



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Departamento de Botânica

**Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal**



**NAYARA VIEIRA TREVISANI**

**ESTRUTURA DO PERICARPO E ANÁLISE DE  
FRUTOS ABORTADOS E PREDADOS DE  
*SYAGRUS GLAUDESCENS* BECC. (ARECACEAE)  
*IN SITU E EX SITU***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

**Área de concentração: Morfologia, Sistemática e Diversidade Vegetal**

**BELO HORIZONTE – MG  
2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Departamento de Botânica

**Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal**



**NAYARA VIEIRA TREVISANI**

**ESTRUTURA DO PERICARPO E ANÁLISE DE  
FRUTOS ABORTADOS E PREDADOS DE  
*SYAGRUS GLAUDESCENS* BECC. (ARECACEAE)  
*IN SITU E EX SITU***

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.**

**Área de concentração: Morfologia, Sistemática e Diversidade Vegetal**

**Orientadora: Profa. Dra. Denise Maria Trombert de Oliveira**  
Universidade Federal de Minas Gerais

**BELO HORIZONTE – MG  
2017**

043

Trevisani, Nayara Vieira.

Estrutura do pericarpo e análise de frutos abortados e predados de *Syagrus glaucescens* Becc. (Arecaceae) in situ e ex situ [manuscrito] / Nayara Vieira Trevisani. - 2017.

36 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Denise Maria Trombert de Oliveira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas.

1. Anatomia vegetal - Teses. 2. Ontogenia. 3. Frutos - Morfologia. 4. Palmeira - Teses. 5. Biodiversidade - Conservação. I. Oliveira, Denise Maria Trombert de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 581


Dissertação defendida pela mestranda Nayara Vieira Trevisani e aprovada em 31 de julho de 2017, pela banca examinadora constituída pelos professores:



Dra. Denise Maria Trombert de Oliveira (UFMG)



Dra. Maria Olívia Mercadante Simões (Universidade Estadual de Montes Claros)



Dr. Alberto López Teixido (UFMG)

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da UFMG.

À CAPES, pelo incentivo financeiro e a oportunidade de pesquisa no meio acadêmico.

À Denise Maria Trombert de Oliveira, pela oportunidade concedida de aprendizado sob sua orientação.

Aos membros da banca avaliadora, Maria Olívia Mercadante Simões e Alberto López Teixido, pela disposição em contribuir com o trabalho.

À gerência e funcionários do Parque Nacional da Serra do Cipó e ao Jardim Botânico Inhotim, pela autorização de coleta e recepção.

À Patrícia e Diva, pelo carinho e auxílio com as coletas no Inhotim.

Ao Clemens Peter Schlindwein, Fernando A. O. Silveira e Rosy Mary dos Santos Isaias, pela atenção ao sanarem algumas dúvidas, transmitindo conhecimento e sugestões.

Ao Alberto Teixido, pela dedicação de tempo e paciência no auxílio nas análises estatísticas, viabilizando os testes realizados neste trabalho.

À Gôndia, pelo auxílio com a identificação de alguns besouros encontrados durante o estudo, à Ana Laura, Izabelle e Lucas pelo auxílio e dicas.

À Sarah Barbosa Reis, que assumiu coautoria deste trabalho, pela ajuda, sugestões e boa vontade de sempre.

Aos meus amigos, que me fortalecem a todo tempo e que me apoiaram nesta etapa que se finaliza.

Ao Miguel, pelo companheirismo de sempre, incluindo todas as coletas realizadas na Serra do Cipó.

A minha família, pelo o apoio e estrutura de uma vida inteira.

A todos que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUÇÃO.....	3
OBJETIVOS.....	8
1. Objetivo geral.....	8
2. Objetivos específicos.....	8
MATERIAL E MÉTODOS.....	9
1. Áreas de estudo.....	9
2. Espécie avaliada.....	9
3. Comparação do número de flores nas inflorescências em pré-antese.....	10
4. Anatomia e ontogênese do fruto.....	10
5. Análise dos frutos abortados e predados.....	11
RESULTADOS.....	13
1. Comparação do número de flores por espata.....	13
2. Anatomia e desenvolvimento normal dos frutos.....	13
2.1. Ovário.....	13
2.2. Fruto jovem.....	14
2.3. Fruto em maturação.....	15
3. Taxas de aborto e predação nas populações <i>in situ</i> e <i>ex situ</i> .....	15
4. Alterações anatômicas em frutos abortados.....	15
4.1. Fruto jovem.....	16
4.2. Fruto em maturação.....	16
5. Variações anatômicas em frutos predados.....	16
FIGURAS.....	18
DISCUSSÃO.....	25
1. Comparação do número de flores por inflorescência fechada.....	25
2. Taxas de aborto e predação nas populações <i>in situ</i> e <i>ex situ</i> .....	25
3. Anatomia do desenvolvimento normal dos frutos.....	27
4. Anatomia dos frutos abortados e predados.....	29
4.1. Aborto.....	29
4.2. Predação.....	29
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
REFERÊNCIAS.....	32

## RESUMO

*Syagrus glaucescens* é uma palmeira ameaçada de extinção e endêmica dos campos rupestres da Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil, aspectos que tornam de elevada importância a conservação da espécie. Dois métodos para conservação são comumente aplicados, *ex situ* e *in situ*, sendo ambos igualmente importantes para a proteção desta palmeira e outras espécies ameaçadas. A alta produção de estruturas reprodutivas é característica da família Arecaceae, porém a maior parte das flores e frutos produzidos são perdidos por aborto natural ou predação, situações observadas previamente em *S. glaucescens*, o que torna interessante a investigação destes processos. Este trabalho avaliou, dos pontos de vista morfológico, anatômico e ontogenético, a ocorrência dos processos de aborto e predação em populações de *S. glaucescens*, verificando também se há diferença entre os frutos envolvidos nesses processos e aqueles decorrentes do desenvolvimento normal na espécie, tanto em população natural quanto cultivada fora do habitat característico. Utilizaram-se técnicas convencionais de anatomia vegetal (fixação, desidratação, secionamento e coloração de secções), além de contagens e medidas que foram analisadas estatisticamente. A estrutura do ovário e o desenvolvimento normal dos frutos de *S. glaucescens* evidenciaram características típicas das Arecaceae, tal como a presença de blocos de fibras periféricos e a formação do pirênio por atividade de meristema subadaxial; os frutos também apresentaram nítidas emergências superficiais. Os frutos abortados e predados apresentaram diferenças anatômicas em seus tecidos com relação aos frutos que tiveram o desenvolvimento normal. Observou-se, principalmente, alteração na quantidade de compostos fenólicos no fruto abortado e na formação do pirênio. Os frutos predados também tiveram alterações no pirênio, além de mudanças nas células parenquimáticas do mesocarpo interno e na formação das emergências. A produção de flores *ex situ* foi, significativamente, maior do que *in situ*. Não houve diferença significativa quanto ao aborto de frutos entre as duas áreas amostradas e a predação dos frutos foi apenas marginalmente significativa. Ocorreu, porém, diferença significativa no aborto e predação de frutos entre os indivíduos de cada área avaliada.

**Palavras-chave:** anatomia, ontogênese, fruto, aborto, predação, conservação *in situ*, conservação *ex situ*.

## ABSTRACT

*Syagrus glaucescens* is an endangered and endemic palm of the *campos rupestres* of Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brazil, aspects that make conservation of the species of high importance. Two conservation methods are commonly applied, *ex situ* and *in situ*, both equally important for the protection of this palm and other endangered species. The high production of reproductive structures is typical of the Arecaceae family, but most of the flowers and fruits produced are lost by natural abortion or predation, phenomena previously observed in *S. glaucescens*, which makes the investigation of these processes very interesting. This work evaluated the occurrence of abortion and predation processes in populations of *S. glaucescens* from the morphological, anatomical and ontogenetic points of view. We also verify if there is difference between fruits involved in these processes and those resulting from the normal development in the studied species, comparing natural population (*in situ*) with a cultivated one (*ex situ*). Conventional techniques of plant anatomy (fixation, dehydration, sectioning and staining) were used, as well as counts and measurements that were statistically analyzed. The structure of the ovary and the normal fruit development of *S. glaucescens* showed typical characteristics of the Arecaceae, such as the presence of peripheral fiber blocks and the formation of the pyrene by the activity of the subaxial meristem; the fruits also presented evident emergencies on the outer surface. The aborted and predated fruits showed anatomical differences in their tissues comparing to the fruits with normal development. Especially, alteration was observed in the amount of phenolic compounds in aborted fruits and in the pyrene formation. Predated fruits also exhibited changes in the pyrene, in addition to changes in the parenchyma cells of the inner mesocarp and in the formation of emergencies. Flower production *ex situ* was significantly higher than *in situ*. There was no significant difference in fruit abortion between the two sampled areas and fruit predation was only marginally significant. There was, however, a significant difference in abortion and fruit predation among individuals in each evaluated area.

**Key words:** anatomy, ontogeny, fruit, abortion, predation, *in situ* conservation, *ex situ* conservation.



## INTRODUÇÃO

O bioma cerrado possui enorme diversidade de fauna e flora abrigando várias espécies endêmicas, sendo considerado um dos biomas de savana mais ricos do mundo, classificado como um dos *hotspots* mundiais de biodiversidade, o que eleva a importância para a sua conservação (Oliveira-Filho e Ratter, 2002). Para se qualificar como *hotspot*, uma área deve conter pelo menos 0,5% ou 1.500 das 300.000 espécies de plantas endêmicas do mundo e a área deve estar ameaçada devido à perda de habitats (Myers *et al.*, 2000).

De acordo com o mapa de biomas do Brasil, divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 2004, o cerrado ocupa a totalidade do Distrito Federal, mais da metade dos estados de Goiás (97%), Maranhão (65%), Mato Grosso do Sul (61%), Minas Gerais (57%) e Tocantins (91%), além de porções menores de outros seis estados. A área total de ocupação do cerrado é de 204,7 milhões de hectares (IBGE, 2004), dos quais 80 milhões foram alterados por ações antrópicas, correspondendo a 39,5% da área total do bioma, onde a terra é utilizada para diferentes usos (Sano *et al.*, 2008). Estudo mais recente confirma a perda de 46% de sua cobertura vegetal nativa, da qual apenas 19,8% permanecem inalterados (Strassburg *et al.*, 2017). Entre os danos ambientais que ocorrem no cerrado devido as ações antrópicas, estão a fragmentação de habitats, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, degradação de ecossistemas, alterações nos regimes de queimadas, desequilíbrios no ciclo do carbono e, possivelmente, modificações climáticas regionais (Klink e Machado, 2005).

Apesar da acelerada alteração que vem ocorrendo no cerrado, o bioma possui grande diversidade de habitats e alternância de espécies (Klink e Machado, 2005). Muitas de suas tipologias contam com flora específica e são endêmicas da América do Sul ou do Brasil e a flora vascular nativa engloba 11.627 espécies (Mendonça *et al.*, 1998). Com mais de 4.800 espécies de plantas e vertebrados endêmicos, o cerrado abrange também três das maiores bacias hidrográficas da América do Sul, contribuindo com 43% das águas superficiais brasileiras fora da Amazônia (Strassburg *et al.*, 2017).

A interação entre o clima, solo e fogo determinam a distribuição da vegetação do cerrado, que possui uma série de fisionomias vegetais, de campos abertos às florestas densas (Oliveira-Filho e Ratter, 2002). O campo rupestre é uma destas fisionomias e deve ser visto como uma vegetação bem individualizada, tanto pela fisionomia como pelas características florísticas de elevada riqueza de espécies e,

principalmente, de elevada especificidade e endemismo (Ribeiro *et al.*, 2009). Membros da família Arecaceae, frequentemente, constituem parte das plantas do cerrado e alguns estudos constataam a importância ecológica das palmeiras como fonte nutricional para muitos vertebrados (Henderson, 2002; Galetti, 1998; Jordano, 2000; Vidal, 2007). *Syagrus glaucescens* Becc. é uma palmeira do cerrado, endêmica dos campos rupestres da Serra do Espinhaço e ocorre em afloramentos rochosos quartzíticos da Serra do Cipó até a região de Diamantina (Marcato e Pirani, 2001). De acordo com observações de Miola (2006), o roedor *Galea spixii*, conhecido popularmente como mocó, é um consumidor dos frutos de *S. glaucescens* e pode ser seu dispersor.

Em razão do endemismo, da área de distribuição restrita em que se encontra e da constante degradação do bioma, *S. glaucescens* está na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. A espécie está inserida na categoria de risco de extinção como vulnerável no Livro Vermelho da Flora do Brasil lançado pelo Centro Nacional de Conservação da Flora (CNC Flora) em 2013 (Martinelli e Moraes, 2013). De acordo com os referidos autores, o hábitat da espécie vem declinando em qualidade e extensão, em função da ocorrência de incêndios. Devido aos incêndios e também à coleta para fins ornamentais, suspeita-se que o número de indivíduos maduros esteja em declínio (Martinelli e Moraes, 2013). Muitas espécies de *Syagrus* que possuem o caule curto ou subterrâneo, são encontradas no cerrado, região seca que naturalmente ocorrem queimadas periódicas, porém, o aumento da frequência de incêndios provocados pelo homem tem levado à degradação das áreas de ocorrência das espécies (Noblick, 2017). A perda da extensão de habitat também pode desencadear outras consequências danosas, como descrito por Galetti *et al.* (2006), que relataram que a redução da área diminui os dispersores de sementes, prejudicando plantas que dependem de poucas espécies frugívoras para dispersão, como as palmeiras de sementes grandes, diminuindo a abundância de mudas.

São muitas as ações antrópicas que levam à degradação do cerrado, como citado também por Strassburg *et al.* (2017), que mencionam a expansão do agronegócio, desenvolvimento de infraestrutura, baixa proteção legal e incentivos limitados de conservação como um agravante prejudicial ao bioma. De acordo com o autor, estes fatores podem desencadear um episódio de extinção de significado global no cerrado, porém isto ainda pode ser evitado.

Para tentar conter a perda de biodiversidade e garantir a sobrevivência das espécies, duas estratégias de conservação têm sido adotadas: a conservação *in situ*, que permite a preservação da espécie no seu local de ocorrência natural, e a conservação *ex situ*, que ocorre fora do ambiente natural da espécie. De acordo com

Leite (1993), na forma *ex situ*, a espécie pode ser preservada em plantios no campo, pode ser mantida por meio de suas sementes acondicionadas em câmaras de armazenamento e, ainda, ser conservada *in vitro*. Já na conservação *in situ*, além de proteger a variabilidade genética das espécies vegetais, a preservação dos demais seres vivos nessas áreas, incluindo polinizadores, dispersores e predadores destas espécies, também é favorecida (Leite, 1993). Por este lado, o método ideal para a conservação a longo prazo, parece ser a conservação *in situ*, para que as espécies possam se manter em equilíbrio com as interações bióticas e abióticas no seu ecossistema e continuar o processo evolutivo. Existem, porém, algumas situações em que a conservação *ex situ* é essencial, complementando a conservação *in situ* (Kageyama, 1987). A acelerada alteração de alguns biomas, como o cerrado, torna evidente que, como mencionado por Leite (1993), para muitas espécies, somente a conservação *in situ* pode não garantir a salvaguarda do seu *pool* gênico, casos em que a conservação *ex situ* deve ser também considerada. Embora populações de *S. glaucescens* ocorram dentro do Parque Nacional da Serra do Cipó e em outras áreas de preservação ambiental, fora destas áreas o habitat natural da espécie continua diminuindo em extensão (Noblick, 2017).

Durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada na cidade do Rio de Janeiro em 1992, foi assinada por 175 países incluindo o Brasil, a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB). O artigo 9 da CDB menciona a adoção da conservação *ex situ* principalmente para complementar a conservação *in situ*. Em 2010, foi adotada pela CDB, a atualizada Estratégia Global para Conservação de Plantas (EGCP), que possui um conjunto de metas a serem cumpridas pelos países até 2020. A meta 8 corresponde à conservação *ex situ*, e estabelece coleções acessíveis, com a inserção de pelo menos 75% das espécies ameaçadas, preferencialmente no país de origem, e pelo menos 20% delas devem estar disponíveis para os programas de recuperação e restauração. Esta meta da EGCP e o artigo 9 da CDB deixam clara a relevância da conservação *ex situ*, porém Diana e Harrop (2010) argumentaram que este método de conservação tem sido visto com importância inferior quando comparado a conservação *in situ*, sendo geralmente atribuído como algo complementar e não essencial. De acordo com os referidos autores, esta condição deve ser revista, principalmente levando em consideração, as alterações climáticas que estão ocorrendo e das rápidas taxas de extinção de espécies geradas por ações antrópicas. Complementar a conservação da vegetação original restante, restaurando as áreas degradadas, poderia ajudar a conservar, no cerrado, mais de 650 espécies endêmicas ameaçadas de plantas e

vertebrados, que podem estar passando por um processo de extinção devido ao desmatamento (Strassburg *et al.*, 2017).

Os Jardins Botânicos são exemplos de locais com potencial para a realização da conservação *ex situ* e de pesquisas relacionadas à preservação de espécies ameaçadas fora do seu habitat natural. De acordo com Pereira e Costa (2010), no planejamento das estratégias de conservação da flora nativa, os Jardins Botânicos vêm procurando amenizar a condição atual com relação ao tempo e destruição, tentando suprir a carência de informações sobre as espécies raras e ameaçadas e a velocidade de degradação dos habitats em que elas se encontram. Pouco conhecimento existe com relação a algumas espécies que estão ameaçadas atualmente. O conhecimento básico, necessário para a conservação destas, como cultivo, biologia reprodutiva e armazenamento de sementes, ainda não foi obtido, porém os locais de ocorrência em que as espécies ameaçadas são encontradas, podem continuar sendo degradados, podendo gerar perdas irrecuperáveis da diversidade de espécies e, até mesmo de populações inteiras (Pereira e Costa, 2010). Pereira e Costa (2010), afirmaram ainda, que os Jardins Botânicos podem estabelecer parcerias e prioridades de ações de conservação para as espécies ameaçadas da flora brasileira. A partir das listas de espécies da flora brasileira ameaçada, os Jardins Botânicos podem se programar de acordo com as prioridades de conservação, mas, para que possam fazer isto com mais eficácia, os mesmos não devem ser vistos mais apenas como instalações *ex situ*, mas como instituições de conservação centrada em reduzir as extinções de plantas (Da Costa *et al.*, 2017). Porém, de acordo com Da Costa *et al.* (2017), apesar dos Jardins Botânicos brasileiros terem melhorado suas contribuições para a conservação nas últimas décadas, o uso de coleções de plantas para pesquisa, recuperação, reintrodução e restauração nestas instituições, ainda é limitado.

Observações pessoais da fenologia reprodutiva de *S. glaucescens* cultivada *ex situ* no Jardim Botânico Inhotim, em Brumadinho, Minas Gerais, Brasil, indicaram baixo percentual de formação de frutos maduros na população, o que também foi observado para outras espécies congênicas (*S. deflexa* Noblick & Lorenzi, *S. microphylla* Burret e *S. werdermannii* Burret). Já estudo fenológico *in situ* aponta um pico de frutificação, no qual quase metade dos indivíduos estudados de *S. glaucescens* foram encontrados frutificando em dada época do ano (Miola *et al.*, 2010). Observações em campo, no habitat natural, também demonstraram que a espécie apresenta alta taxa de flores abortadas (Miola, 2006). Também foram encontradas altas taxas de aborto de frutos em trabalhos realizados com a família Arecaceae, constatando também uma alta

predação neste grupo (Begnini, 2008; Mamede, 2008; Bruno, 2013; Rocha *et al.*, 2015). O elevado número de frutos abortados é comum entre as palmeiras, revestindo de importância a realização de uma investigação mais detalhada a respeito dos processos de desenvolvimento dos frutos (Mamede, 2008). É evidente que as inúmeras estruturas reprodutivas produzidas pelas palmeiras acarretam gasto energético por parte da planta-mãe, portanto o aborto e predação destas estruturas levanta algumas questões relacionadas a este investimento. Estudos sobre a ontogenese dos frutos de algumas espécies de palmeiras tem sido realizados (Roth, 1977; Stauffer, *et al.*, 2002; Mazzottini-dos-Santos, *et al.*, 2015; Reis *et al.*, 2017), podendo o estudo anatômico destas estruturas, fornecer dados a respeito da interrupção do desenvolvimento pelo aborto ou predação. Informações sobre a biologia e ecologia de *S. glaucescens*, assim como de muitas espécies de campo rupestre, são praticamente inexistentes (Miola *et al.*, 2010). Tratando-se de uma espécie endêmica e ameaçada, inserida em um grupo com elevada importância ecológica para o cerrado e com indícios de altas taxas de aborto de frutos, torna-se de extrema importância o entendimento de detalhes a respeito da reprodução da espécie em seu habitat natural, assim como o monitoramento do seu comportamento quando conservada fora do seu local de origem.

## OBJETIVOS

### 1. Objetivo geral

Devido à fragilidade em que se encontra *Syagrus glaucescens*, aliada a limitações para atingir a fase final do seu ciclo reprodutivo, este trabalho visa compreender o desenvolvimento e a interrupção dos frutos desta espécie, cultivada *ex situ* e *in situ*, contribuindo com informações inéditas a respeito do comportamento da espécie, quando cultivada fora do seu habitat natural.

### 2. Objetivos específicos

- 2.1 Analisar a quantidade de flores pistiladas e estaminadas produzidas nas inflorescências em pré-antese de *S. glaucescens*, de indivíduos das populações cultivadas *ex situ* e *in situ*, para verificar se ocorre diferença na produção destas estruturas reprodutivas entre as áreas estudadas.
- 2.2 Analisar a anatomia do ovário e do pericarpo, em diferentes fases de desenvolvimento, dos indivíduos de *S. glaucescens*, a fim de caracterizar o desenvolvimento normal destas estruturas.
- 2.3 Acompanhar o desenvolvimento dos frutos desde o início de formação, nas populações *ex situ* e *in situ*, a fim de verificar se existe diferença quanto ao aborto e predação de frutos, quando a espécie é cultivada fora do seu habitat natural.
- 2.4 Comparar a anatomia do pericarpo de frutos em desenvolvimento normal com os frutos recentemente abortados e predados de *S. glaucescens*, de tamanhos similares, a fim de observar se ocorrem mudanças anatômicas durante o processo de aborto e predação.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1. Áreas de estudo

As coletas de *Syagrus glaucescens* Becc. (Arecaceae) foram realizadas em área de ocorrência natural (*in situ*) na Serra do Cipó, município de Santana do Riacho, Minas Gerais, Brasil, e em coleção cultivada (*ex situ*) no Jardim Botânico Inhotim, em Brumadinho, Minas Gerais, Brasil. A Serra do Cipó ocupa a porção sul da Serra do Espinhaço, uma cadeia de montanhas quartzíticas. As montanhas são edificadas principalmente por rochas do Super Grupo Espinhaço, com preponderância de quartzitos, que geram solos arenosos e de baixíssima fertilidade, com padrões de drenagem bastante variáveis conforme a existência de diques rochosos e conforme a declividade (Ribeiro et al., 2009). A altitude varia entre 900m e 1.250m acima do nível do mar e a precipitação possui forte sazonalidade, com um período chuvoso no verão e um período seco no inverno (Madeira e Fernandes, 1999). As temperaturas no verão oscilam entre 15° e 37°C e no inverno entre 13° e 37°C (Ribeiro e Figueira, 2011).

O município de Brumadinho, onde está sediado o Jardim Botânico Inhotim (JBI), está na zona de clima tropical Brasil Central, cujas condições climáticas caracterizam uma área de clima quente, com temperatura média anual de 21,1°C, sendo a temperatura mínima de 16,7°C e a máxima de 27,1°C. A precipitação média anual é de 1.491mm, com as chuvas concentradas no verão, notando-se um pequeno déficit hídrico no inverno que tem 2 a 4 meses secos. De acordo com a classificação de Köppen, o clima do município é do tipo *Cwb* – tropical de altitude, possuindo altitude máxima de 1.571m, e a menor cota altimétrica de 700m (Instituto de Desenvolvimento Municipal - IDM, 2006). De acordo com informações contidas no *site* do Inhotim (<http://inhotim.org.br/>), a altitude mais baixa da área ocupada pela instituição é de 725m e a mais alta 970m.

### 2. Espécie avaliada

O gênero *Syagrus* é nativo do Caribe, onde é encontrada apenas uma espécie, e da América do Sul (Dransfield *et al.*, 2008). As espécies do gênero somam 65 mais duas subespécies e, destas, 57 ocorrem no Brasil (Noblick, 2017), em sua maioria nas regiões áridas ou semiáridas (Dransfield *et al.*, 2008).

*Syagrus glaucescens* é uma palmeira endêmica do estado de Minas Gerais, Brasil, ocorrendo na Cadeia do Espinhaço (Noblick, 2017), em paisagens rupestres, presente em campos e afloramentos quartzíticos da Serra do Cipó até a região de Diamantina (Marcato e Pirani, 2001). A espécie pertence à tribo Cocoseae, subtribo Attaleinae (Dransfield *et al.*, 2008), e forma plantas com até 4m de altura, solitárias e

com bráctea peduncular lenhosa (Marcato e Pirani, 2001). As flores estão dispostas em tríades, compostas por uma flor pistilada central, ladeada por duas estaminadas, estas últimas apresentando seis estames (Lorenzi *et al.*, 2004). As flores estaminadas são amarelas, espiraladamente arranjadas na raquila, e as flores pistiladas amarelo-creme. A inflorescência é protândrica e as flores pistiladas são maiores que as estaminadas, possuem três sépalas, três pétalas, anel estaminoidal membranoso e gineceu trilobular (Dransfield *et al.*, 2008). Os frutos têm exocarpo liso, glabro, castanho esverdeado; o mesocarpo é carnoso e o endocarpo lenhoso com fibras dispersas; a semente apresenta endosperma ruminado (Marcato e Pirani, 2001). Segundo Lorenzi *et al.* (2010), os frutos são globosos ou elipsoides e a planta multiplica-se apenas por semente, cuja germinação é baixa e pode demorar seis meses ou mais.

### **3. Comparação do número de flores nas inflorescências em pré-antese**

Onze espatas fechadas foram coletadas de cada população em estudo, as quais foram abertas no Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal de Minas Gerais, em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, contando-se os botões florais estaminados e pistilados de cada unidade.

Para determinar se houve diferença entre a produção de flores entre as duas áreas estudadas, foi feita Análise de Variância (ANOVA) para um fator, separadamente para cada flor, estaminada e pistilada. Os testes foram realizados no programa *Minitab Statistical Software*.

### **4. Anatomia e ontogênese do fruto**

Foram feitas coletas de botão floral e de frutos em diferentes fases de desenvolvimento normal, nos indivíduos das populações em estudo de *S. glaucescens*, para caracterização anatômica do ovário e do desenvolvimento do pericarpo. Frutos que tiveram o seu desenvolvimento interrompido também foram analisados, morfológica e anatomicamente, para verificar possíveis alterações estruturais que possam ter ocorrido durante o processo de aborto ou de predação. Todo material coletado foi medido com paquímetro digital, correlacionando-se o tamanho com o estágio de desenvolvimento para realizar comparações entre frutos abortados e de desenvolvimento normal. Como frutos jovens, foram considerados os frutos com diâmetro entre 7 e 9mm; os frutos analisados que tiveram medidas acima deste valor e até 14mm foram considerados em maturação.

Todo o material coletado para as análises anatômicas foi processado no Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal de Minas Gerais, em Belo



Horizonte, Minas Gerais, Brasil, fixado em formaldeído-ácido acético-álcool etílico 50% (Johansen, 1940) durante 48 horas, sendo submetido a vácuo para a retirada de ar das amostras. Imediatamente após a fixação, as amostras foram desidratadas e armazenadas em etanol 70% com glicerina para evitar o ressecamento. Procedeu-se a desidratação em série etílica e a inclusão em (2-hidroxi-etil)-metacrilato Leica<sup>®</sup> adotando-se passagem em freezer (Paiva *et al.*, 2011). Os blocos obtidos foram seccionados transversal e longitudinalmente em micrótomo rotativo Zeiss<sup>®</sup> Hyrax M40, utilizando-se navalhas de aço descartáveis. As seções obtidas foram coradas em azul de toluidina 0,05% em tampão acetato pH 4,7 (O'Brien *et al.*, 1964, modificado) e montadas com resina sintética Entellan<sup>®</sup>.

Foram realizados testes histoquímicos para detecção de substâncias e compostos presentes, tanto em frutos de desenvolvimento normal quanto abortados ou predados. Foram aplicados: Lugol, para detecção de amido (Johansen, 1940); Sudan IV, para lipídios (Johansen, 1940); vermelho de rutênio, para substâncias pécticas (Johansen, 1940); cloreto férrico adicionado a carbonato de sódio para compostos fenólicos (Johansen, 1940).

As observações e ilustrações do laminário foram feitas em fotomicroscópio Leica<sup>®</sup> DM500 com câmara digital Leica ICC50 HP acoplada, e em fotomicroscópio Zeiss<sup>®</sup> Primo Star e fotoestereomicroscópio Zeiss<sup>®</sup> Stemi 2000-C, ambos com câmera digital Canon<sup>®</sup> Power Shot A650 acoplada.

## **5. Análise dos frutos abortados e predados**

Foram marcados aleatoriamente sete cachos de frutos, entre os indivíduos da população *ex situ* e oito na população *in situ*. Os cachos de frutos foram envolvidos com sacos de organza para garantir a análise de todos os frutos desprendidos de cada cacho, evitando que eles se misturassem, sob as plantas, com frutos provenientes de indivíduos vizinhos ou que fossem retirados e dispersos por animais. O ensacamento ocorreu quando o estigma estava seco e o ovário dilatado, indicando o início do desenvolvimento dos frutos.

As visitas a campo foram mensais no período de 06/2016 a 05/2017, sendo retirados dos sacos, a cada monitoramento, os frutos que caíram, após o quê os cachos foram novamente ensacados. Isto ocorreu sucessivamente a cada visita, até a maturação total de todos os frutos ou até que nenhum estivesse mais preso às raquias. Os frutos coletados foram levados para o Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal de Minas Gerais, em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, contados, medidos com paquímetro digital e analisados morfológicamente. Foram considerados predados os frutos que tinham larva no seu interior ou dejetos e, como

abortados, os que não possuíam estas características. Os frutos foram observados com auxílio de fotoestereomicroscópio Zeiss® Stemi 2000-C.

Para verificar se ocorreu diferença significativa entre os frutos predados e abortados entre as áreas estudadas, foi realizado um teste de modelo linear generalizado de efeito misto (GLMM), tendo as áreas *ex situ* e *in situ*, como fator fixo e os indivíduos selecionados como fator aleatório, aninhados dentro das áreas. Para realização do GLMM foi usado o programa IBM SPSS versão 22.0.

## RESULTADOS

### 1. Comparação do número de flores por espata

*Syagrus glaucescens* exibiu produção de flores superior quando cultivada *ex situ*, tendo o mínimo de botões florais pistilados igual a 93 flores produzidas por um dos indivíduos e o máximo de 609, enquanto que *in situ*, o valor mínimo encontrado foi de 54 botões pistilados e o máximo produzido foi 139. Para flores estaminadas, o valor também foi bem superior *ex situ*, com mínimo de 649 botões e um máximo de 2.065. *In situ*, o valor mínimo de botões estaminados produzido entre os indivíduos foi 658 flores e, o valor máximo encontrado foi de 951. Os números médios (acompanhados dos desvios padrão das médias) de flores pistiladas *ex situ* e *in situ* foram, respectivamente, 289,9 ( $\pm 147,0$ ) e 92,2 ( $\pm 25,9$ ), enquanto que as médias (acompanhadas dos desvios padrão) produzida de flores estaminadas foi, também respectivamente, de 1159,0 ( $\pm 397,4$ ) e 760,5 ( $\pm 121,9$ ).

A análise de variância constata uma diferença significativa na produção de estruturas florais entre as áreas estudadas com relação a flores pistiladas ( $F=19,31$ ;  $P=0,000$ ) e estaminadas ( $F= 10,11$ ;  $P=0,005$ ), sendo a produção destas estruturas consideravelmente maior na população *ex situ* (Fig. 1).

### 2. Anatomia e desenvolvimento normal dos frutos

Não se observam diferenças estruturais, durante o desenvolvimento dos frutos normais, entre amostras provenientes da população *in situ* e da população *ex situ*.

#### 2.1. Ovário

O ovário da flor em antese é sincárpico e tricarpelar, com um óvulo por lóculo (Fig. 2A). A epiderme do ovário é uniestratificada. Na base, a superfície é lisa e, ainda na porção basal, observa-se a formação de emergências (Fig. 2B, C) que caracterizam a superfície ovário até a região estigmática. As emergências são formadas pela epiderme, que reveste células fundamentais (Fig. 2C).

O parênquima do mesofilo ovariano é composto por células aproximadamente isodiamétricas e por grande quantidade de idioblastos contendo compostos fenólicos, que são encontrados dispersos ao longo de toda a extensão do ovário, em células individuais ou agrupadas (Fig. 2A, D). No mesofilo ovariano, ocorrem blocos de fibras ainda não diferenciados dispostos longitudinalmente, sendo mais frequentes nas regiões periféricas (Fig. 2D). Os feixes vasculares ainda estão em formação, sendo vistos cordões de procâmbio na região mediana do mesofilo ovariano (Fig. 2D, E). Ocorre intensa atividade meristemática, com divisões periclinais de células

parenquimáticas do mesofilo interno, na camada adjacente à epiderme interna, que produz novas camadas de células voltadas para a região externa do ovário, formando o meristema subabaxial (Fig. 2F).

Na base do ovário, centralmente dispostos, observam-se os três lóculos uniovulados, delimitados pela epiderme interna (Fig. 2A, F), que é composta por células justapostas em camada unisseriada.

## **2.2. Fruto jovem**

No fruto em desenvolvimento, a base do pericarpo mostra o mesmo padrão que ocorre na formação das emergências observadas no ovário (Fig. 2A, 3A), com epiderme lisa mais basal, seguida pelas projeções das emergências até o ápice. Estas, são formadas por uma camada de epiderme com cutícula evidente, parênquima e, internamente, observa-se a diferenciação de blocos de fibras (Fig. 3B), que se estendem no sentido longitudinal. A distribuição das emergências é uniforme em torno de todo o pericarpo, exceto na base (Fig. 3A,C). Possuem algumas células com compostos fenólicos na epiderme e projetam-se em direção ao ápice do fruto (Fig. 3A, B). Estas projeções estão maiores em relação à fase anterior, acompanhando a expansão do órgão, visto que eram meristemáticas no ovário e se encontram em diferenciação no fruto, originando as células que formam blocos de fibras internas (Fig. 3B). Observa-se que os blocos de fibras são menores e menos diferenciados próximos à epiderme externa (Fig. 3B).

No mesocarpo, observam-se três regiões distintas, o mesocarpo externo, mediano e interno (Fig. 3D). O mesocarpo externo é composto por células parenquimáticas, blocos de fibras e idioblastos contendo ráfides (Fig. 3B, D), que podem estar isolados ou dispostos linearmente no plano longitudinal (Fig. 3E). O mesocarpo mediano é formado por células parenquimáticas isodiamétricas ou achatadas, com núcleo evidente. Imersos no parênquima, encontram-se feixes vasculares colaterais inseridos em arcabouços de fibras em diferenciação, com secção transversal em forma de “U”, com o lado aberto voltado para o xilema (Fig. 3D, F). O mesocarpo interno é formado, principalmente pelas células do meristema adaxial (Fig. 3G), que mostram núcleo bem evidente que se dividem em periclinal e anticlinalmente e diferenciam, centrifugamente, células parenquimáticas (Fig. 3D). O endocarpo está sendo formado pela epiderme interna, onde divisões anticlinais adicionam células laterais nesta camada, que se mantém uniestratificada (Fig. 3G). Na região central do fruto, observam-se duas sementes de tamanho semelhante que se expandiram pouco com relação a terceira semente e mantêm o aspecto do óvulo, exceto pela deposição

de compostos fenólicos que começa a ocorrer (Fig. 3C). A terceira semente está em expansão, indicando o seu desenvolvimento.

### **2.3. Fruto em maturação**

No fruto em estágio mais avançado de desenvolvimento, é observada a semente em formação e outras duas colapsando (Fig. 4A). As emergências aumentam em comprimento. Compostos fenólicos ocorrem nas células epidérmicas externas, revestindo as emergências, e parênquima e fibras são diferenciados internamente a elas (Fig. 4B). No mesocarpo externo, os blocos de fibras ainda estão sendo produzidos e diferenciados. No mesocarpo mediano, os feixes vasculares estão mais diferenciados do que no fruto mais jovem e grupos de células contendo compostos fenólicos estão presentes entre a camada do mesocarpo mediano e do mesocarpo interno (Fig. 4C).

Observa-se o aumento de séries radiais de células produzidas pelo meristema subadaxial, adjacentes ao endocarpo (Fig. 4E, F), que darão origem ao pirênio; nota-se que as células da zona meristemática exibem contornos variados nas secções transversais, resultado do alongamento em planos variados que estas células apresentam, iniciando-se a formação de esclerênquima. O endocarpo aumentou em tamanho com o desenvolvimento do fruto pois, mesmo mantendo-se uniestratificado, suas células continuam se dividindo (Fig. 4D–F). Idioblastos contendo compostos fenólicos são encontrados entre as células parenquimáticas do mesocarpo interno, na região entre os óvulos, onde também são encontrados feixes em diferenciação (Fig. 4D). A semente em desenvolvimento está maior nesta fase e a sua expansão comprime as outras duas sementes que não se desenvolveram. Muitas células fenólicas ocorrem no tegumento seminal, tanto das sementes em reabsorção quanto da semente em desenvolvimento (Fig. 4D, E).

### **3. Taxas de aborto e predação nas populações *in situ* e *ex situ***

Não houve diferença estatisticamente significativa no aborto de frutos entre as populações *in situ* e *ex situ* ( $p= 0.229$ ). Para predação, a diferença foi marginalmente significativa entre as áreas *in situ* e *ex situ* ( $p= 0.072$ ), sendo 23% maior a predação de frutos *ex situ*.

### **4. Variações anatômicas em frutos abortados**

Entre as amostras provenientes da população *in situ* e da população *ex situ*, não foi observada diferença anatômica no desenvolvimento dos frutos abortados

#### **4.1. Fruto jovem**

No início do desenvolvimento do fruto abortado, não foram evidenciadas alterações estruturais nas emergências, na formação dos blocos de fibras e na conformação das células nas três regiões do mesocarpo (Fig. 5A, B). Observa-se um aumento acentuado de idioblastos contendo fenólicos no mesocarpo externo e mediano, diferentemente do encontrado nos frutos em desenvolvimento normal. Células fenólicas também são encontradas nos blocos de fibras e feixes vasculares (Fig. 5A-C). Não foi observado o alinhamento de células que se dividem adjacentes a epiderme interna formando o meristema subadaxial (Fig. 5 D, E), como visto no fruto normal (Fig. 3H, 4E). As células da epiderme interna não estão alinhadas como observado no fruto normal, estando desorganizadas, não sendo possível identificar ao certo se está ocorrendo divisões anticlinais para a formação do endocarpo (Fig. 5E). Na região central, observa-se três sementes degeneradas que não se desenvolveram, com grande deposição de células fenólicas sob elas (Fig. 5F). Idioblastos contendo fenólico, também ocorrem no mesocarpo interno da região central do pericarpo (Fig. 5A, F), sendo esta característica mais evidente no fruto jovem abortado, do que no fruto jovem em desenvolvimento normal (Fig. 3H).

#### **4.2. Fruto em maturação**

Os frutos abortados analisados em estágio de maturação, possuem características que indicam que estavam em estágio de desenvolvimento mais avançado quando comparado aos frutos em desenvolvimento normal também em maturação. Foram observados apenas exocarpo, mesocarpo externo e mesocarpo mediano (Fig. 5G), já havendo neste fruto a formação de um endocarpo lenhoso que não foi avaliado anatomicamente. As emergências diminuíram bastante com relação aos frutos normais, produzindo poucos blocos de fibras. As células parenquimáticas do mesocarpo externo, assim como do mesocarpo mediano, estão mais alongadas e não isodiamétricas e, observa-se um alongamento radial aos feixes e blocos de fibras (Fig. 5G). Grande deposição de células fenólicas ocorrem sob os arcações de fibras que formam os feixes e sob os blocos de fibras (Fig. 5G).

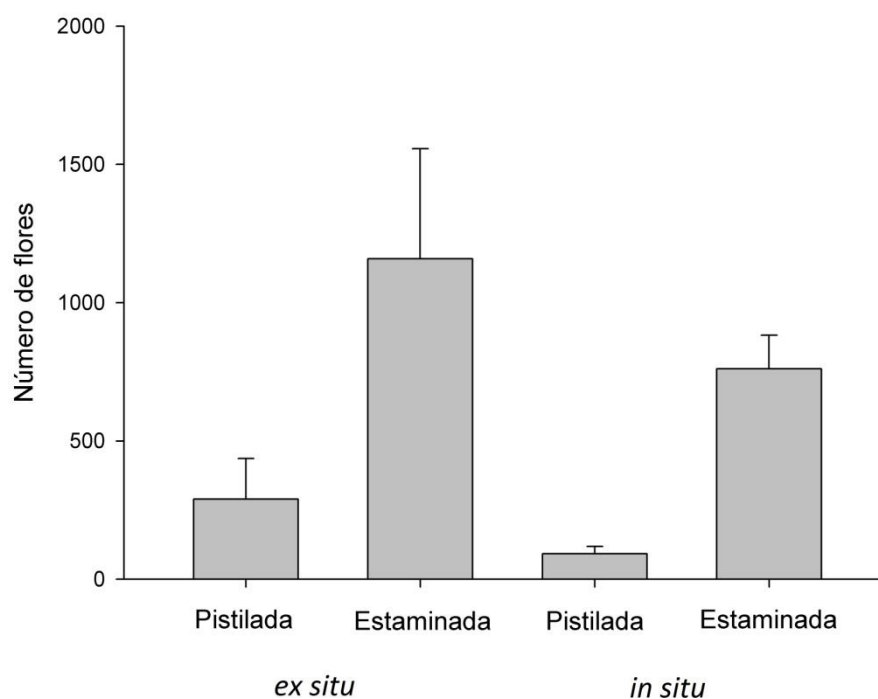
### **5. Alterações anatômicas em frutos predados**

Diferenças estruturais ocorrem no fruto quando este está sob predação, tais como: as emergências não ocorrem de maneira homogênea ao longo do pericarpo, como ocorre nos frutos em desenvolvimento normal (Fig. 3C) e nos frutos abortados em estágio de desenvolvimento semelhante (Fig. 5A). As emergências são iniciadas

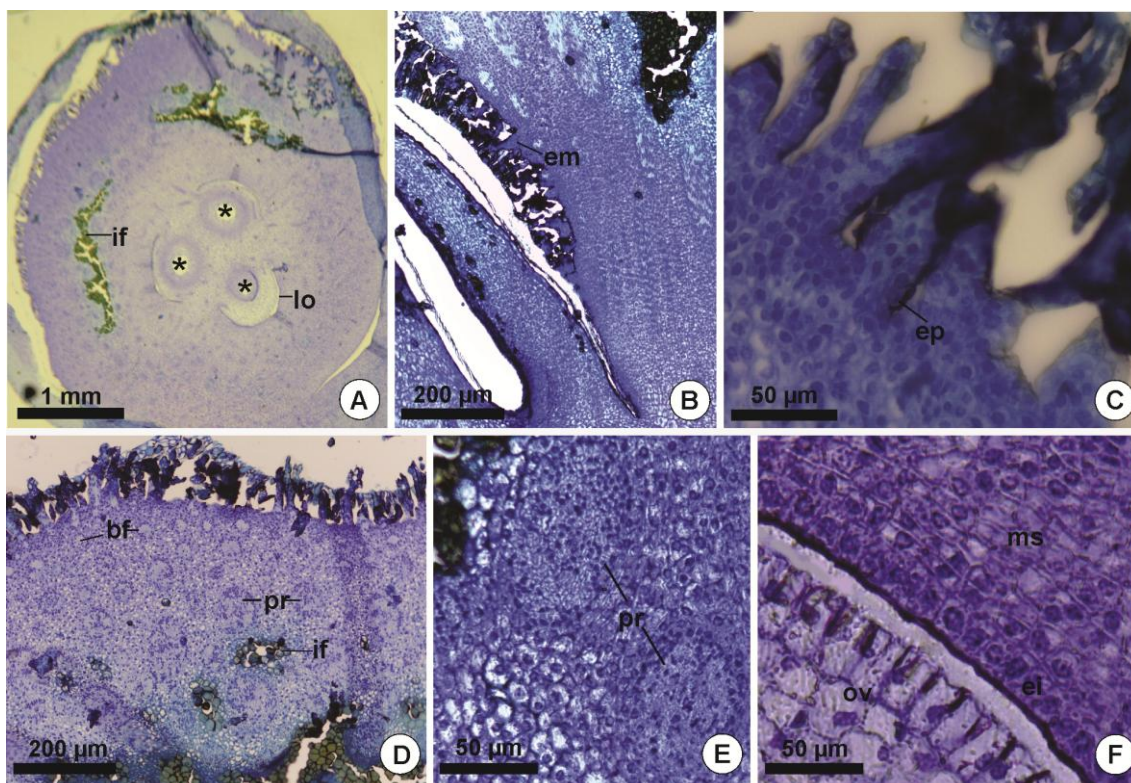
em apenas um lado do pericarpo, e vão aumentando em comprimento e quantidade em direção ao ápice (Fig. 6A-C). Conseqüentemente, com a ausência de emergências, poucos blocos de fibras são produzidos no mesocarpo externo e muitas vezes estão ausentes (Fig. 6D). Mesmo após a produção das emergências, estas só começam a produzir fibras, quando estão mais alongadas, porém produzem blocos de fibras pequenos e pouco diferenciados em comparação com os frutos normais (Fig. 6E, F). O mesocarpo externo é composto por poucos blocos de fibras em diferenciação e células parenquimáticas ou apenas por células parenquimáticas (Fig. 6D-F). O mesocarpo mediano, além de parênquima, apresenta os feixes vasculares (Fig. 6D, E), que não são contornados pelos grandes arca-bouços de fibras, como visto nos frutos normais e nos abortados (Fig. 3G, 5B), mas sim por fibras em diferenciação (Fig. 6G). Alguns idioblastos contendo compostos fenólicos ocorrem dispersos pelo mesocarpo externo e mediano (Fig. 6F), porém em quantidade bem inferior ao encontrado no fruto abortado (Fig. 5C). O mesocarpo interno, além das fibras em diferenciação e parênquima, é composto também, por células parenquimáticas com citoplasma denso localizadas próximo ao local que ocorre a predação (Fig. 6E,H). Assim como observado no fruto abortado e em discordância com o desenvolvimento normal do fruto, não é verificada formação do meristema subadaxial (Fig. 6H,I). Na epiderme interna ocorrem divisões das células, indicando que está havendo formação do endocarpo (Fig. 6I). Na região central do pericarpo, observa-se duas sementes que não se desenvolveram, com deposição de fenólico sob elas (Fig. 6J), em quantidade inferior ao que ocorre nos frutos abortados (Fig. 5F). Na amostra analisada, a terceira semente está sendo predada por uma larva e células fenólicas são depositadas nas células da periferia de onde está ocorrendo a predação (Fig. 6H). Alguns idioblastos fenólicos, ocorrem no mesocarpo interno, na região central entre os óvulos (Fig. 6J), porém em quantidade bem inferior ao encontrado no fruto abortado (Fig. 5F).

**FIGURAS**

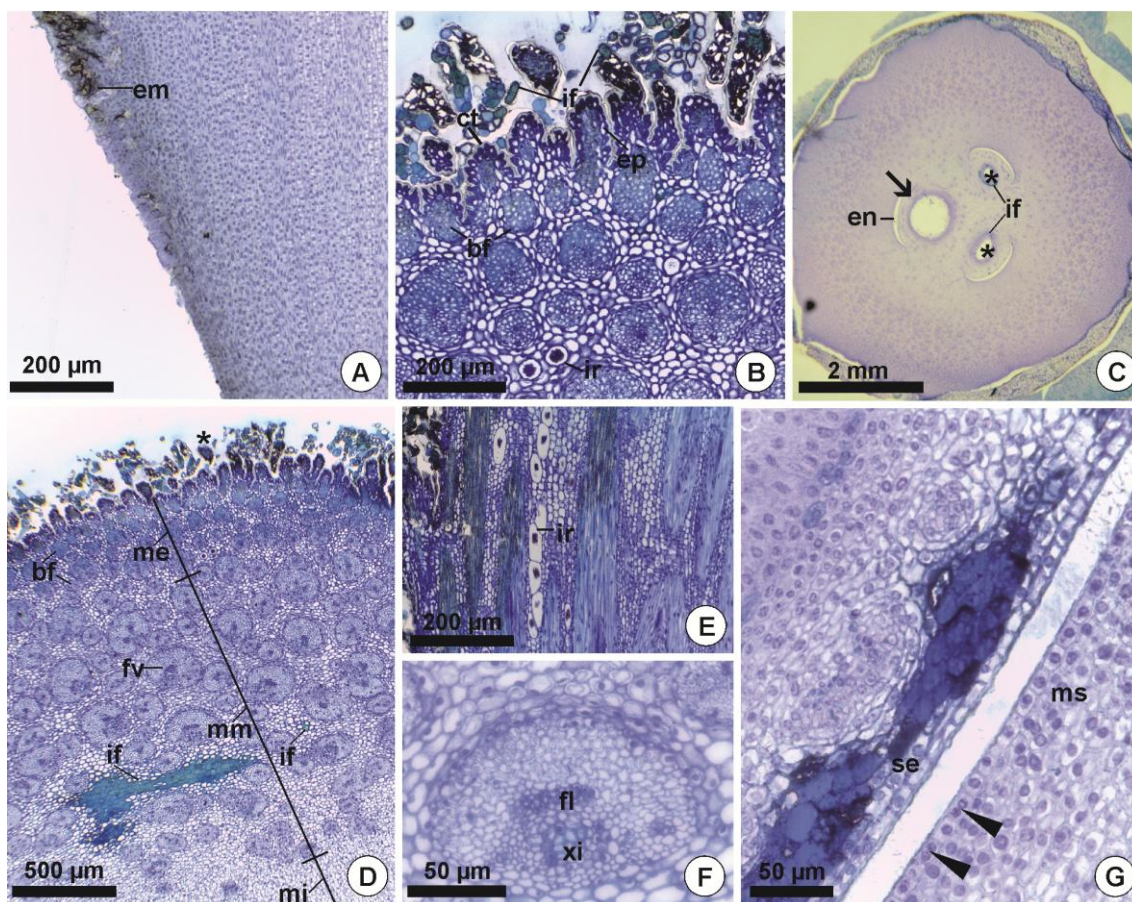




**Figura 1.** Comparação do número de flores estaminadas ( $F= 10,11$ ;  $P= 0,005$ ) e pistiladas ( $F=19,31$ ;  $P=0,000$ ), produzidas por espata amostrada de *Syagrus glaucescens*, obtidas de população *in situ* e *ex situ*.

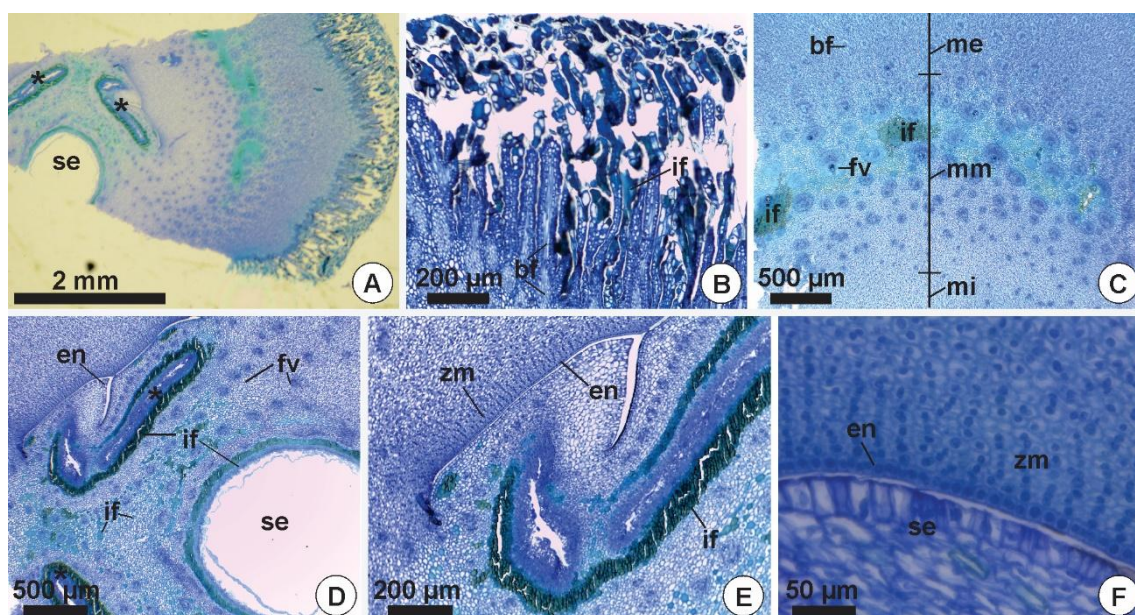


**Figura 2.** Ovário de *Syagrus glaucescens* em secções transversais, exceto **B**, que é longitudinal. **A** Vista geral do ovário tricarpelar com um óvulo (asterisco) por lóculo. **B** Porção basal do ovário, onde se inicia a formação das emergências. **C** Detalhe das emergências do ovário. **D** Detalhe do mesofilo ovariano, mostrando parênquima entremeado com blocos de fibras não diferenciados na periferia e cordões de procâmbio mais internos; notar idioblastos fenólicos. **E** Detalhe de cordões procambiais. **F** Detalhe da epiderme interna do ovário e do meristema subadaxial, já em atividade, compondo uma zona meristemática. (*bf* bloco de fibras, *ei* epiderme interna, *em* emergência, *ep* epiderme, *if* idioblasto fenólico, *lo* lóculo, *ms* meristema subadaxial, *ov* óvulo, *pr* procâmbio).



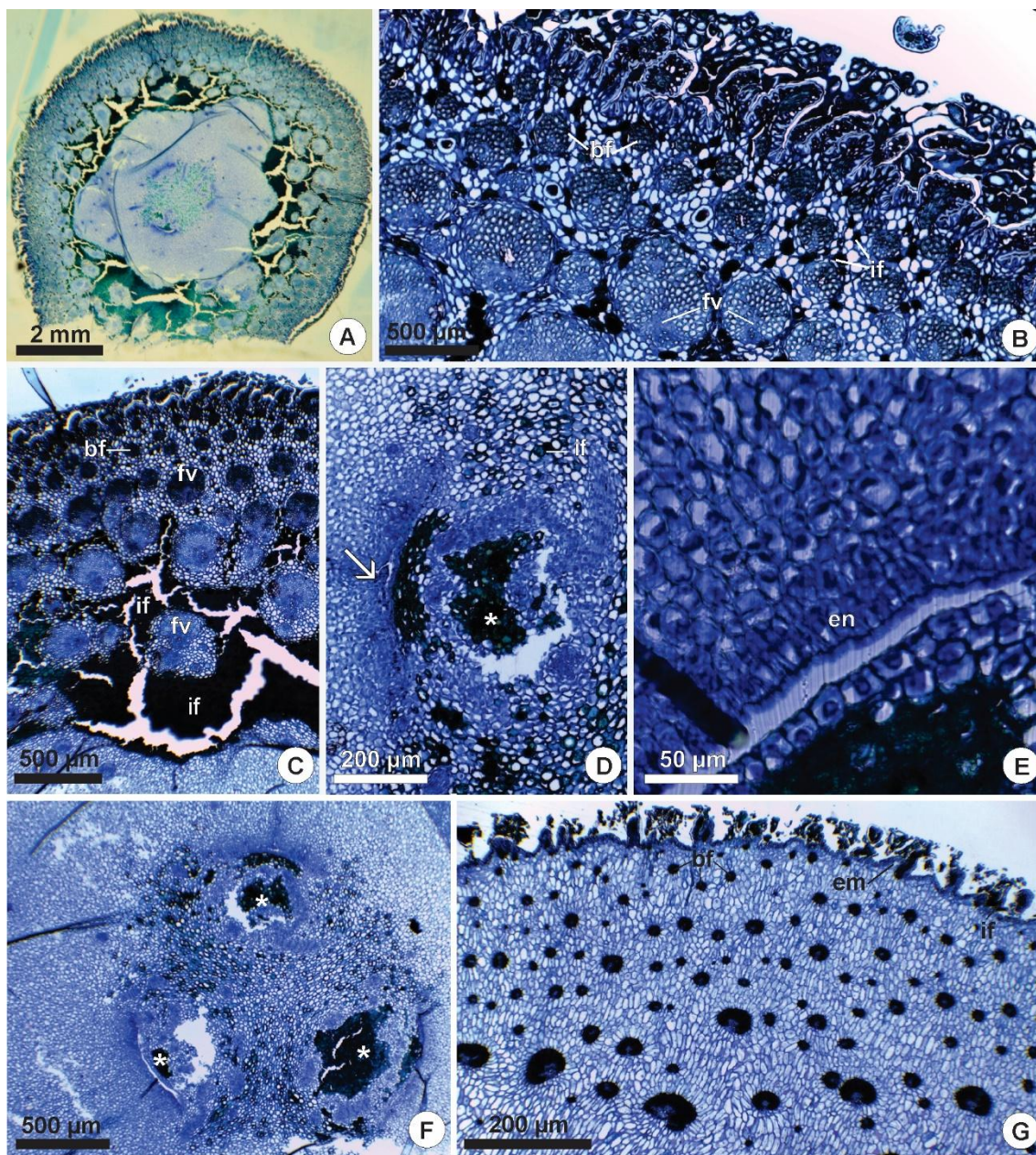
**Figura 3.** Fruto jovem de *Syagrus glaucescens*, durante desenvolvimento normal; secções transversais, exceto **A** e **E**, que são longitudinais. **A** Região basal do fruto com início de formação de emergências. **B** Superfície do fruto com emergências voltadas para o ápice, formadas por epiderme com cutícula, parênquima e blocos de fibras e idioblastos fenólicos; notar idioblastos com ráfides. **C** Vista geral do fruto jovem, mostrando uma única semente em formação (seta) e duas mantendo aspecto de óvulos (asteriscos). **D** Detalhe das emergências superficiais (asterisco) e das três regiões do mesocarpo, indicando blocos de fibras, feixes vasculares e a presença de idioblastos fenólicos. **E** Detalhe do mesocarpo externo, destacando idioblastos com ráfides individuais e em séries longitudinais. **F** Detalhe do feixe vascular colateral. **G** Detalhe do meristema subadaxial e endocarpo com células em divisão anticlinal (pontas de seta). (*bf* bloco de fibras, *ct* cutícula, *en* endocarpo, *em* emergência, *fv* feixe vascular, *fl* floema, *if* idioblasto fenólico, *ir* idioblasto rafídico, *ms* meristema subadaxial, *me* mesocarpo externo, *mi* mesocarpo interno, *mm* mesocarpo mediano, *xi* xilema, *se* semente).





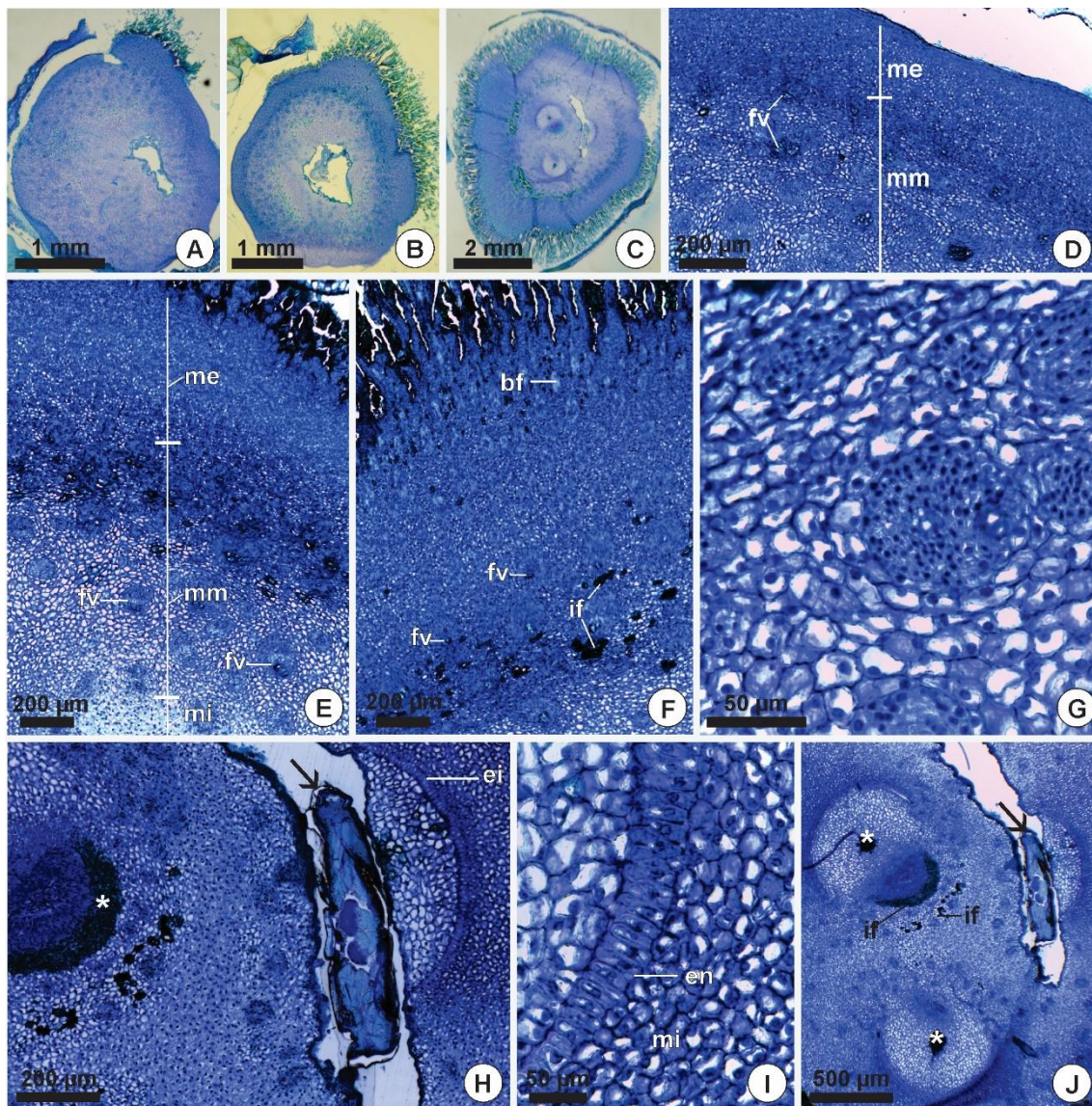
**Figura 4.** Fruto em maturação de *Syagrus glaucescens*, durante desenvolvimento normal, visto em secções transversais. **A** Vista geral, indicando uma semente em formação e duas outras abortando (asterisco). **B** Detalhe das emergências alongadas, formadas pela epiderme com células fenólicas, que reveste células parenquimáticas e blocos de fibras. **C** Detalhe do mesocarpo, mostrando as três regiões. **D** Região central do fruto, mostrando o endocarpo e destacando a única semente em formação e os dois lóculos colapsados, com semente em degeneração (asterisco); notar a proliferação de células fenólicas, inclusive no tegumento seminal. **E** Detalhe da zona meristemática subjacente ao endocarpo, produzida pelo meristema subadaxial; notar numerosas células fenólicas no tegumento da semente em degeneração. **F** Detalhe do endocarpo e da zona meristemática, produzida pelo meristema subadaxial; observar o alinhamento radial das células. (*bf* bloco de fibras, *en* endocarpo, *ep* epiderme, *fv* feixe vascular, *if* idioblasto fenólico, *me* mesocarpo externo, *mi* mesocarpo interno, *mm* mesocarpo mediano, *se* semente, *zm* zona meristemática).





**Figura 5.** Frutos abortados de *Syagrus glaucescens*, vistos em secções transversais. **A** Vista geral de fruto jovem; notar grande quantidade de células fenólicas, que são coradas em verde-escuro com o azul de toluidina. **B–C** Mesocarpo externo e mediano, destacando maior número de células fenólicas entre os blocos de fibras e feixes vasculares. **D** Região central do fruto, mostrando ausência de atividade no meristema subadaxial (seta), numerosos idioblastos fenólicos e semente em degeneração (asterisco). **E** Detalhe do endocarpo com células comprimidas; notar a ausência do meristema subadaxial atividade. **F** Região central do fruto com grande número de idioblastos fenólicos na região central, em especial nas três sementes em degeneração (asterisco). **G** Fruto em maturação; notar o alongamento radial e ampla vacuolização das células parenquimáticas ao redor dos blocos de fibras e dos feixes vasculares. (*bf* bloco de fibras, *em* emergência, *en* endocarpo, *fv* feixe vascular, *if* idioblasto fenólico).





**Figura 6.** Frutos predados de *Syagrus glaucescens*, vistos em secções transversais. **A–C** Vista geral de fruto, em secções obtidas da base para o ápice; notar que o crescimento do fruto ocorreu de modo irregular. **D** Detalhe de pericarpo formado sem a produção de emergências; notar o mesocarpo externo sem blocos de fibras e feixes vasculares desprovidos de arcabouços de fibras. **E** Detalhe de pericarpo com emergências, mas sem diferenciação de blocos de fibras. **F** Detalhe de pericarpo com emergências e com blocos de fibras pouco diferenciados. **G** Detalhe de feixe vascular. **H** Semente em predação (seta indica larva de inseto no interior da cavidade seminal), com proliferação de células tegumentares e deposição de compostos fenólicos (asterisco); notar as células parenquimáticas internas ao endocarpo, proliferadas próximo ao local de predação. **I** Detalhe da figura anterior, mostrando o endocarpo com células de tamanhos desiguais; notar a ausência do meristema subadaxial. **J** Região central de fruto, com alguns idioblastos fenólicos evidentes, que formam faixa no tegumento seminal; notar que as duas sementes encontram-se em degeneração (asteriscos); notar a presença de larva de inseto na cavidade seminal (seta). (*bf* bloco de fibras, *en* endocarpo, *fv* feixe vascular, *if* idioblasto fenólico, *me* mesocarpo externo, *mi* mesocarpo interno, *mm* mesocarpo mediano).

## DISCUSSÃO

### 1. Comparação do número de flores por inflorescência

O número de flores pistiladas e estaminadas produzidas por *Syagrus glaucescens*, significativamente, superior quando a espécie é cultivada *ex situ*, deve-se muito provavelmente à disponibilidade de recursos encontrada no JBI. Sendo as plantas cultivadas em canteiros, adubadas assiduamente e recebendo irrigação controlada, as condições mostram-se ideais para ampla reprodução. Já na população *in situ* de *S. glaucescens*, as plantas dependem dos escassos nutrientes disponíveis no solo e das chuvas sazonais; no caso do cerrado, o período chuvoso dura em torno de seis meses, ocorrendo de outubro a março, seguido por um período seco, de abril a setembro (Klink e Machado, 2005). Em estudo realizado com espécies ameaçadas de Moraceae, Araújo (2008) evidenciou que um número maior de flores e frutos foram produzidos em plantas próximas de nascentes, indicando que a disponibilidade de recursos influencia a produção das estruturas reprodutivas, produzindo-se mais flores ou frutos em locais com maior disponibilidade de recursos (Stephenson, 1981). Ao contrário das características nutricionais controladas, presentes na área de estudo *ex situ*, no ambiente *in situ*, é provável que o solo possua algumas deficiências nutricionais, como relado em estudos realizados com os solos do campo rupestre da Serra do Cipó (Giulietti *et al.*, 1987; Miola, 2006; Miola *et al.*, 2013). Entre os nutrientes pouco disponíveis no solo, foi diagnosticada a deficiência de fósforo (Miola, 2006); de acordo com Fujita (2014), plantas crescendo em solos com baixo teor de fósforo investem pouco em reprodução sexuada. Segundo estudo deste mesmo autor, espécies ameaçadas foram mais frequentes em ecossistemas com limitação de fósforo e investiram pouco em reprodução sexuada. Esta interpretação pode explicar, mesmo que parcialmente, o menor número de flores de *S. glaucescens*, produzido nos indivíduos analisados *in situ* quando comparados com aqueles *ex situ*.

### 2. Taxas de aborto e predação nas populações *in situ* e *ex situ*

Embora não tenha havido diferença estatisticamente significativa durante o tempo de estudo, entre as áreas estudadas, a população *ex situ* teve uma porcentagem de frutos abortados de 27,79%, enquanto esta porcentagem foi de 13,08% na população *in situ*. Quando esses dados são analisados conjuntamente com os de frutos predados, a porcentagem total de frutos que não chegaram até a fase de maturação e dispersão é de 79,39% na população *ex situ* e de 41,27% na população *in situ*. Ou seja, embora a produção de flores pistiladas, ser consideravelmente maior *ex situ*, a perda de frutos também é mais elevada nessa mesma área, sendo a

produção de flores não diretamente relacionada à produção de frutos viáveis. São os recursos que determinam o limite máximo para a produção de frutos e não o número de flores femininas (Stephenson, 1981), o que se aplica bem, neste trabalho, à população *in situ*. Neste caso, no entanto, não se justifica a pequena formação de frutos na população *ex situ*, em que abundância de recursos não constitui limitador para a produção de frutos. Outros fatores, porém, podem à baixa formação de frutos, como falhas na polinização, condições climáticas e maior predação de frutos e sementes (Stephenson, 1981). Segundo o referido autor, na maioria dos casos, os recursos limitam a produção de frutos, porém esta informação não condiz com os dados encontrados para *S. glaucescens*, em que se verificou que a predação é o maior limitador da produção de frutos, maior que o aborto natural em ambas as áreas estudadas.

A predação é comum na família Arecaceae como verificado em outros estudos (Quevedo, 2007; Mamed 2008). As palmeiras, além de oferecer alimento na forma de pólen, néctar e em seus tecidos, fornecem abrigo na base das folhas lenhosas e na inflorescência, que, como tem um desenvolvimento prolongado, oferece a possibilidades de oviposição e reprodução (Silberbauer-Gottsberger *et al.*, 2013). Os coleópteros são um dos grandes responsáveis pela predação dos frutos de palmeiras, de acordo com Silberbauer-Gottsberger *et al.* (2013), que encontraram várias espécies de besouros predando as palmeiras *Butia paraguayensis* (Barb.Rodr.) L.H.Bailey e *Syagrus petraea* Becc., exercendo padrões de predação diferentes, demonstrando que estes insetos predam todas as estruturas reprodutivas das palmeiras. Embora *in situ* possa haver predadores de frutos específicos de *S. glaucescens*, duas espécies de coleópteros da família Zopheridae, encontradas na área de ocorrência natural, foram encontradas também na área *ex situ* estudada. Como estes besouros são pequenos e se escondem entre as folhas e inflorescências, muito provavelmente foram levados junto com a planta no momento de coleta e transferência de local. Isto pode ajudar a explicar o aumento da predação de *S. glaucescens* na população *ex situ*, levando em consideração que se encontra em um Jardim Botânico, onde há muitas plantas vindas de vários locais, principalmente porque o JBI tem uma das maiores coleções de palmeiras, abrigando diversas espécies do grupo. A diferença significativa da predação de frutos entre os indivíduos pode estar relacionada, de acordo com Augspurger (1981), com a falta de sincronia de frutificação na população, sendo a sincronia em populações relacionada à menor predação de frutos por indivíduo do que em populações assíncronas. Isso ocorre porque, uma vez que a população frutifica ao mesmo tempo, pode saciar os predadores e reduzir os danos aos frutos e sementes de cada indivíduo. Em estudo de fenologia reprodutiva com *S. glaucescens*



*in situ*, Miola (2010) destacou que não houve sincronia na produção de frutos na população, o mesmo foi verificado para a espécie por Belo *et al.* (2013).

Com relação ao aborto de frutos de *S. glaucescens*, a maior parte ocorreu no início de desenvolvimento destas estruturas. Este pode ser programado, geralmente a abscisão de frutos jovens não danificados ocorre depois de um período de investimento máximo de recursos pela planta e a queda destes frutos diminui a quantidade de recursos investidos, garantindo mais recursos para que outros frutos possam se desenvolver, assim como garantir os outros processos de crescimento (Stephenson, 1981). Segundo Stephenson (1981), a produção excedente de flores e frutos pode proporcionar às plantas uma escolha de descendentes viáveis para amadurecer.

### 3. Anatomia do desenvolvimento normal dos frutos

A epiderme externa caracterizada no ovário também foi descrita para *S. glaucescens* por Reis (2012) como uniestratificada, porém não foi mencionada a formação das emergências observadas neste trabalho. Foram encontradas emergências nas espécies *Lepidocaryum tenue* Mart., *Mauritia flexuosa* L.f. e *Mauritiella armata* (Mart.) Burret também da família Arecaceae (Reis *et al.*, 2017). Os numerosos idioblastos contendo compostos fenólicos, presentes no mesofilo ovariano, foram diagnosticados no ovário desta mesma espécie (Reis, 2012) e em outras espécies de palmeiras (Stauffer *et al.*, 2002; Mazzottini-dos-Santos *et al.*, 2015 b). Os compostos fenólicos não estruturais oferecem proteção contra patógenos e herbívoros (Swain, 1979), protegendo os tecidos do ovário, assim como os compostos fenólicos estruturais, que foram encontrados nos blocos de fibras em diferenciação dispersos no parênquima. A região meristemática adjacente à epiderme locular também foi relatada para *Acrocomia aculeata* Lodd. ex Mart. (Mazzottini-dos-Santos *et al.*, 2015 b). Os três lóculos uniovulados encontrados na região central do ovário, é característico do gênero *Syagrus* (Dransfield *et al.*, 2008) e a presença de um ovulo por lóculo é descrito como uma característica da família Arecaceae (Judd *et al.*, 2009).

Em *S. glaucescens*, verificou-se que as emergências do fruto projetam-se em direção ao ápice, ao contrário do encontrado para *Lepidocaryum tenue*, *Mauritia flexuosa* e *Mauritiella armata*, em que estas projeções estão voltadas para a base (Reis *et al.*, 2017). De acordo com as autoras, as emergências destas espécies apresentavam compostos fenólicos, assim como foi verificado em *S. glaucescens*. Melo (2012) não citou o termo emergência, mas descreveu o exocarpo de *Attalea microcarpa* Mart. apresentando pequenas depressões e em alguns casos, leve rugosidade.

As três regiões distintas, observadas no mesocarpo de *S. glaucescens*, são descritas em vários trabalhos desenvolvidos com frutos de palmeiras, em que três ou até mais regiões foram encontradas (Roth, 1977; Mendonça, 2008; Melo, 2012; Reis *et al.*, 2012), registrando-se que a camada mais externa é composta por blocos de fibras, como observado neste trabalho. Estas fibras, apresentando paredes lignificadas, oferecem para a planta além de resistência, proteção contra patógenos e herbívoros, tornando o fruto menos palatável (Swain, 1979). Dransfield *et al.* (2008) descreveram o mesocarpo das espécies de *Syagrus* como tendo abundantes fibras longitudinais e Lorenzi *et al.* (2010) definiram como um mesocarpo fibro-carnoso. Os idioblastos rafídicos encontrados são comuns em muitas espécies de palmeiras, assim como os feixes vasculares associados a um conjunto de fibras, como foi observado por Roth (1977). Os feixes colaterais também foram diagnosticados em outro estudo com *S. glaucescens* (Reis, 2012) e os compostos fenólicos, presentes no mesocarpo desta espécie, foram encontrados também em *Oenocarpus minor* Mart. (Mendonça *et al.*, 2008). A presença de taninos é frequentemente indicada nos frutos das palmeiras, estando geralmente contidos em idioblastos (Roth, 1977).

Com relação à atividade meristemática durante o desenvolvimento do fruto, a formação de fileiras radiais de células subjacentes ao endocarpo, voltadas para a região externa do fruto, também foi encontrada em *Acrocomia aculeata*, onde deu origem ao pirênio com os poros germinativos desta espécie (Mazzottini-dos-Santos *et al.*, 2015 a). O meristema subadaxial, formado a partir das células do mesocarpo interno, dando origem ao pirênio, também foi verificado em *Acrocomia aculeata* por Reis *et al.* (2012) e em *Mauritia flexuosa* e *Mauritiella armata* (Reis *et al.*, 2017).

Os três óvulos podem iniciar o desenvolvimento de sementes, como observado no fruto jovem neste trabalho, porém ocorre a formação de apenas uma semente em *S. glaucescens*, raramente de duas (Dransfield *et al.*, 2008), o que pode ser constatado com a expansão maior da terceira semente no fruto jovem e o desenvolvimento de apenas uma no fruto em maturação; todas as sementes que não se desenvolveram foram colapsadas pela semente em expansão que se desenvolveu, ficando o fruto com cavidade seminal única. Os compostos fenólicos presentes nas células do mesocarpo próximas ao endocarpo e no tegumento das sementes, também foram observados em outras palmeiras por Mendonça *et al.* (2008), Reis *et al.* (2012), Mazzottini-dos-Santos *et al.* (2015 b). Os compostos fenólicos presentes no tegumento de algumas sementes podem estar associados à proteção que oferecem contra microrganismos do solo e outros predadores (Bate-Smith e Ribereau-Gayon, 1974 apud Swain, 1977). Sendo os frutos e sementes de palmeiras altamente predados,

estes fenólicos conferem para estas plantas uma estratégia adaptativa, aumentando a sua chance de sobrevivência.

#### **4. Anatomia dos frutos abortados e predados**

##### **4.1. Aborto**

A alteração anatômica mais evidente, nos frutos abortados analisados neste trabalho, foi o acentuado aumento dos compostos fenólicos no parênquima. Compostos fenólicos foram evidenciados também neste estudo, no tegumento das sementes, tanto nas que se desenvolveram adequadamente quanto naquelas que não se desenvolveram e foram degeneradas. O mesmo foi encontrado por Mazzottini-dos-Santos *et al.* (2015 a), em que compostos fenólicos foram encontrados nas células do óvulo abortado de *Acrocomia aculeata*. Muitos estudos, realizados até a presente data, mostraram várias funções para os compostos fenólicos, principalmente com relação à proteção contra patógenos e herbívoros e ação antioxidante, como mencionado por Swain (1979), porém não se encontraram, na literatura, dados que relacionem a produção dos compostos fenólicos com o aborto de estruturas reprodutivas e a degeneração de tecidos.

##### **4.2. Predação**

É evidente a anormalidade anatômica no desenvolvimento de frutos predados em *S. glaucescens*, nos quais o mesocarpo externo possui poucos blocos de fibras ou até mesmo não apresenta essas estruturas em algumas regiões. A presença de larva de inseto predando o fruto alterou a conformação das emergências, que por sua vez influenciou a produção dos blocos de fibras, gerando uma diminuição da resistência do fruto, tornando-o mais palatável, características destacadas por Swain (1979) como funções dos compostos fenólicos estruturais nos frutos. A ausência de emergências, também diminuiu a quantidade de compostos fenólicos presentes na superfície do pericarpo, já que estes compostos são componentes da epiderme dessas estruturas. Tais alterações anatômicas são vantajosas para o inseto consumidor do fruto, uma vez que, segundo Swain (1979), os taninos podem diminuir a atividade de enzimas digestivas e de microrganismos simbióticos presentes no intestino dos herbívoros, tornando o fruto menos digerível para muitos insetos. Este desenvolvimento anormal do fruto causado pela larva, indica a formação de uma galha. Várias galhas de frutos são caracterizadas pela ausência do desenvolvimento completo de sementes e de outros tecidos característicos e podem ser causadas por vários organismos, inclusive coleópteros, na maioria das vezes da família Curculionidae (Mani, 1964). Uma espécie dessa família foi encontrada entre os besouros vistos externamente nas plantas de *S.*

*glaucescens in situ*, durante o estudo (observações pessoais). Silberbauer-Gottsberger *et al.* (2013) encontraram vários coleópteros nos órgãos reprodutivos das palmeiras *Butia paraguayensis* (Barb. Rodr.) L. H. Bailey e *Syagrus petraea* (Mart.) Becc., exercendo várias funções, inclusive como parasitas, ovopositando e se alimentando dos tecidos das flores e frutos.

As células parenquimáticas do mesocarpo interno, densamente preenchidas e não diferenciando fibras típicas do pirênio, são, provavelmente, o tecido nutritivo que ocorre em estruturas galhadas. O tecido nutritivo da galha é formado por uma massa de células parenquimatosas indiferenciadas e, muitas vezes, preenche completamente as cavidades do fruto (Mani, 1964). Em estudo da galha em frutos de uma espécie de Malpighiaceae, Guimarães *et al.* (2013) destacaram que o tecido nutritivo consiste de várias camadas de parênquima, interrompidas devido à atividade de alimentação das larvas, como foi observado também em frutos predados de *S. glaucescens*, em que é possível ver uma cavidade ao lado do tecido potencialmente nutritivo. Em flores de uma espécie de Myrtaceae, Dalmolin (2005) caracterizou esse tecido como um parênquima com células de pequenas dimensões, núcleos grandes com citoplasma denso e presença de compostos fenólicos nas camadas mais externas da galha, assim como verificado em *S. glaucescens*, em que compostos fenólicos são depositados nas células da periferia da câmara larval. Apesar do fruto ter se desprendido da raquila de *S. glaucescens*, o desenvolvimento da larva no pericarpo poderia ter continuado mesmo após a abscisão, garantindo a continuidade do ciclo do inseto para pupas e adultos, como constatado nas flores de *Butia paraguayensis* por Silberbauer-Gottsberger *et al.* (2013).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou que *S. glaucescens* sofre influências no seu ciclo reprodutivo quando cultivada fora do habitat natural, sendo a predação mais elevada *ex situ*, diminuindo os frutos que poderiam se tornar viáveis. Embora não tenha havido diferença significativa quanto ao aborto de frutos entre as áreas, apesar do alto investimento em estruturas reprodutivas, ficou evidente que a maior parte dos frutos não chegam até fase de maturação, quando se associam as análises de frutos predados e abortados, abrindo possibilidades para a investigação destes processos em maior profundidade. Esses dados elevam a importância da conservação da espécie estudada, abrindo possibilidades para se pensar em outras estratégias viáveis para aplicação da conservação *ex situ* desta palmeira, que não seja apenas o plantio em campo.

Por meio da anatomia, acompanhada das análises dos frutos nas populações de *S. glaucescens*, foi possível verificar a relação existente entre a herbivoria por inseto e a planta sujeita a ter as suas estruturas reprodutivas predadas, processos em que ambos possuem estratégias utilizadas para benefício próprio. Neste trabalho, foi demonstrado que essa relação inseto-planta, já estudada previamente em algumas palmeiras, pode extrapolar as análises morfológicas externas, sendo estudadas mais a fundo pela anatomia, pois permite a investigação das características anatômicas aperfeiçoadas pela planta ao longo do processo evolutivo e a resposta oferecida pelo inseto predador.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ARAÚJO L. M. Biologia reprodutiva de espécies raras e ameaçadas de extinção de *Dorstenia* L. (Moraceae). Tese (Doutorado em Botânica) - Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2008.

AUGSPURGER C. K. Reproductive synchrony of a tropical shrub: experimental studies on effects of pollinators and seed predators in *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). *Ecology*, v. 62, n. 3, p. 775-788, 1981.

BEGNINI R. M. O Jerivá - *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae)-fenologia e interações com a fauna no Parque Municipal da Lagoa do Peri, Florianópolis, SC. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

BELO R. M.; NEGREIROS D.; FERNANDES G. W.; SILVEIRA F.A.O.; RANIERI B.D; MORELLATO PC. Fenologia reprodutiva e vegetativa de arbustos endêmicos de campo rupestre na Serra do Cipó, Sudeste do Brasil. *Rodriguésia*, v. 64, p. 817-828, 2013.

BRUNO M. M. A. Aspectos da ecologia de Arecaceae em áreas de cerrado *Sensu Stricto* do Distrito Federal, Brasil. Tese (Doutorado em Ecologia) - Departamento de ecologia, Universidade de Brasília, 2013.

DA COSTA M. L. M. N.; MAUNDER M.; PEREIRA S.T.; PEIXOTO A. L. Brazilian botanic gardens: an assessment of conservation capacity. *Sibbaldia: the Journal of Botanic Garden Horticulture*, n. 14, 2017.

DALMOLIN A. A galha dos frutos de *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae) no primeiro planalto e litoral paranaenses: infestação, suscetibilidade da planta e ontogenia. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Paraná, 2005.

DIANA J. P.; HARROP S. R. A re-evaluation of the role of ex situ conservation in the face of climate change. *Botanical Gardens Journal*, v.1, 2010.

DRANSFIELD J.; UHL N. W.; ASMUSSEN C. B.; BAKER W. J.; HARLEY M.M.; LEWIS C. E. *Genera Palmarum: The Evolution and Classification of Palms*. Richmond, London: Royal Botanical Gardens, Kew. 732p, 2008.

FUJITA Y.; OLDE V. H.; BODEGOM V.; PETER M.; DOUMA J. C; HEIL G. W. Low investment in sexual reproduction threatens plants adapted to phosphorus limitation. *Nature*, v. 505, n. 7481, p. 82, 2014.

GALETTI, M.; PIZO, M. A.; MORELLATO, P. C. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. *Botanical Journal of the Linnean Society* 151, 141–149, 2006.

GALETTI M.; ALEIXO A. Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic rain forest of Brazil. *Journal of Applied Ecology*. v. 35, n. 2, p. 286-293, 1998.

GIULIETTI A. M.; DE MENEZES N. L.; PIRANI J.R.; MEGURO M.; WANDERLEY M. D. G. L. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista das espécies. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, p. 1-151, 1987.

GUIMARÃES A. L. A.; CRUZ, S. M. S.; VIEIRA, A. C. M. Structure of floral galls of *Byrsonima sericea* (Malpighiaceae) induced by *Bruggmanniella byrsonimae* (Cecidomyiidae, Diptera) and their effects on host plants. *Plant Biology*, v. 16, n. 2, p. 467-475, 2013.

HENDERSON A. Evolution and ecology of palms. New York: New York Botanical Garden Press. 2002.

INHOTIM. Mapa do parque. Disponível em: <[http://inhotim.org.br/MAPA\\_VISITANTE\\_INHOTIM.pdf](http://inhotim.org.br/MAPA_VISITANTE_INHOTIM.pdf)> (Acesso em 10/06/2017)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS – IBGE. Mapa de Biomas e de Vegetação. 2004. Disponível em <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> (Acesso em 02/02/2017)

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL – IDM. Diagnóstico e diretrizes para a estrutura urbana e do território municipal. Brumadinho: Câmara Municipal de Brumadinho, 2006.

JOHANSEN D. A. Plant microtechnique. McGraw-Hill Book Company, Inc: London; 530p, 1940.

JORDANO P. Fruits and frugivory. in: Seeds: the ecology of regeneration in plant communities. C abi, 2000.

JUDD W. S.; CAMPBELL C. S.; KELLOGG E. A.; STEVENS P. F.; DONOGHUE M. J. Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético. Artmed Editora, 2009.

KAGEYAMA P. Y. Conservação “in situ” de recursos genéticos de plantas. IPEF, Piracicaba, v. 35, p. 7-37, 1987.

KLINK C. A.; MACHADO R. B. Conservation of the Brazilian cerrado. *Conservation biology*, v. 19, n. 3, p. 707-713, 2005.

LEITE A. M. C.; LLERAS E. P. Áreas prioritárias na Amazônia para conservação dos recursos genéticos de espécies florestais nativas: fase preliminar. *Acta Botanica Brasílica (Brasil)*, v. 7, n. 1, p. 61-94, 1993.

LORENZI H. J.; COSTA J. D. M.; CERQUEIRA L. D.; FERREIRA E. Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas. Instituto Plantarum , Nova Odessa, São Paulo, 2004.

LORENZI H. J. Flora brasileira: Arecaceae (palmeiras). Instituto Plantarum , Nova Odessa, São Paulo, 2010.

MADEIRA J. A.; FERNANDES G. W.. Reproductive phenology of sympatric taxa of *Chamaecrista* (Leguminosae) in Serra do Cipó, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v. 15, n. 4, p. 463-479, 1999.

MAMEDE M. A. Aspectos da ecologia reprodutiva de *Syagrus flexuosa* Mart. Becc.: Sucesso reprodutivo e persistência em áreas de Cerrado na região do DF. Tese (Doutorado em Ecologia) - Departamento de Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, 2008.

MANI M. S. Ecology of plant galls. The Hague, W. Junk, 1964.

MARCATO A.; PIRANI J. R. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Palmae (Arecaceae). Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo, p. 45-54, 2001.

MARTINELLI G.; MORAES M. A. Livro vermelho da flora do Brasil. 1. ed. - Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 1100 p, 2013.

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, n. 1, p. 199-214, 2015 a.

MAZZOTTINI-DOS-SANTOS H. C.; RIBEIRO L. M.; MERCADANTE-SIMÕES M. O.; SANT'ANNA-SANTOS B. F. Floral structure in *Acrocomia aculeata* (Arecaceae): evolutionary and ecological aspects. Plant systematics and evolution, v. 301, n. 5, p. 1425-1440, 2015 b.

MELO G. A. M. Desenvolvimento e morfoanatomia dos frutos de *Attalea microcarpa* Mart.(Arecaceae-Arecoideae). Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas, 2012.

MENDONÇA M. S.; OLIVEIRA A. B.; ARAÚJO M. G. P.; ARAÚJO L. M. Morphoanatomy of the fruit and seed of *Oenocarpus minor* Mart.(Arecaceae). Revista Brasileira de Sementes, v. 30, n. 1, p. 90-95, 2008.

MENDONÇA R. D.; FELFILI J M.; WALTER B. M. T.; SILVA JÚNIOR M. D.; REZENDE A. V.; FILGUEIRAS T. S.; ALMEIDA S. D. Flora vascular do cerrado. In: Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998.

MIOLA D. T. B. Alometria, caracterização de hábitat e distribuição espacial de uma palmeira endêmica e ameaçada da Cadeia do Espinhaço, MG. *Syagrus glaucescens* Becc. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre), Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

MIOLA D. T. B.; CORREIA H. V.; FERNANDES G. W.; NEGREIROS D. Efeito do fogo na fenologia de *Syagrus glaucescens* Glaz. ex Becc.(Arecaceae). Neotropical Biology & Conservation, v. 5, n. 3, 2010.

MIOLA D. T. B.; LIMA A. M.; SOARES, D. M. Distribuição espacial e qualidade nutricional dos solos associados à *Vellozia nanuzae* Ib & Ayensu. (Velloziaceae). 64º Congresso Nacional de Botânica Belo Horizonte, 2013.

MYERS N.; MITTERMEIER R. A.; MITTERMEIER C. G.; DA FONSECA G. A.; KENT J. N. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, v. 403, n. 6772, p. 853, 2000.

NOBLICK L. A revision of the genus *Syagrus* (Arecaceae). Phytotaxa 294: 1–262, 2017.

O'BRIEN T. P.; FEDER N.; MCCULLY M. E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. Protoplasma, v. 59, n. 2, p. 368-373, 1964.



OLIVEIRA-FILHO A. T.; RATTER J. A. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. In: The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna, p. 91-120, 2002.

PAIVA E. A. S.; PINHO S.Z.; OLIVEIRA D.M.T. Large plant samples: how to process for GMA embedding? In: CHIARINI-GARCIA H, MELO RCN, orgs. Light microscopy: methods and protocols. New York: Springer/Humana Press, 37–49, 2011.

PEREIRA T. S.; COSTA M. L. M. Os Jardins Botânicos brasileiros: desafios e potencialidades. Ciência e Cultura, v. 62, n. 1, p. 23-25, 2010.

QUEVEDO A. E. Fenologia e sucesso reprodutivo de *Attalea geraensis* e *Syagrus petraea* (Arecaceae) na borda e interior de um fragmento de cerrado. Dissertação (mestre em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Rio Claro, São Paulo, 2007.

REIS S. B.; MELLO A. C.; OLIVEIRA D. M. T. Pericarp formation in early divergent species of Arecaceae (Calamoideae, Mauritiinae) and its ecological and phylogenetic importance. Plant Systematics and Evolution, v. 303, n. 5, p. 675-687, 2017.

REIS S. B.; MERCADANTE-SIMÕES M. O.; RIBEIRO L. M. Pericarp development in the macaw palm *Acrocomia aculeata* (Arecaceae). Rodriguésia, v. 63, n. 3, p. 541-549, 2012.

REIS S. B. Estrutura floral de espécies da tribo Cocoseae e aliados (Arecaceae). Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

RIBEIRO K. T.; NASCIMENTO J. S.; MADEIRA J. A.; RIBEIRO L. C. Aferição dos limites da Mata Atlântica na Serra do Cipó, MG, Brasil, visando maior compreensão e proteção de um mosaico vegetacional fortemente ameaçado. Natureza & Conservação, v. 7, n. 1, p. 30-48, 2009.

RIBEIRO M. C.; FIGUEIRA J. E C. Uma abordagem histórica do fogo no Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais–Brasil. Biodiversidade Brasileira, n. 2, p. 212-227, 2011.

ROCHA F.; GEOVANNA T.; RODRIGUES SILVA R. A.; DANTAS E. X.; VIEIRA F. A. Fenologia da *Copernicia Prunifera* (Arecaceae) em uma área de caatinga do Rio Grande Do Norte. CERNE, v. 21, n.4, 2015.

ROTH, I. Fruits of angiosperms. Handbuch der Pflanzenanatomie X, 1. Berlin: Borntraeger, 1977.

SANO E. E.; ROSA R.; BRITO J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 43, n. 1, p. 153-156, 2008.

SILBERBAUER-GOTTSBERGER I.; VANIN S. A.; GOTTSBERGER G. Interactions of the cerrado palms *Butia paraguayensis* and *Syagrus petraea* with parasitic and pollinating insects. Sociobiology, v. 60, n. 3, p. 306-316, 2013.

STAUFFER F. W.; RUTISHAUSER R.; ENDRESS P. K. Morphology and development of the female flowers in *Geonoma interrupta* (Arecaceae). American Journal of Botany, v. 89, n. 2, p. 220-229, 2002.

STEPHENSON A. G. Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 12, n. 1, p. 253-279, 1981.

STRASSBURG B. B.; BROOKS T.; FELTRAN-BARBIERI R.; IRIBARREM A.; CROUZEILLES R.; LOYOLA R.; SOARES-FILHO B. Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nature Ecology & Evolution*, v. 1, p. 0099, 2017.

SWAIN, T. Tannins and lignins. In: Rosenthal, G. A. & Janzen, D. H. (Eds). *Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites*. New York, Academic Press, 1979.

VIDAL M. M. Frutos de duas espécies de palmeiras como recurso alimentar para vertebrados no Cerrado Pé-de-Gigante (Santa Rita do Passa Quatro, SP). 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências), Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2007.