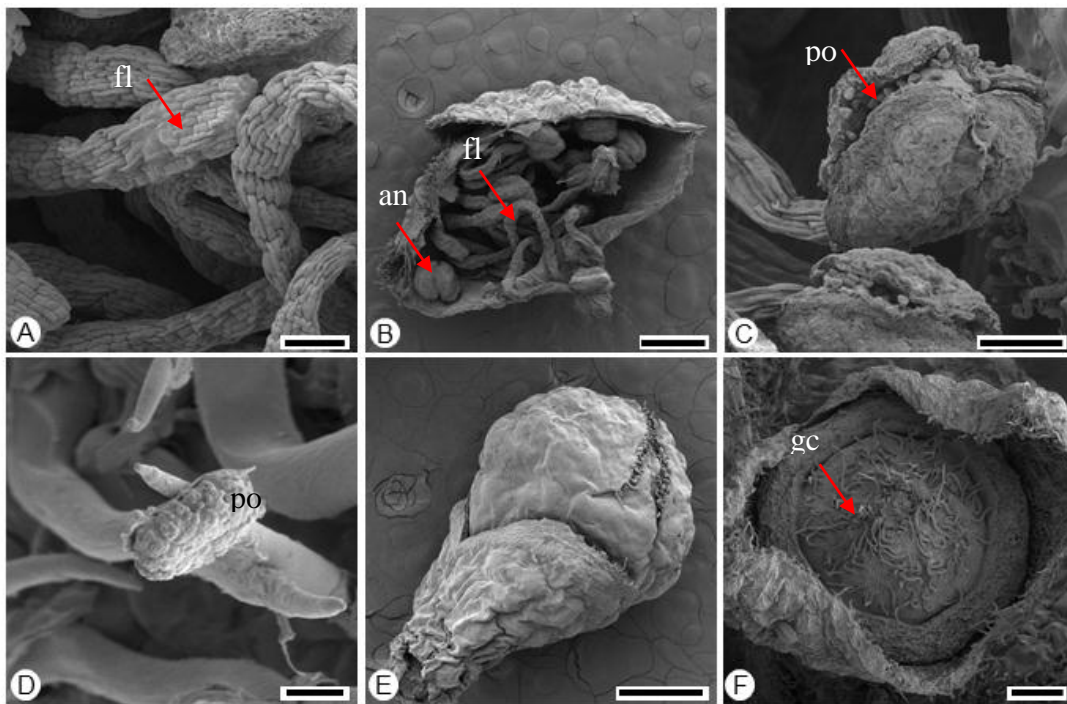
A inflorescência de *Myrciaria floribunda* é disposta em glomérulos foliares, característica peculiar para a espécie (TRINDADE, et al., 2018) (Figura 3). Os botões florais apresentam-se obcônicos e/ou globosos, com o cálice aberto, globo petalífero e lobos caulinares ciliados (LEMOS, et al., 2018). O androceu apresenta característica oligostêmone, filete filiforme dialistêmone, com epiderme uniestratificada e anteras conatas que se desprendem com a abertura da flor (Figuras 2 A-B-C-D).

Os estames apresentaram-se distribuídos com números variáveis, contendo grãos de pólen que funcionam como atrativos para insetos polinizadores. Silva e Pinheiro (2007) em pesquisas com quatro espécies de Myrtaceae verificaram que essas características são comuns para esta família.

Em Mirtáceas, as flores são hermafroditas, geralmente de cor branca, com estames numerosos. Possuem ovário ínfero e as pétalas e/ou os estames atuam como atrativos visuais aos polinizadores, por serem as estruturas mais notáveis na flor aberta. Além de possuir um aroma, descrito como adocicado, exalado com a liberação do grão de polén pelas anteras, serve como um grande aliado à atração dos insetos, que tem como destaque as abelhas, polinizando assim, nas primeiras horas da manhã (GRESSLER et al., 2006).

O fruto imaturo apresentou glândulas conspícuas (Figura 3 – E), características visíveis em frutos carnosos.

Figura 3 - Botões florais e fruto imaturo de *Myrciaria floribunda* em MEV. Fig. 3A - Detalhe dos Filetes; 3B - Corte longitudinal da flor, mostrando filetes e anteras aderidos; 3C - Detalhe das anteras fechadas; 3D - Antera aberta mostrando os grãos de pólen; 3E 3E - Fruto imaturo fechado e 3F - Fruto imaturo aberto, em que: fl – filete; an – antera; po – grãos de pólen; gc – glândulas conspícuas. Barra: 1A 100 μm , 1B 500 μm , 1C 100 μm , 1D 10 μm , 1E 500 μm , 1F 200 μm .



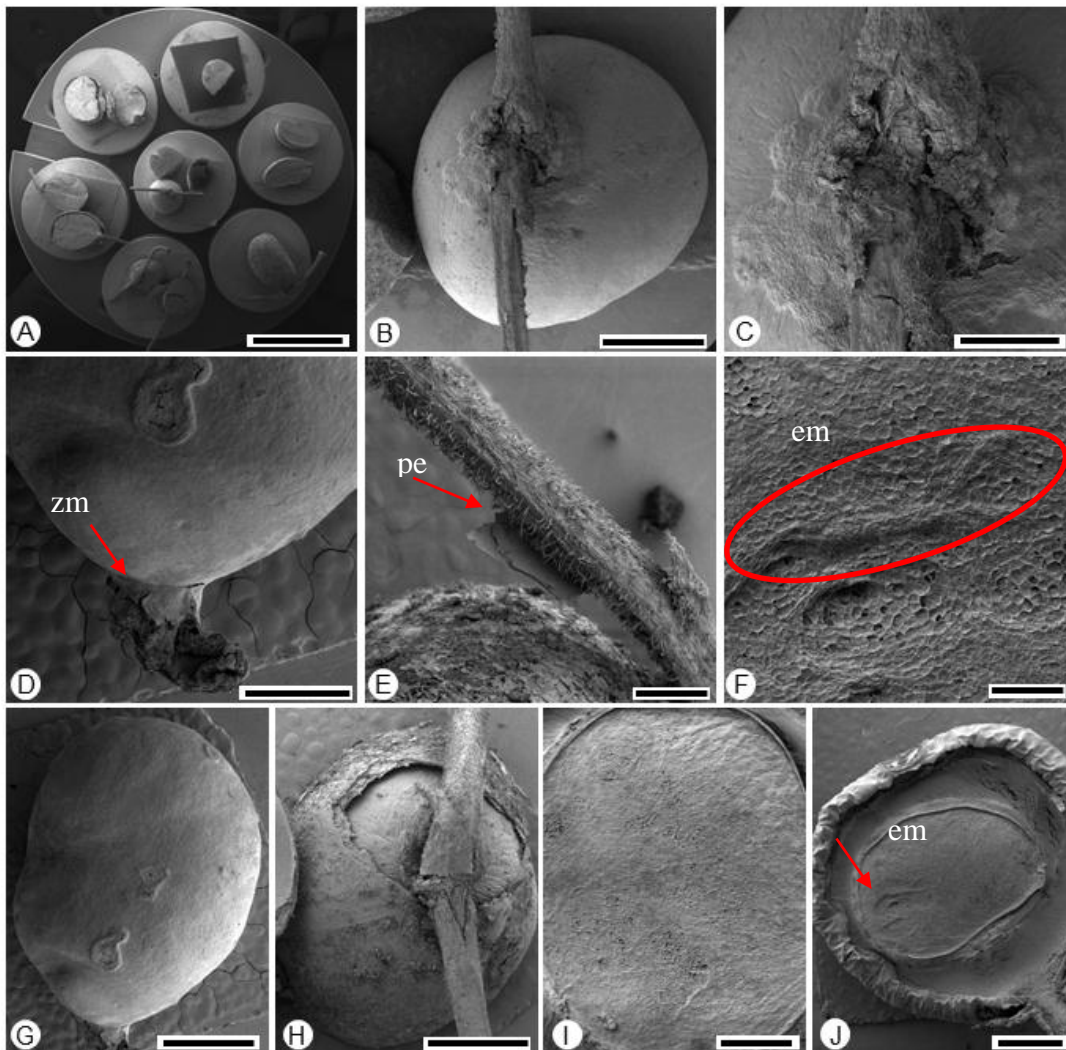
Durante a transformação do óvulo em semente, o embrião e/ou endosperma ocupam a maior parte. Em sementes de *Myrciaria floribunda*, o embrião não se distinguiu da massa cotiledonar maciça, apenas foram observadas algumas delimitações aparentes, cotilédones fundidos concrecidos em uma massa homogênea e radícula indeterminada (STADNIK et al., 2018) (Figuras 4 F - I - J).

A germinação de cambuí inicia-se com uma expansão da região de protrusão radicular, rompendo em seguida o tegumento. Após este evento, a parte aérea surge, encerrando o processo inicial de crescimento, Justo et al., (2007) observaram o pólo embrionário em sementes de camu camu (*Myrciaria dúbia*) partindo de uma das extremidades da cicatriz rafeal, na superfície dos cotilédones. Nessa posição, o ápice da radícula foi formado por uma pequena protuberância, sendo cercada por uma depressão circular, que eles relataram de cor ligeiramente diferente do restante do embrião.

Na região meristemática, localizada em um dos ápices da semente, foi observada uma protuberância onde ocorreu a protrusão da raiz e do epicótilo. Alguns autores classificam essa protuberância como zona meristemática (ANJOS e FERRAZ, 1999). Essa característica é observada em sementes com tegumento (Figura 2 H) , mas foi melhor ilustrada com a retirada do tegumento da semente (Figura 4 B-C).

O embrião na semente madura apresentou um único, longo e espesso eixo hipocótilo-radícula, sendo os cotilédones vestigiais. Por seu tamanho extremamente reduzido, foi possível analisar apenas uma pequena fenda lateral localizada próximo à extremidade superior do eixo, no lado oposto à micrópila. Entre os diminutos cotilédones localiza-se o meristema apical do caule.

Figura 6 - Sementes de *Myrciaria floribunda* em MEV. 4A: Detalhe das amostras; 4B - C - D - G: Semente sem tegumento com protrusão da raiz/hipocótilo; 4E: Pelos radiculares; 4F: Possível embrião; 4H: semente com tegumento mostrando a emissão da raiz/hipocótilo; 4I - J: Semente aderida ao fruto com possível embrião visível, em que: zm – zona meristemática; pe: pelos radiculares; em: embrião. Barra: 2A 10 mm, 2B 1 mm, 2C 500 μ m, 2D 1 mm, 2E 500 μ m, 2F 200 μ m, 2G 1 mm, 2H 1 mm, 2I 500 μ m, 2J 1 mm.



Espécies de importância econômica para a família das mirtáceas têm sido investigadas sob o aspecto morfo-anatômico. Landrum e Stevenson (1986) estudaram a estrutura do embrião na subtribo Myrtinae, na qual observaram que as sementes eram pequenas, apresentando eixo embrionário volumoso e rico em reservas. Segundo Barroso (2002), o embrião no gênero *Myrciaria* é do tipo eugenoide, sem diferenciação aparente entre o eixo embrionário e os cotilédones; além disso, considera-se o embrião conferruminado, ou seja, sem distinção da linha de soldadura entre os cotilédones. Stadnik et al., (2018) em estudos de

levantamento florístico em espécies de Myrtaceae na Bahia, observaram esta mesma característica para espécies de *Myrciaria*. Na espécie em estudo, essa linha de soldadura foi encontrada na maioria das sementes analisadas, independente do genótipo em questão (Figura 5 e 6). Dependendo da maturidade do fruto e conseqüentemente da semente em dias, a linha de soldadura era mais visível, ocupando em determinado estágio, a semente por completo (Figuras 5D).

A fusão da área dos cotilédones em sementes de *Eugenia stipitata* ssp. *sororia* McVaugh descrita por Anjos e Ferraz (1999), se tratava de linhas de soldadura, observando que a mesma impedia a separação dos mesmos sem danificá-los, apresentando os cotilédones concrecidos entre si. Ribeiro (2018) descreveu essa mesma característica em sementes de *Myrciaria dúbia*, apresentando cotilédones soldados. Esse tipo de cotilédone é característico de embrião conhecido como pseudomonocotiledonar (FLORES e RIVERA, 1989).

Nas sementes de cambuí foram observados também numerosos grânulos de amido, sendo este polissacarídeo uma das mais importantes formas de reserva de carbono em sementes, passando a ser utilizado durante o desenvolvimento da plântula (BUCKERIDGE et al., 2004) (Figura 5 C-G).

Figura 5 - Sementes de *Myrciaria floribunda* em MEV. Fig. 5A: Semente imatura mostrando o início da divisão cotiledonar (linha de soldadura); 5B - C - G: Detalhe da linha de soldadura (B) e linha de soldadura com grânulos de amido (C, G); 5D: Semente madura, demonstrando a linha de soldadura até as extremidades; 5E - F: Detalhe da linha de soldadura até a zona meristemática, em que: ls: linha de soldadura em semente imatura; ga – grânulos de amido; zm: zona meristemática. Barra: 5A 1 mm, 5B 200 μ m, 5C 200 μ m, 5D 500 μ m, 5E 500 μ m, 5F 200 μ m, 5G 500 μ m.

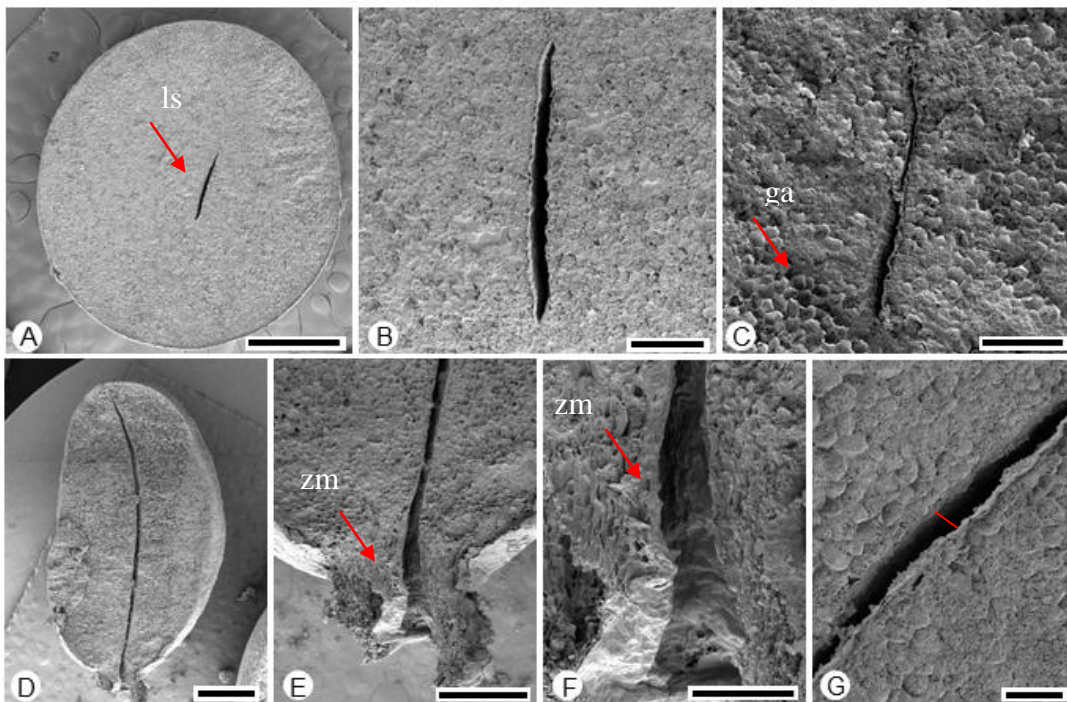
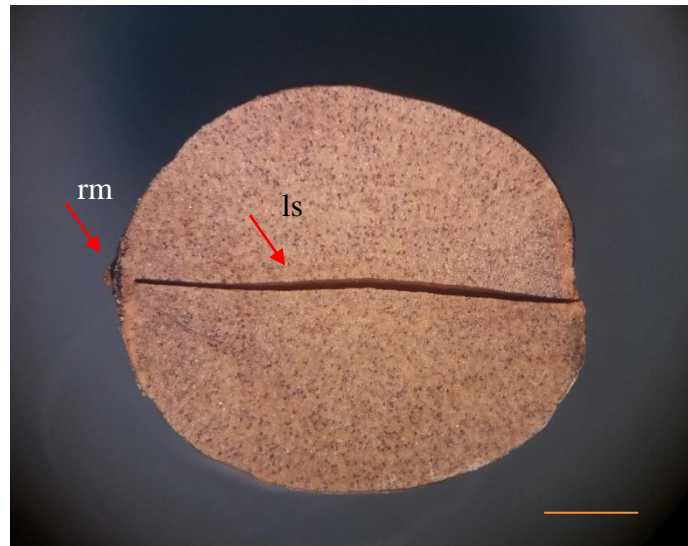


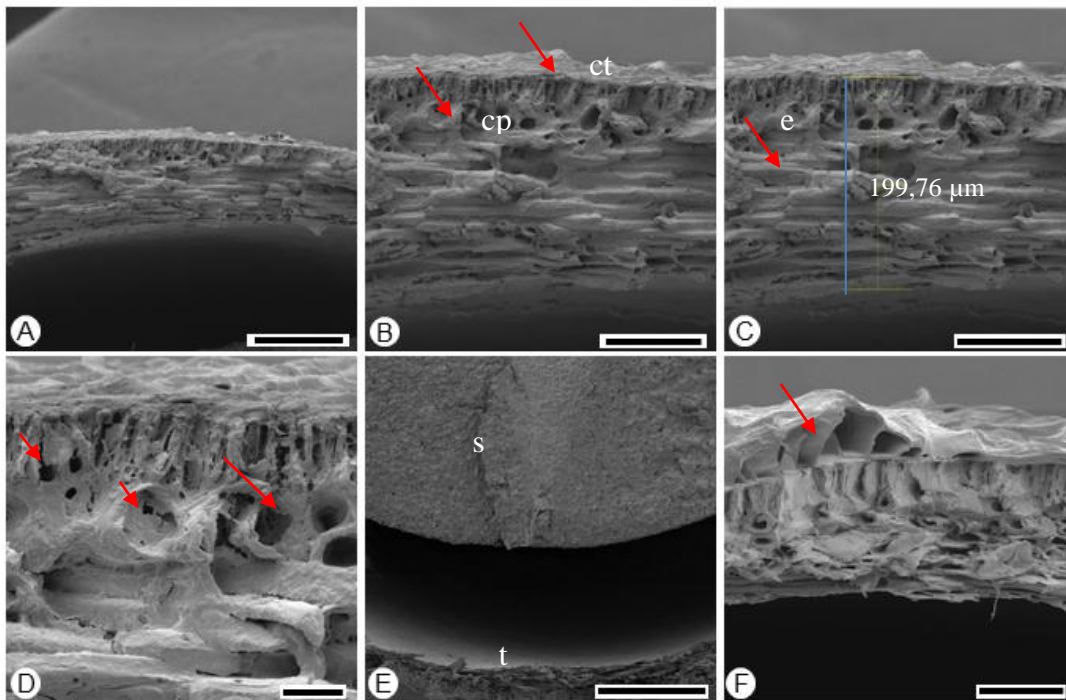
Figura 6 - Semente madura desidratada de *Myrciaria floribunda* visualizada em microscópio com micro placa, demonstrando a linha de soldadura e a região meristemática, em que: ls: linha de soldadura; rm: região meristemática. Barra: 2mm. Foto: Autora, 2018.



A dormência em sementes da família Myrtaceae pode está associada à dureza e a impermeabilidade do tegumento à água e aos gases, embrião imaturo e/ou presença de inibidores da germinação (CARDOSO, 2004). Observando estudos anteriores, uma característica marcante em sementes de cambuí é seu tegumento impermeável, que ao ser retirado antes da sementeira, facilita a germinação, emitindo sua radícula entre 7 e 10 dias (cap. 1 deste material).

O corte longitudinal em sementes de cambuí permitiu distinguir algumas estruturas que são visualizadas na Figura 7.

Figura 7 - Corte longitudinal com destaque do tegumento de *Myrciaria floribunda* em MEV. 7A: Visão geral do tegumento; 7B: Cutícula e células paliçádicas; 7C: Esclereides colunares; 7D: Espaços intercelulares indicados por setas; 7E: Detalhe do tegumento que se desprendeu da semente; 7F: Tegumento de semente germinada com volume da cutícula (seta), em que: e: esclereides colunares; cp: células parenquimáticas; ct: cutícula; s: semente; t: tegumento. Barra: 7A 200 μm , 7B 100 μm , 7C 100 μm , 7D 20 μm , 7E 500 μm , 7F 50 μm .



A camada mais externa do tegumento, a cutícula, torna-se a primeira barreira à embebição. Ela pode repelir a água, de acordo com sua composição. Estima-se que haja presença de ceras, cutina e celulose que contribuam para este evento. Em seguida, evidencia-se a presença de células paliçádicas, que permitem controlar a entrada e saída de água, as trocas gasosas, choques mecânicos e também a entrada de microrganismos (COSTA, 2018). Entre essas células, foi observado a presença de lacunas, que segundo Fang et al. (2017) é atribuída de certa forma, a permeabilidade do tegumento a entrada de água.

O embrião consegue romper a barreira tegumentar, porém, quando as sementes são submetidas à retirada da mesma, o processo torna-se mais rápido, e a emissão radicular acontece. Dessa forma, estima-se que a barreira que impede que a germinação aconteça de forma mais rápida, pode está associada ao tegumento.

O início da fase III de germinação é caracterizado pela retomada do crescimento do embrião e protrusão radicular. Porém, em sementes de cambuí, o tegumento impede a absorção de água, reduzindo a velocidade de embebição.

4. CONCLUSÕES

O uso da MEV permite visualizar pela primeira vez a região embrionária, a morfologia anatômica de estruturas florais e reprodutivas no processo germinativo de *Myrciaria floribunda*.

As flores de cambuízeiro apresentam características semelhantes a outras espécies da mesma família, como androceu oligostêmone, filete filiforme dialistêmone, com epiderme uniestratificada e anteras conatas que se desprendem com a abertura da flor.

Os frutos apresentam glândulas conspícuas, com cálice persistente.

As sementes apresentam linha de soldadura e embrião sem diferenciação aparente, tegumento em camadas se mostrando impermeável a embebição, podendo atuar como uma barreira física a protrusão radicular.

5. REFERÊNCIAS

- ANJOS, A. M.G.; FERRAZ, I. D. K. Morfologia, germinação e teor de água das sementes De Araçá-boi (*Eugenia Stipitata* Ssp. *Sororia*). **Acta Amaz.**, Manaus , v. 29, n. 3, p. 337, Sept. 1999.
- ARAÚJO, R. R. Qualidade e potencial de utilização de frutos de genótipos de Cambuí, Guajiru e Maçaranduba nativos da vegetação litorânea de Alagoas. Tese (Doutorado em Fitotecnia. Área de concentração: Agricultura Tropical) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2012.
- BARBIERI, S.F.; RTHES, À.C.; PETKOWICZ, C.L.O.; GODOY, R.C. B.; SASSAKI, G. L.; FILHO, A. P. S.; SILVEIRA, J. L.. M. Extraction, purification and structural characterization of agalactoglucomannan from te gabioba fruit (*Campomanesia xanthocarpa* Berg), Myrtaceae family. **Carbohydrate Polymers**, v 174, p.887-895, 2017.
- BARROSO, G.M. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. 2. ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 2002.
- BUCKERIDGE, M.S. et al. Acúmulo de Reservas. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 324 p.
- CARDOSO, V.J.M. Dormência: estabelecimento do processo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, 2004. p. 95-108.
- COSTA, C.D. Caracterização morfológica e do perfil de poliaminas durante a germinação de sementes de *Polygala sellowiana* A. St. – Hil et Moq., visando as propagação e conservação. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós Graduação em Biologia de Fungos, Algas e Plantas. Florianópolis, 2018.
- DONADIO, L. C.; MORO, F. V. Potential of Brazilian *Eugenia* (Myrtaceae) - as ornamental and as a fruit crop. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.632, p.65-68, 2004.
- FANG X.W.; ZHANG J.J.; XU D.H.; PANG J.; GAO T.P.; ZHANG C.H.; LI F.M.; TURNER N.C. Seed germination of *Caragana* species from different regions is strongly driven by environmental cues and not phylogenetic signals. **Scientific Reports**, 2017.7: 11248.
- FLORES, E.M.; RIVERA, D.I. Criptocotilia en algunas dicotiledoneas tropicales. **Brenesia**, v.32, p.19-26, 1989.
- GRESSLER, Eliana; PIZO, Marco A.; MORELLATO, L. Patrícia C. Polinização e dispersão de sementes de Myrtaceae do Brasil. **Rev. bras. Bot.**, São Paulo, v.29, n.4, p. 509-530, Dec. 2006.
- JUSTO, C. F. ALVARENGA, A. A., ALVES, E., GIMARÃES, R.M., STRASSBURG, R.C. Efeito da secagem, do armazenamento e da germinação sobre a micromorfologia de sementes

de *Eugenia pyriformis* Camb. **Acta Bot. Bras.**, São Paulo , v. 21, n. 3, p. 539-551, Sept. 2007 .

LANDRUM, L.R. E STEVENSON, D. Variability of embryos in subtribe Myrtinae (Myrtaceae). **Systematic Botany** **11**(1): 155-162. 1986.

LEMO, E.E.P.; REZENDE, L. P.; ARAÚJO, R. R.; ALVES, R. E. *Myrciaria floribunda* Cambuí. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (Ed.). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste. Brasília, DF: MMA, 2018.

PAIVA, J. C. Q. C. Germinação e crescimento inicial de sementes de *Myrciaria floribunda* (H. West ex willd) o. Berg. sob efeito da submersão em água. TCC – Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados – MS, 2013.

PERIOTTO, F.; GUALTIERI, S. C. J. Germinação e desenvolvimento inicial de *Campomanesia pubescens* (dc.) O. Berg (Myrtaceae) em diferentes substratos. **Ciênc. Florest.**, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 743-752, Sept. 2017 .

RIBEIRO, O. D. Morfoanatomia de sementes e morfometria de frutos, plântulas e do desenvolvimento pós-seminal, associados ao vigor em clones de *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh. 2018. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas/Botânica Tropical) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2018.

REGO, S. S., NOGUEIRA, A. C., KUIYOSHI, Y. S., SANTOS, A.F. Caracterização morfológica do fruto, da semente e do desenvolvimento da plântula de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. e *Myrceugenia gertii* Landrum - Myrtaceae. **Rev. bras. sementes**, Londrina , v. 32, n. 3, p. 52-60, Sept. 2010 .

REGO, S. S., NOGUEIRA, A. C., KUIYOSHI, Y. S., SANTOS, A.F. Germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. em diferentes substratos e condições de temperatura, luz e umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n.2, p.212-220, 2009.

SILVA, A. E. S. et al. Analysis of Styrene Polymerization Without Surfactant and N₂ Gas in Cylindrical Flask. **Mat. Res.**, São Carlos, v. 20, supl. 2, p. 800-807, 2017.

SILVA, A. L. G.; PINHEIRO, M. C. B. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia* L. (Myrtaceae). **Acta Bot. Bras.**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 235-247, Mar. 2007.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Bot. Bras.**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 183-194, Mar. 2005.

STADNIK, A.; OLIVEIRA, M. I. U.; ROQUE, N. Myrtaceae na Serra Geral de Licínio de Almeida, Bahia, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro , v. 69, n. 2, p. 515-552, June 2018 .

TRINDADE, J. R.; ROSARIO, A. S.; SANTOS, J. U. M. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Myrtaceae. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 69, n. 3, p. 1259-1277, Sept. 2018.

VIVIAN, R., SILVA, A.A., GIMENES JR. M; FAGAN, E.B., RUIZ, S;T; LABONIA,V.
Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência: breve
revisão. **Planta daninha**, Viçosa , v. 26, n. 3, p. 695-706, 2008.