



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**EVANILDO FERREIRA DE OLIVEIRA**

**MORFOANATOMIA DO COTILÉDONE EM DESENVOLVIMENTO DE *Eutерpe oleracea* MART.**

**FORTALEZA**

**2018**

EVANILDO FERREIRA DE OLIVEIRA

MORFOANATOMIA DO COTILÉDONE EM DESENVOLVIMENTO DE *Eutерpe*  
*Oleracea* MART.

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas. Área de concentração: Botânica.

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis de Paiva Campos.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- O46m Oliveira, Evanildo Ferreira de.  
Morfoanatomia do cotilédone em desenvolvimento de *Euterpe oleracea* mart. / Evanildo Ferreira de Oliveira. – 2018.  
32 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2018.  
Orientação: Prof. Dr. Francisco de Assis de Paiva Campos.
1. Açai. 2. Arecaceae. 3. Histoquímica. I. Título.

CDD 570

---

EVANILDO FERREIRA DE OLIVEIRA

MORFOANATOMIA DO COTILÉDONE EM DESENVOLVIMENTO DE *Eutерpe*  
*Oleracea* MART.

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas. Área de concentração: Botânica.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Francisco de Assis de Paiva Campos (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Ítalo Antônio Cotta Coutinho  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

M.Sc. José Roberto da Silva Nascimento  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a minha Mãe, por ter me criado e dado apoio e recursos para que eu pudesse ter uma boa educação.

Ao Prof. Francisco de A. P. Campos, por ter me dado a oportunidade de trabalhar no laboratório.

Ao Prof. Ítalo A. C. Coutinho, por ter me ajudado na realização da parte histoquímica.

Ao Roberto Nascimento, por ter me ajudado nas coletas e confecções de lâminas.

Ao Cnpq por ter me ajudado financeiramente.

Ao Laboratório de anatomia, por ter cedido o espaço para trabalho, assim como materiais.

E aos meus amigos do BioMol, que me fizeram companhia e me apoiaram: Thais, Isabelly, Moab, Domingos, Fabiano, Jessica, Magda, Vitor.

## RESUMO

Nesse trabalho foi realizado um estudo sobre o desenvolvimento do haustório cotiledonar em *Euterpe oleracea* Mart.. Os resultados aqui apresentados têm como objeto fomentar estudos de base e possivelmente será útil em futuras análises proteômicas do cotilédone haustorial. Foram feitos estudos da morfologia da semente, em seis estágios do desenvolvimento, assim como, análises em microscopia de luz e testes histoquímicos para amido, proteínas e lipídios. Os resultados demonstraram que o haustório cotiledonar armazena uma grande quantidade de amido, porém corpos proteicos e lipídicos foram encontrados de forma sucinta e menos evidente, embora uma possível atividade proteica e uma metabolização de lipídios tenham sido evidenciadas na região da protoderme. A anatomia do cotilédone demonstrou que as células parenquimáticas do haustório vão perdendo espaço intracelular, ao decorrer do desenvolvimento e a protoderme não apresentam diferença em sua estrutura celular comparado com a região proximal, está que irá desenvolver a parte aérea e a radícula da plântula. Os estudos aqui realizados irão fomentar pesquisas no desenvolvimento da semente de uma importante espécie para a economia brasileira.

**Palavras-chave:** Açaí. Arecaceae. Histoquímica.

## ABSTRACT

In this work a study was carried out on the development of the haustorial cotyledon in *Euterpe oleracea* Mart.. The results presented herein are intended to promote baseline studies and possibly future proteomic analysis of haustorial cotyledon will be useful by proteomic. Seed morphology studies were carried out at six stages of development, as well as light microscopy and histochemical tests for starch, proteins and lipids. The results showed that the haustorial cotyledon stores a large amount of starch, but protein bodies and lipids were found in a succinct and less evident way, although a possible protein activity in the protoderm region was evidenced. The anatomy of the cotyledon has shown that parenchyma cells lose their intracellular space during development and the protoderm does not show differences in their cellular structure. The studies carried out here will promote research on the development of the seed of an important species for the Brazilian economy.

**Keywords:** Acai. Arecaceae. Histochemistry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cachos com frutos de <i>Euterpe oleracea</i> Mart.....	15
Figura 2 – Morfologia externa da semente de <i>Euterpe oleracea</i> Mart. após a embebição.....	19
Figura 3 – Morfologia do embrião de <i>Euterpe oleracea</i> Mart.....	20
Figura 4 – Morfologia do desenvolvimento do haustório cotiledonar de <i>Euterpe Oleracea</i> Mart.....	22
Figura 5 – Morfologia interna da semente de <i>Euterpe Oleracea</i> Mart. após 35 dias de embebição.....	23
Figura 6 – Anatomia do embrião em corte transversal de <i>Euterpe oleracea</i> Mart.....	24
Figura 7 – Anatomia do desenvolvimento do haustório em <i>Euterpe oleracea</i> Mart.....	26
Figura 8 – Teste xylydine ponceau para detecção de proteínas no desenvolvimento do haustório cotiledonar de <i>Euterpe oleracea</i> Mart.....	28
Figura 9 – Teste Lugol e Sudan Black para detecção de amido e lipídios totais no cotilédone de <i>Euterpe Oleracea</i> Mart.....	29

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	11
2.1	Cotilédones em monocotiledôneas .....	11
2.2	Haustório cotiledonar.....	12
2.3	Mobilização de reservas.....	13
2.3.1	<i>Carboidratos</i> .....	13
2.3.2	<i>Proteínas</i> .....	13
2.3.3	<i>Lipídios</i> .....	14
2.4	Palmeiras.....	14
2.5	Açaí.....	15
3	OBJETIVOS .....	16
3.1	Objetivos gerais.....	16
3.2	Objetivos específicos.....	16
4	METODOLOGIA.....	17
4.1	Coleta.....	17
4.2	Morfologia.....	17
4.3	Anatomia e Histoquímica.....	17
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
5.1	Morfologia.....	19
5.1.1	<i>Aspectos gerais da semente</i> .....	19
5.1.2	<i>Morfologia do embrião</i> .....	20
5.1.3	<i>Morfologia do haustório</i> .....	21
5.2	Anatomia.....	23
5.2.1	<i>Anatomia do embrião</i> .....	23
5.2.2	<i>Anatomia do desenvolvimento do haustório</i> .....	24
5.3	Histoquímica.....	27
5.3.1	<i>Proteínas</i> .....	27
5.3.2	<i>Carboidratos</i> .....	28
5.3.3	<i>Lipídios</i> .....	28
6	CONCLUSÃO.....	30
	REFERÊNCIAS .....	31

## 1. INTRODUÇÃO

A família Arecaceae possui cerca de 3000 espécies registradas no mundo, dessas, 390 ocorrem no Brasil, encontrando-as majoritariamente na Amazônia, sendo que, o número de gêneros e espécies encontrados nessa região, respectivamente, é de 41 e 290 (OLIVEIRA, 2014). O gênero *Euterpe* Mart. no Brasil, é constituído por cinco espécies: *Euterpe catinga* Wallace, *Euterpe edulis* Mart., *Euterpe longibracteata* Barb.Rodr., *Euterpe oleracea* Mart., *Euterpe precatória* Mart., porém apenas *E. oleracea* e *E. precatória* são nativas da região amazônica. (LEITMAN et al., 2013; OLIVEIRA, 2014).

Encontrada na região do estuário amazônico, *Euterpe oleracea* Mart., mais conhecida como açazeiro, tem uma grande importância socioeconômica nos estados do Pará e Amapá, pois o seu fruto, o açaí, é consumido pelas comunidades ribeirinhas e cidades adjacentes (YOKOMIZO et al., 2012).

Em 1970, com a crescente procura por palmito e a quase extinção da palmeira juçara (*E. edulis*) o açazeiro (*E. oleracea*) ganhou uma grande visibilidade aparecendo como uma alternativa viável para suprir tal demanda, por possuir um menor tempo de maturação, regeneração e propagação. Porém, com a alta extração do palmito, começou a ocorrer conflitos entre os coletores de frutos e os cortadores de palmito, a solução foi tomar medidas reguladoras e fiscalizadoras, assim como planos de cultivo e manejo. (MOURÃO, 2010).

Estudos morfológicos sobre o cotilédone haustorial foram realizados de forma indireta, onde, o foco do estudo era a semente de algumas espécies do gênero *Euterpe* Mart.: *E. edulis*, *E. oleracea*, *E. precatória* (AGUIAR; MENDONÇA, 2003; NETO et al., 2010; PANZA; LÁINEZ; MALDONADO, 2004). Os autores descrevem brevemente a morfologia e apresentaram testes histoquímicos da semente em desenvolvimento. Porém até o dado momento, não foi encontrado nenhum estudo detalhando o desenvolvimento do haustório cotiledonar em *E. Oleracea*.

O estudo detalhado sobre o haustório cotiledonar em *E. oleracea* é importante, pois irá possivelmente responder algumas perguntas como: Qual a organização do tecido que compõe a região distal do embrião; Como ocorre o desenvolvimento do haustório; como se dá a organização dos seus feixes vasculares;

Qual a natureza química das substâncias que estão sendo transportadas e/ou armazenadas no haustório durante o desenvolvimento da plântula.

Portanto, o estudo do cotilédone haustorial de *E. Oleracea* é importante, pois irá servir de base para estudos na área da proteômica, análise de expressão gênica, metabolômica e demais áreas de estudos que precisam de detalhamento da estrutura que está relacionada com a degradação do endosperma e desenvolvimento da plântula.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Cotilédones em monocotiledôneas

Os cotilédones nas angiospermas se apresentam como uma estrutura fundamental para o desenvolvimento da semente, sua função é de armazenar nutrientes ou possibilitar o que os mesmos cheguem a plântula em desenvolvimento. Seu aspecto pode ser de diferentes formas: foliáceo, em forma de escudo, ou globular. A maioria das angiospermas possuem cotilédones em formato de folhas, e até apresentam funções como tais, fotossintetizantes. Já nas ciperáceas e gramíneas tem seu cotilédone em formato de escudo, e o mesmo possui a função de absorver nutrientes do endosperma, podemos chamar esse tipo de cotilédone de escutelo. Com função semelhante ao escutelo, porém de formato de diferente, as palmeiras possuem uma estrutura globular absorvente chamada de haustório cotiledonar, onde sua função é degradar o endosperma e repassar os nutrientes para a plântula em desenvolvimento. (APPEZZATO-DA-GLÓRIA, 2006).

Em ciperáceas e gramíneas, têm-se um órgão intermediador chamado de escutelo, onde ele é responsável por armazenar reservas (corpos proteicos, lipídios, amido, fitina, e outros minerais essenciais para o desenvolvimento do embrião). Logo que começa a germinação, na região onde o escutelo está próximo a camada de aleurona, é observada que as células epiteliais do escutelo sofrem um alongamento e ficam separadas uma das outras lateralmente, indicando assim um aumento na área de absorção de nutrientes provinda da degradação do endosperma. Durante a germinação, é observado um acúmulo de amido assim como a degradação de lipídios e corpos proteicos presente no escutelo. No final da germinação, o escutelo e a camada de aleurona, são expostas a enzimas que irão degradá-los (SWIFT;O'BRIEN, 1971; SMART;O'BRIEN, 1979).

Nas palmeiras, é observado um cotilédone muito semelhante ao escutelo, chamado de haustório cotiledonar, onde esse órgão é responsável pela intermediação entre o endosperma e a plântula em desenvolvimento. No começo da germinação, é observada a quebra dos corpos proteicos e logo em seguida o acúmulo e transporte de amido, provindo da degradação do endosperma. Os lipídios são os últimos a serem consumidos e transportados, assim como nas gramíneas e

ciperáceas. A medida que o endosperma vai sendo degradado, o haustório vai crescendo em formato globular e ocupando todo o espaço interior da semente (SUGIMURA;MURAKAMI, 1990; MAZZOTTINI-DOS-SANTOS et al., 2015).

## 2.2 Haustório cotiledonar

As palmeiras apresentam uma característica única durante a germinação das sementes. No cotilédone, a região proximal à plúmula se torna alongada formando o pecíolo, enquanto a região distal expande-se dentro da semente, se tornando assim o haustório, que irá absorver os nutrientes provindos do endosperma. As exatas regiões do haustório que desempenham essas funções e mecanismos essenciais para o crescimento da plântula ainda são desconhecidas. (TOMLINSON, 1961).

Tisserat e DeMason(1980) em seus estudos com *Phoenix dactylifera* L. descreveu o embrião é constituído por três regiões distintas: O pólo radicular, o meristema apical e o cotilédone. Porém em estudos mais recentes com *E. oleracea*, Costa (2008) simplificou em apenas duas regiões: região proximal e região distal, onde a região proximal (de cor mais escura) é o eixo-hipocótilo-radicular e a região distal é o haustório cotiledonar.

Harccis e Philip (1979), em seu trabalho com *Cocos nucifera* L., sintetizaram como ocorre o desenvolvimento embrionário em palmeiras. Basicamente a formação do cotilédone começa com um amontoado de células crescente, ao lado do meristema apical e em seguida ocorrem diversas divisões celulares periclinais. Dessa forma, o embrião vai se tornando assimétrico e a região do haustório globular. Também foi observado que muito antes do desenvolvimento completo do haustório, já se começava a se desenvolver a plúmula com os seus primórdios foliares, na região oposta ao haustório.

Em estudos com *Phoenix dactylifera* L. foi demonstrado que o cotilédone haustorial é formado por três tipos de tecidos celulares: meristema fundamental, protoderme e procâmbio. Onde as células do meristema fundamental são grandes e isodiamétricas, as células da protoderme são alongadas em um plano perpendicular e as do procâmbio são filamentos estreitos e alongado se aproximando das células protodermais na extremidade distal do haustório. (DEMASON;THOMSON, 1981).

## **2.3 Mobilização de reservas**

A mobilização de reservas observada em *Arecaceae* começa logo após o emissão da radícula, denotando assim ser um evento pós-germinativo, porém são encontradas pequenas quantidades de nutrientes que vão servir para ajudar no crescimento da plântula.

### **2.3.1 Carboidratos**

É evidente que o endosperma é a principal fonte de carboidratos, porém, durante a germinação, são encontrados açúcares simples no embrião, que irá servir como substrato para o desenvolvimento da plântula (BEWLEY et al., 2012). Na ausência do endosperma, uma pequena quantidade de amido é encontrada nos cotilédones, porém, quando o mesmo está sendo degradado, uma massiva quantidade de amido é observada, demonstrando assim que as galactomananas, proveniente do endosperma, é um substrato para a síntese de amido. (BEWLEY et al., 2012).

Em *Cocos nucifera* L., Sugimura e Murakami (1990) observaram que no começo do desenvolvimento há uma grande quantidade de amido acumulada no parênquima haustorial. Após chegar aos estágios finais do desenvolvimento esse acúmulo de amido passa a ser somente observado em uma pequena quantidade.

### **2.3.2 Proteínas**

Percebemos que em gramíneas e ciperáceas, as proteínas de reserva se encontram majoritariamente no endosperma e na camada de aleurona, apenas uma pequena parcela é encontrada no escutelo e no eixo embrionário, esta parcela, irá suprir a necessidade de aminoácidos para o crescimento e desenvolvimento germinativo, enquanto a mobilização endospérmica de fato ocorra (BEWLEY et al., 2012).

Em *Acrocomia aculeata* JACQ., foi observado que os corpos protéicos apareciam mais evidentemente no começo da germinação e após duas semanas,

junto do que aparecimento do pecíolo cotiledonar, eles haviam sumido. (BICALHO et al., 2016)

### **2.3.3 Lipídios**

As mobilizações de lipídios são feitas a partir do consumo de corpos lipídicos, e esses vão diminuindo gradualmente a medida que são consumidos. Em sementes com um alto teor de gordura, como a mamona e o amendoim, fica quase que imperceptível a sua mobilização, pois, os corpos oleosos vão diminuindo lentamente à medida que as reservas vão sendo consumidas (BEWLEY et al., 2012).

Em *Cocos nucifera* independente qual seja o estágio do desenvolvimento, as gotículas de óleo são encontradas sempre no meristema fundamental, próximo a protoderme e vão diminuindo ao decorrer do desenvolvimento da plântula. (SUGIMURA; MURAKAMI, 1990).

## **2.4 Palmeiras**

As palmeiras são uma das maiores famílias de monocotiledôneas, possuindo assim uma grande quantidade de espécies em ecossistemas tropicais como na América e no sudeste Asiático (HENDERSON, 2009). Portanto, dada a importância e a hegemonia que as palmeiras possuem nos trópicos, muito ainda tem que ser estudado sobre suas características, pois é notável sua importância na subsistência de povos tradicionais e sua relevância no mercado mundial. (CLEMENT, 2005). As palmeiras vêm sendo estudadas de diversas formas, tais como sistemática, biologia reprodutiva, usos econômicos e biogeografia. Porém, muitos aspectos ainda precisam ser estudados, tais como o desenvolvimento de plântulas. (HENDERSON, 2009)

Os primeiros estudos sobre palmeiras começaram com Martius, no início do século XIX, foram definidos dois tipos distintos de germinação: admotiva, no qual a plântula se desenvolve adjacente à semente e remotiva, no qual o seu desenvolvimento se dá a uma certa distância da semente. (HENDERSON, 2009).

Não obstante, as palmeiras já foram chamadas de árvores da vida, o destaque especial vai para as tamareiras e coqueiros, onde possuem mais utilidade do que qualquer outra espécie do planeta. Vale destacar também o dendezeiro africano, que uma das espécies mais bem cultivadas. (SETH, 2003).

## 2.5 Açaí

*Euterpe oleracea* Mart. é uma palmeira nativa encontrada na região norte da América do Sul, mais precisamente nos solos inundados da bacia amazônica e áreas similares, seu crescimento é lento e ela chega a 20-22m de altura no máximo. O vinho extraído do mesocarpo é uma importante fonte alimentar que vem crescendo em consumo nas últimas décadas (JANICK;PAULL, 2008). Embora havendo vários estudos que comprovem os benefícios que o vinho do açaí traz para a saúde, ele só passou a ser conhecido nacionalmente na década de 1990, quando um empreendedor conseguiu fazer a sua divulgação em uma novela da rede Globo. (CLEMENT, 2005)

Figura 1: Cachos com frutos de *Euterpe oleracea* Mart.



Fonte: FOREST; KIM, 2011.

O fruto do açaí que é uma drupa e possui pericarpo parcialmente fibroso, onde podemos encontrar inúmeros corpos siliciosos, porém pobre em lipídios, protídeos e grão de amido (PAULA, 1975; COSTA et al., 2008). O endocarpo não é lenhoso, e o tegumento é intimamente ligado ao endosperma, emitindo projeções no endosperma. O embrião é pequeno e cônico. A critério de identificação, uma característica singular nos frutos de *E. oleracea* comparado a outras espécies de açaí é que o endosperma do mesmo é ruminado. (PAULA, 1975; COSTA et al., 2008)

O número de pesquisas científicas sobre o açaí tem aumentado devido a sua crescente importância no mercado brasileiro, chegando a empregar no estado do Pará mais de 35.000 pessoas em meses de colheita (SCHAUSS,2013). Essas pesquisas têm indicado que o fruto possui uma grande atividade antioxidante e anti-inflamatória comparado a outros frutos disponíveis na indústria alimentícia, isso ocorre graças a presença de antocianinas. (SCHAUSS,2013).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivos Gerais**

Compreender morfológica e anatomicamente o desenvolvimento do haustório cotiledonar de *Euterpe oleracea* durante a germinação, fornecendo uma base para estudos na área da proteômica, análise de expressão gênica e áreas afins.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

Compreender a natureza química dos compostos acumulados no haustório cotiledonar durante os estágios da germinação de *Euterpe oleracea*.

Delimitar a região do cotilédone haustorial, para fins de futuras análises proteômicas, diferenciando assim do pecíolo e da região distal do embrião.

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1 Coleta**

A coleta das sementes foi feita no município de São Gonçalo, Taíba-CE próximo ao ponto 3°30'19,9"S; 38°54'31,7"W. Foram coletadas cerca de 300 sementes maduras, as quais não passaram pelo o estágio de embebição. Posteriormente foi feito um controle de qualidade básico, onde as sementes foram separadas por tamanhos, sendo que as maiores foram escolhidas para plantio. Foram definidos seis estágios para a realização do estudo, os quais foram: maduro ou não embebida (E1), 5 dias após a embebição(E2), 10 dias após a embebição (E3), 15 dias após a embebição (E4) , 25 dias após a embebição (E5), 35 dias após a embebição (E6).

### **4.2 Morfologia**

As sementes foram seccionadas cuidadosamente com ajuda de um estilete, no mesmo dia da coleta (retiradas da casa de vegetação), e posteriormente preparadas para serem fotografadas com a ajuda de uma lupa com uma câmera acoplada a um computador.

### **4.3 Anatomia e Histoquímica**

As sementes foram abertas e foram retirados o embrião juntamente com o haustório cotiledonar, em estágios mais avançados, só foi possível ser retirado o pecíolo e o haustórios cotiledonar.

O primeiro passo foi uma fixação em solução contendo glutaraldeído 1%; formaldeído 1%; em tampão fosfato (KARNOVSKY, 1965, modificado) e colocado no vácuo por 48 horas. Depois de retirado do vácuo, as amostras foram lavadas cinco

vezes e por 3 minutos cada vez, com tampão fosfato de sódio, logo em seguida, após o término da lavagem foi feita uma desidratação crescente etanólica (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100%) por cerca de uma hora cada sob o vácuo, para só assim colocar a solução pré-infiltração (50% de álcool e 50% de resina plástica) após dois dias, a solução foi trocada pela de solução de infiltração que contém a resina plástica, realizando assim o procedimento padrão de acordo com o manual do fabricante (Historesina, Leica).

Depois das amostras passarem por dois meses no processo de infiltração, foram realizados o procedimento para a inclusão e emblocamento. Os cortes foram feitos em um micrótomo rotatório de avanço automático (Leica® RM 2065), com o auxílio de uma navalha de tungstênio, obtendo assim cortes de 5 µm de espessura, tanto para os cortes transversais quanto para os longitudinais de todos os estágios. Depois os cortes foram corados com azul de toluidina e fucsina básica, deixa 3 minutos e 10 segundos, respectivamente.

A montagem das lâminas foram feitas em Tissue Mount (Tissue-TEK) e as fotos foram tiradas com a ajuda de uma câmera fotográfica (HP Photosmart R967) acoplada com a um microscópio de óptico (Leica® DM4000 com um software de captura de imagens).

Os testes histoquímicos foram realizados com Lugol; para detecção de amido; Xylidine ponceau, para detecção de proteínas e Sudan Black, para a detecção de lipídios totais. As lâminas foram montadas em água e fotografadas com a ajuda de um microscópio de luz acoplado a um computador.

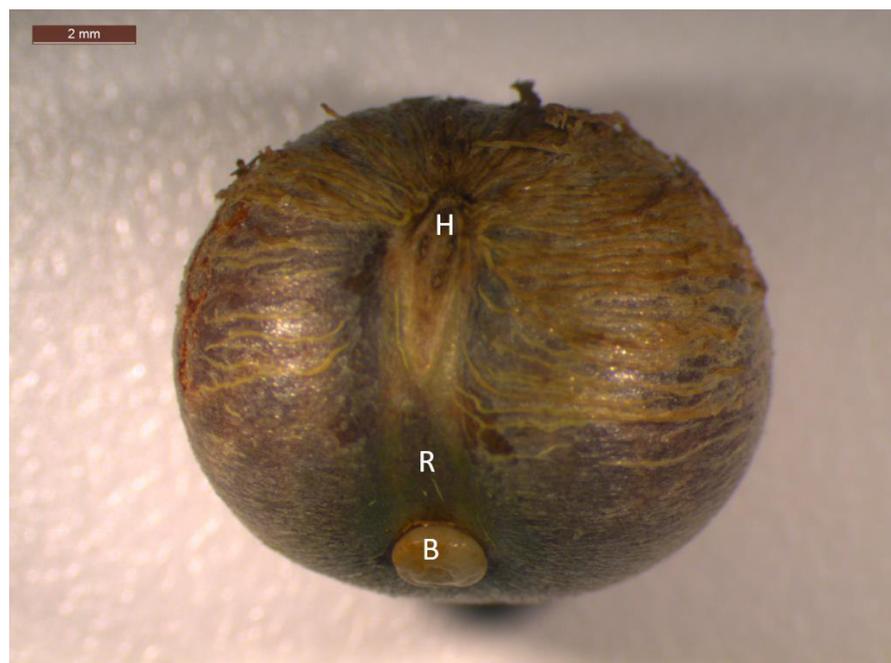
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Morfologia

#### 5.1.1 Aspectos gerais da semente

Os diásporos do açazeiro são drupas arredondadas e globulosas, apresentando um epicarpo de coloração roxa, quase negra, no seu estágio maduro. Ao se retirar o epicarpo e o mesocarpo, esses que juntos apresentam apenas 2mm de espessura e são a parte comestível do fruto, é observado um endocarpo revestido com fibras. O endocarpo é um lenhoso, apresentando uma coloração marrom escura e não uniforme e nele se observa a rafe, o hilo e o botão germinativo, todos alinhados longitudinalmente na semente (Figura 2).

Figura 2: Morfologia externa da semente de *Euterpe oleracea* Mart. após a embebição.

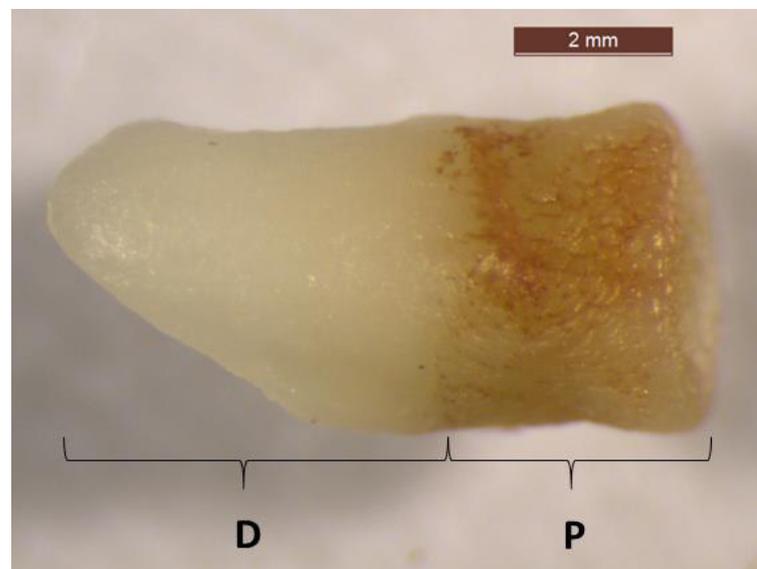


Fonte: Elaborado pelo autor. B, Botão germinativo; H, Hilo; R, Rafe.

### 5.1.2 Morfologia do embrião

O embrião de *E. oleracea* é pequeno, em comparação com o tamanho total da semente, basal, indiviso e cônico (Figura 3). Seu tamanho varia entre 2 mm a 4 mm, e é dividido em duas partes, evidente em sua tonalidade, a região mais clara é onde vai se desenvolver o haustório cotiledonar e o pecíolo cotiledonar, e a região mais escura dará o desenvolvimento do polo radicular e os primórdios foliares. Alves e Demattê (1987), sugeriram que essa desproporção do tamanho do embrião comparado com a semente, se dar pela necessidade de substâncias proteicas, amiláceas e lipídicas contidas no endosperma, que são fundamentais para o seu desenvolvimento, sendo que se levam meses para que o indivíduo possa prover energias suficientes para se desenvolver sem a necessidade do mesmo.

**Figura 3:** Morfologia do embrião de *Euterpe Oleraceae* Mart..



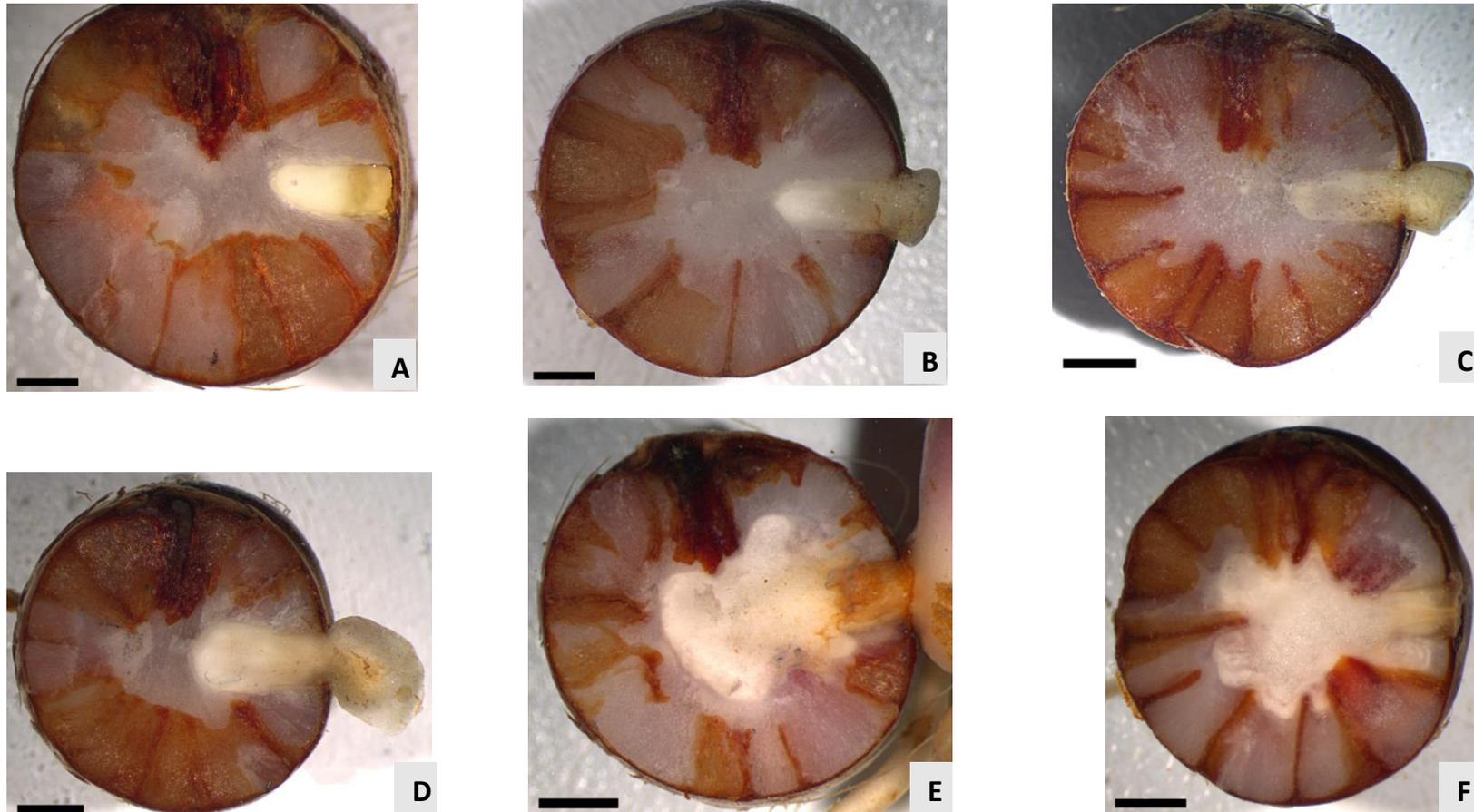
Fonte: Elaborada pelo autor. D. Região distal do embrião, onde fica localizado o haustório cotiledonar em desenvolvimento. P. Região proximal do embrião, evidenciado por sua tonalidade mais escura.

### 5.1.3 Morfologia do haustório

O haustório cresce adentrando no endosperma até ocupar quase que a totalidade do mesmo (Figura 4). À medida que o haustório se desenvolve o endosperma vai se tornando ruminado pelas projeções da testa, formando assim linhas radiais que vão de em direção ao centro e ao encontro do haustório (Figura 5).

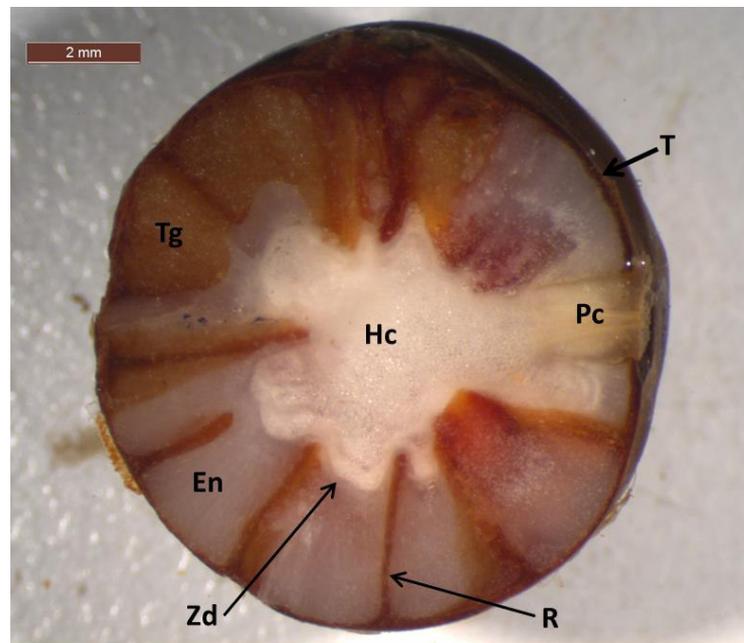
O surgimento da radícula e da parte aérea da plântula é visível no E3, junto com o aparecimento do pecíolo cotiledonar. No E5, o haustório passa a ter um aspecto rugoso, devido à invaginação feita ao endosperma. Ainda nesse estágio é possível notar uma fina camada transparente e quase líquida envolvendo o haustório, chamada de zona de digestão. Do E5 em diante, o haustório passa a se tornar mais irregular com o aparecimento de lóbulos que ajudam a ampliar a área de digestão do endosperma (Figura 4 e Figura 5).

Figura 4: Morfologia do desenvolvimento do haustório cotiledonar de *Euterpe oleracea* Mart.



Fonte: Elaborada pelo autor. **A.** Visão geral do E1. **B.** Visão geral do E2. **C.** Visão geral do E3. **D.** Visão geral do E4. **E.** Visão geral do E5. **F.** Visão geral do E6; Barra preta 2mm.

Figura 5: Morfologia interna da semente de *Euterpe Oleracea* Mart. após 35 dias de embebição.



Fonte: dados do autor. En, Endosperma; Hc, Haustório cotiledonar; Pc, Pecíolo cotiledonar; Tg, tegumento; T, Testa; R, ruminação; Zd, Zona de digestão.

## 5.2 Anatomia

### 5.2.1 Anatomia do embrião

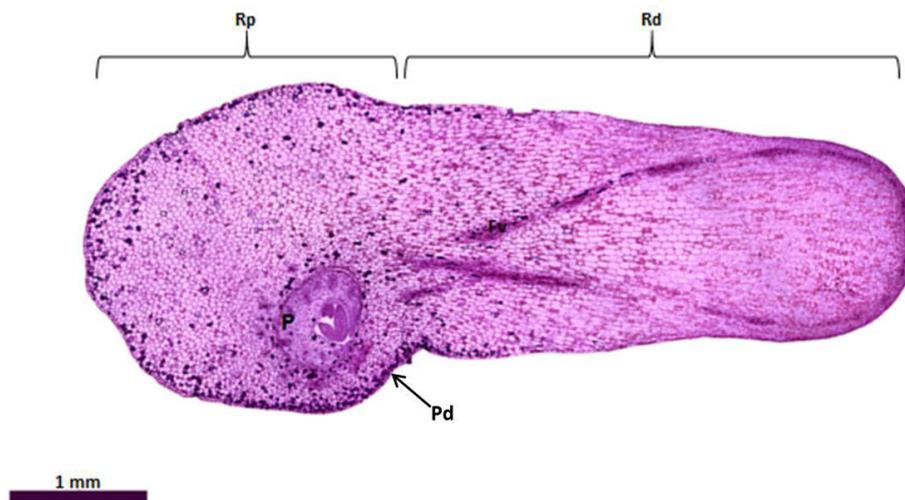
Na anatomia do embrião de *E. oleracea* fica evidente duas regiões, proximal e distal, onde na região proximal fica o eixo embrionário, com a plúmula e o polo radicular, e na região distal o haustório cotiledonar (Figura 6)

O cotilédone e a região proximal apresentaram uma protoderme unisseriada, as células dessa camada são de formato quadrado e retangular, não se evidenciando qualquer diferença entre a protoderme de ambas as regiões (Figura 6). Porém, na região proximal, são encontradas várias ráfides, principalmente ao entorno da plúmula e do polo radicular. Assegurando uma futura defesa à plântula e

uma reserva adicional de cálcio, o que é necessário para o desenvolvimento do polo radicular e da parte aérea (FRANCESCHI; NAKATA, 2005).

Os feixes vasculares percorrem todo o haustório e à medida que se distanciam da região proximal, eles vão se tornando mais próximos a protoderme. O limbo cotiledonar é formado por células parenquimáticas de tamanho e formato variado, porém maiores que a da região proximal, esta que possuem células mais justapostas (Figura 6).

Figura 6: Anatomia do embrião em corte transversal de *Eutерpe oleracea* Mart..



Fonte: Elaborada pelo autor. Fv, feixes vasculares; P, Plúmula; Pd, Protoderme; Rd, Região distal; Rp, Região proximal.

### 5.2.2 Anatomia do desenvolvimento do haustório

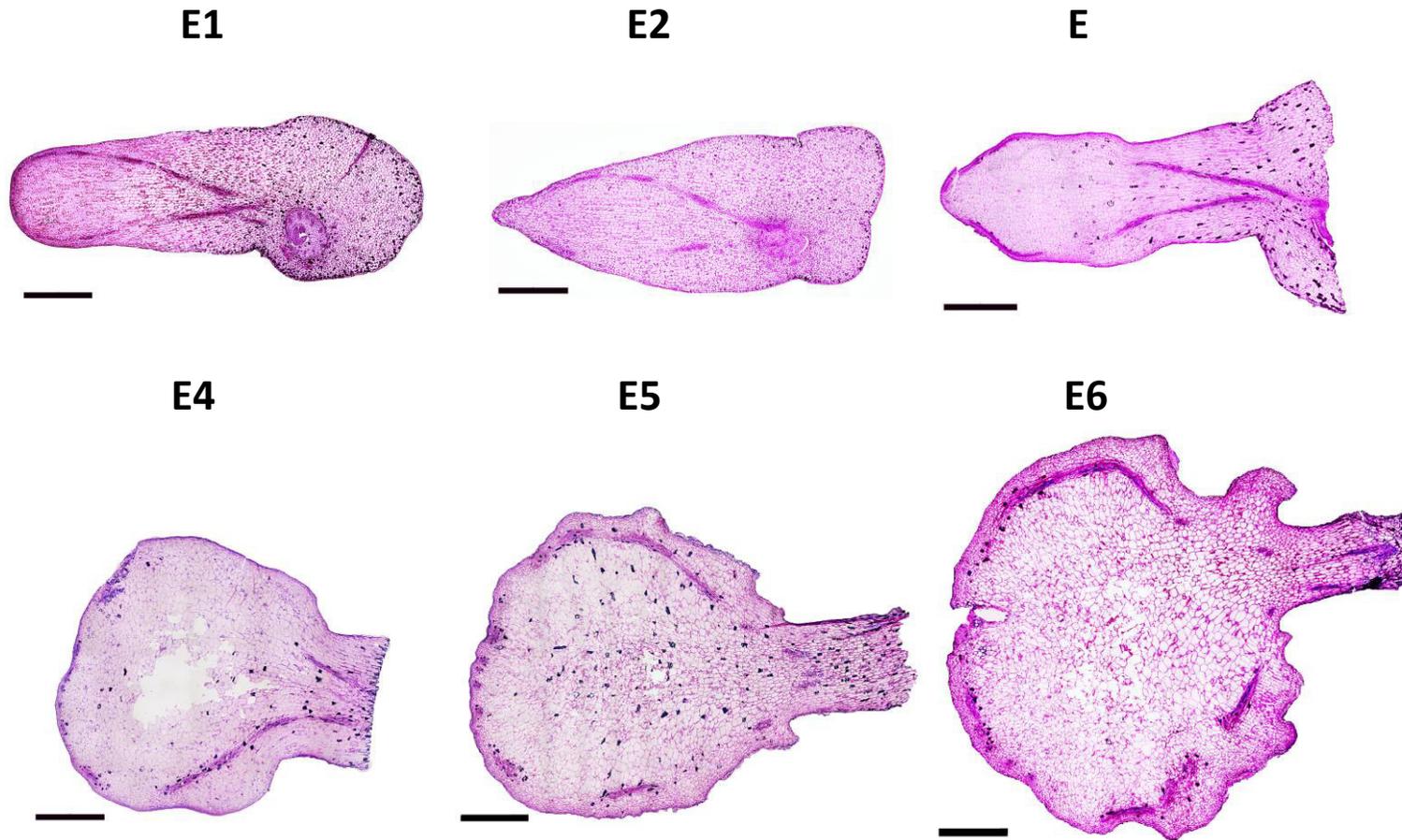
No E1, as células parenquimáticas do haustório são quadrangulares e justapostas, porém quando observado o E3, as células vão se tornam arredadas e frouxas e o espaço intracelular maior (Figura 7).

Os feixes vasculares vão se tornando se tornando mais lignificados a partir do E3, isso ocorre em conjunto com o aparecimento da radícula e a parte aérea da plântula. A medida que o desenvolvimento haustorial vai progredindo, os feixes

vasculares vão se tornando mais próximos da protoderme, até que no E5 eles ficam circundando toda a protoderme (Figura 7).

Divisões celulares não foram notadas em nenhum estágio, porém, a partir do E3 a região abaixo da protoderme começa a apresentar células compactas e com núcleos mais evidentes, em comparação com as células do meristema fundamental, indicando que essa seria a zona de crescimento e expansão do haustório (Figura 7).

Figura 7: Anatomia do desenvolvimento do haustório em *Euterpe oleracea* Mart.



Fonte: Elaborada pelo autor. Barra preta 1mm.

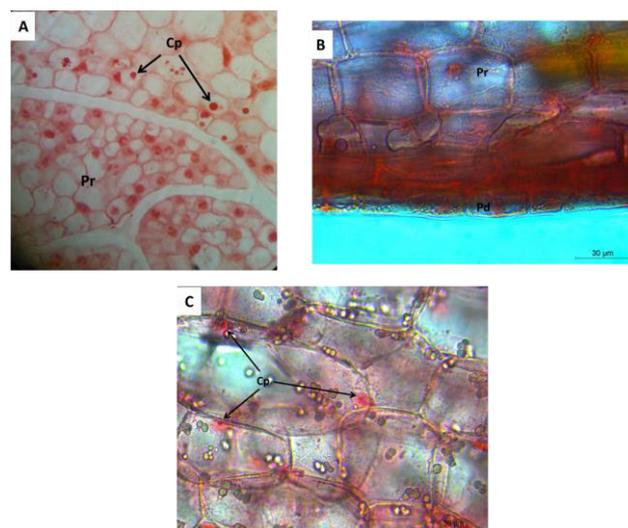
### 5.3 Histoquímica

#### 5.3.1 Proteínas

No E1, foram observados corpos proteicos na região proximal do embrião, ao redor da plúmula (figura 8A), indicando a necessidade proteica no desenvolvimento da parte aérea da plântula, também foram encontrados na região da protoderme do haustório e no parênquima (Figura 8C), porém em pouca quantidade. A partir do E2 não foram encontrados corpos proteicos no haustório, porém, uma possível atividade enzimática foi notada na protoderme (Figura 8B).

Chandra Sekhar e DeManson(1988) apontaram duas principais funções do haustório em *Phoenix dactylifera* L., onde seria secretar enzimas hidrolíticas no endosperma e absorver os produtos do mesmo. Essa secreção de enzimas pode corroborar para os resultados apresentados no E2, onde na região da protoderme aparece uma grande quantidade de produtos proteicos (Figura 8B).

Figura 8: Teste Xilidene pouceu para detecção de proteínas no desenvolvimento do haustório cotiledonar de *Euterpe oleracea* Mart..



Fonte: Elaborada pelo autor. A. Estágio E1, demonstrando os corpos proteicos presentes próximos à plúmula. B. Estágio E2, demonstrando uma atividade proteica próxima a protoderme. C. Estágio E2, demonstrando corpos proteicos no parênquima haustorial. Cp, Corpo proteico; Pr, Parênquima haustorial; Pd, Protoderme haustorial;

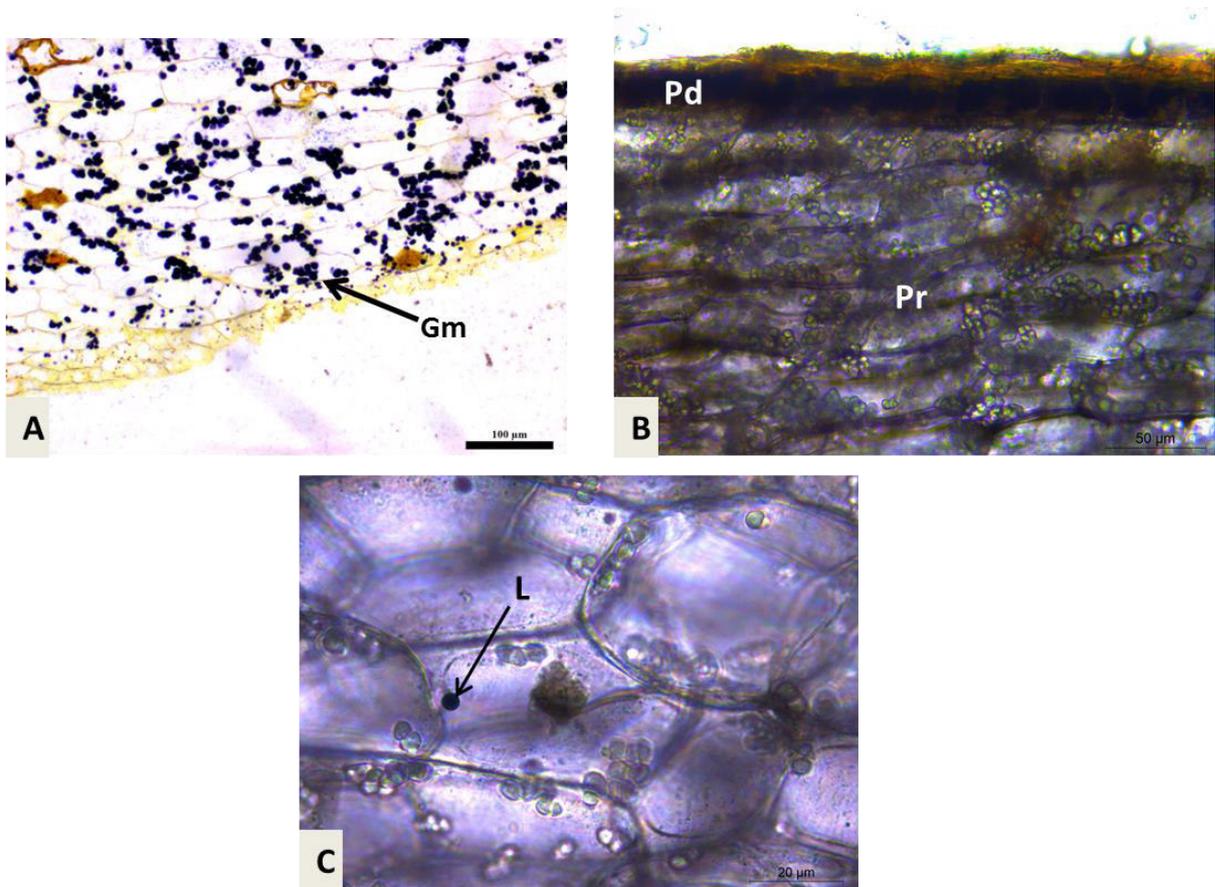
### 5.3.2 Carboidratos

Em todos os estágios foram observados uma grande quantidade de grão de amidos acumulados na interior das células do haustório, da protoderme e parenquimáticas (Figura 9A). Esse acúmulo de grãos de amido é resultado de degradação das paredes celulares do endosperma (NETO et al, 2010). Segundo Borek et al., (2002) em seus estudos com *Lupinus luteus* L., foi observado que para diminuir a concentração de açúcares solúveis dentro das células os mesmos são transformados em grãos de amidos.

### 5.3.4 Lipídios

Corpos lipídicos foram observados até o E2 na região parenquimática do haustório, porém em pequena quantidade (Figura 9C). Na protoderme foram encontrados uma quantidade maior de lipídios, indicando uma mobilização provinda do endosperma (Figura 9B). Segundo estudos feitos em *Acrocoma aculeta*, ao decorrer do desenvolvimento uma maior quantidade de lipídios precisa ser mobilizada, em decorrência, ocorre uma extravasão de lipídios na periferia do haustório, e os mesmos são absorvidos e acumulados na protoderme. O acúmulo de amido nas células do haustório provem justamente da conversão, via gliconeogênese, dos lipídios endospermáticos em sacarose. (Borek et al.2002; Mazottini et al, 2016).

Figura 9: Teste Lugol e Sudan Black e para detecção de amido e lipídios totais no cotilédone de *Euterpe oleracea* Mart..



Fonte: Elaborada pelo autor. A. Estágio E1, demonstrando grão de amidos no haustório. B. Estágio E3, o teste deu positivo para lípidos totais na região da protoderme. C. Estágio E2, corpo lipídico localizado no parenquima do haustório.

## 6. CONCLUSÃO

Este um dos primeiros trabalhos completos sobre o cotilédone haustorial de *Euterpe oleraceae* Mart., descrevendo assim a anatomia e a morfologia do desenvolvimento do cotilédone, assim como, também foi realizado testes histoquímicos para detecção de proteínas, lipídios e carboidratos (amido).

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. O.; MENDONÇA, M. S. Morfo-anatomia da semente de *Euterpe Precatoria* Mart. (Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**, vol.25: p.37-42, 2003.
- ALVES, M. R. P.; DEMATTÊ, M. E. S .P. Palmeiras: características botânicas e evolução. **Fundação Cargill**, 129p. 1987.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. Anatomia vegetal.. **Editora UFV**, 2. Ed, p. 411, 2006.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Physiology and biochemistry of seed in relation to germination. **Springer Verlag**, v. 1, 306 p. 1978.
- BEWLEY, J.; BRADFORD, K.; HILHORST, H.; NONOGAKI, H. Mobilization of Stored Reserves. **Seeds**, p.183-246. 2012.
- BICALHO, E. M; MOTOIKE, S. Y.; BORGES, E. E. L.; ATAÍDE, G. M.; GUIMARÃES, V. M. Enzyme activity and reserve mobilization during Macaw palm ( *Acrocomia aculeata* ) seed germination. **Acta Bot. Bras.** [online]., v. .30, n. 3, p. 438-444. 2016.
- BOREK, S.; RATAJCZAK, W. Sugars as a metabolic regulator of storage protein mobilization in germinating seeds of yellow lupine (*Lupinus luteus* L.), **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 24, p. 425-434. 2002.
- CHANDRA SEKHAR, K. N.; DEMASON, D. A. A COMPARATIVE STUDY OF ENDOSPERM AND EMBRYO PROTEINS OF THE PALM, *WASHINGTONIA FILIFERA*. **American Journal of Botany**, v. 75: p. 338-342. 1988.
- CLEMENT, C. R.; LLERAS PÉREZ, E.; LEEUWEN, J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Agrociencias**, v. 9, n. (1-2), p. 67-71. 2005.
- COSTA, E. A. D.; GONÇALVES, C.; MOREIRA, S. R.; CORBELLINI, L. M. Produção de polpa e sementes de palmeira juçara: alternativa de renda para a mata atlântica. **Tecnologia & Inovação Agropecuária**. p. 61-66, 2008.
- DEMASON, D.; THOMSON, W.W. Structure and ultrastructure of the cotyledon of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). **Botanical Gazette**, v. 142, p. 320-328. 1981.

FOREST, S.; KIM, S.; Acai Berry – Maui. 2011. il. Color. Disponível em <<https://www.flickr.com/photos/forest-and-kim/5590899917FB53>>. Acesso em 30 março 2018.

FRANCESCHI, V. R.; NAKATA, Paul. Calcium oxalate in plants: Formation and function. **Annual review of plant biology**, v. 56, p. 41-71. 2005.

HACCIUS, B. & J. PHILIP, V. Embryo development in *Cocos nucifera* L.: A critical contribution to a general understanding of palm embryogenesis. **Plant Systematics and Evolution**. v. 132, p.91-106. 1979.

HENDERSON, F. (2009). Morphology and Anatomy of Palm Seedlings. **The Botanical Review**. v. 72. p. 273-329. 2009.

JANICK, J.; PAULL, R. E. The Encyclopedia of Fruit and Nuts. **CABI Publishing**, p. 976, 2008.

KARNOVSKY, M. J. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of osmolality for use in electron microscopy. **Journal of Cellular Biology**, v.27, p. 137-138, 1965.

LEITMAN, P.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L. & SOARES, K.. Arecaceae. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. 2014. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/> FB53>. Acesso em 28 março 2018.

MAZZOTTINI-DOS-SANTOS H.C., RIBEIRO L.M., MERCADANTE-SIMÕES M.O., SANT'ANNA-SANTOS, B.F. Ontogenesis of the pseudomonomerous fruits of *Acrocomia aculeata* (Arecaceae): a new approach to the development of pyrenarium fruits. **Trees**, v. 29, p. 199-214. 2015.

MOURÃO, L. História e Natureza: do açaí ao Palmito. **Territórios e Fronteiras** (UFMT. Impresso), v. 3, p. 74-96, 2010.

NETO, M.A.M., LOBATO, A.K.S., ALVES, J.D., GOULART, P.F.P. Seed and seedling anatomy in *Euterpe oleracea* Mart. during the germination process. **Journal of Food Agriculture and Environment**, v. 8, n. 1, p. 1147-1152, 2010.

OLIVEIRA, A. B., MENDONÇA, M. S., ARAÚJO, M. G. P., Aspectos anatômicos do embrião e desenvolvimento inicial de *Oenocarpus minor* Mart: uma palmeira da Amazônia. **Acta Bot. Bras**, v.24, p. 20-24, 2010.

OLIVEIRA, M. S., RIOS, S., Potencial econômico de algumas palmeiras nativas da Amazônia. **Encontro amazônico de agrárias**, 6, 2014.

PANZA, V.; LÁINEZ, V.; MALDONADO, S. Seed structure and histochemistry in the palm *Euterpe edulis*. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 145, p. 445-453, 2004.

PAULA, J. E., Anatomia de *Euterpe oleracea* Mart. (Palmae da Amazônia). **Acta Amaz.** [online], v. 5, n. 3, p. 265-278. 1975.

SCHAUSS, A. The açai palm fruits (*Euterpe oleracea*; *Euterpe edulis*; *Euterpe precatoria*): potent antioxidant and anti-inflammatory superfruits with potential health benefits. **Dried Fruits: Phytochemicals and Health Effects**, p. 395-409, 2013.

SETH, M. K., Trees and Their Economic Importance. **The Botanical**, v. 69. p. 321-376, 2003.

SMART, M. G., and O'Brien, T. P. Observations on the scutellum. I. Overall development during germination in four grasses. **Australian Journal of Botany**, v. 27, p. 391-401. 1979.

SUGIMURA, Y. & MURAKAMI, T.. Structure and function of the haustorium in germinating coconut palm seed. **JARQ**, v. 24, p. 1-14, 1990.

SWIFT, J. G., and O'BRIEN, T. P. .-The fine structure of the wheat scutellum before germination. **Australian Journal of Biological Sciences**, v. 25, p. 9-22, 1972.

TISSERAT, B.; DEMASON, D. A. A histological study of development of adventive embryos in organ cultures of *Phoenix dactylifera* L.. **Annals of Botany**, v. 46, p. 465-472, 1980.

TOMLINSON, P. B. Anatomy of the monocotyledons II: palmae. **The Quarterly Review of Biology**, v. 4, p. 393-394, 1963.

YOKOMIZO, G. K.; QUEIROZ, J. A. L.; CAVALCANTE, E. S.; PINHEIRO, I. N.; SILVA, P. A. R. da; MOCHIUTTI, S. Caracterização fenotípica e genotípica de progênies de *Euterpe oleracea* coletados no Afuá-Pará nas condições do Amapá. **CERNE**, v. 18, n. 2, p. 205-213, 2012.