



PINHO RAMMA

ORGANIZADORES
FRANCISCO DE ASSIS RIBEIRO DOS SANTOS
CLÁUDIA ELENA CARNEIRO



**PINDO
RAMA**

PIINDO
RAMMA

ORGANIZADORES

FRANCISCO DE ASSIS RIBEIRO DOS SANTOS

CLÁUDIA ELENA CARNEIRO

PINDO RAMMA



Teresina
2019

Copyright © 2019 by Francisco de Assis Ribeiro dos Santos & Cláudia Elena Carneiro
Projeto gráfico, capa do livro e editoração eletrônica: Ericson Peres
Revisão de provas: Francisco de Assis Ribeiro dos Santos
Normalização bibliográfica: Francisco de Assis Ribeiro dos Santos
Revisão textual: Francisco Cezar Rosa Ribeiro & Francisco Fábio Pinheiro de Vasconcelos



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

Reitor: José Arimatéia Dantas Lopes
Vice-Reitora: Nadir do Nascimento Nogueira
Superintendente de Comunicação Social: Jacqueline Lima Dourado

Editor: Ricardo Alaggio Ribeiro
Conselho Editorial: Ricardo Alaggio Ribeiro (presidente), Acácio Salvador Veras e Silva, Antonio Fonseca dos Santos Neto, Wilson Seraine da Silva Filho, Gustavo Fortes Said, Nelson Nery Costa e Viriato Campelo



Editora da Universidade Federal do Piauí - EDUFPI
Campus Universitário Ministro Petrônio Portella
CEP: 64049-550 - Bairro Ininga - Teresina - PI - Brasil
Todos os direitos reservados



FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Serviço de Processamento Técnico

P648 Pindorama / organizadores, Francisco de Assis Ribeiro dos Santos, Cláudia Elena Carneiro. – Teresina : EDUFPI, 2019.

167 p.

ISBN 978-85-509-0518-1

Modo de acesso: <https://www.ufpi.br/e-book-edufpi>

1. Apicultura. 2. Arecaceae. 3. Nordeste. 4. Palinologia.
5. Palmeiras. I. Santos, Francisco de Assis Ribeiro dos.
II. Carneiro, Cláudia Elena.

CDD 638.1

Rede Pindorama

Esta publicação é uma sùmula dos principais estudos que os pesquisadores da **Rede PINDORAMA** e seus associados produziram ao longo do ùltimo perìodo. Sào estudos aprofundados sobre vários aspectos das palmeiras que sào o principal foco de estudo da Rede. A maior parte dos estudos envolve aspectos da biologia do pólen e sua interação com as abelhas; caracterização das fibras dos frutos e folhas de algumas espécies; e caracterização das principais pragas, especialmente insetos (Coleoptera) e fungos (Ascomycota).

Os estudos da Rede Pindorama contaram com a participação de mais de 50 pesquisadores e 45 estudantes que direta ou indiretamente participaram das atividades de pesquisas dos cinco principais projetos que a constituem coletivamente. A Rede é fruto de uma indução do Governo Federal pela “Chamada MCTI/CNPq/FNDCT Ação Transversal Nº 79/2013” do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (#407717/2013-7). Assim, esta rede é vinculada à Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO).

A maior parte dos pesquisadores e estudantes que se congregaram à Rede Pindorama é de universidades de diferentes estados do Nordeste. Assim os cinco principais projetos da Rede tiveram envolvimento das seguintes universidades: UEMA – Universidade Estadual do Maranhão, UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana, UESC – Universidade Estadual de Santa Cruz, UFAL – Universidade Federal de Alagoas, UFBA – Universidade Federal da Bahia, UFPI – Universidade Federal do Piauí, UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFS – Universidade Federal de Sergipe e UNEB – Universidade do Estado da Bahia. A ùnica instituição de ensino com atuação exclusiva na Escola Básica foi a EFA – Escola Família Agrícola de Jaboticaba (Secretaria Estadual de Educação, Bahia), instituição que se destaca ante aos seus estudos associados ao licuri (*Syagrus coranata*).

Houve também uma convergência de pesquisadores de diferentes institutos de ensino e pesquisa para a temática do estudo das palmeiras, entre os quais estão: CEPLAC – Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – Estação Experimental Lemos Maia (Bahia), EMBRAPA Tabuleiros Costeiros – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Alagoas e Sergipe), EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, IESM – Instituto de Ensino Superior Múltiplo (Maranhão), IF Baiano – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, e IFPB – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Paraíba. Associado à rede, também está o MBC – Montgomery Botanical Center (Miami, USA) que gentilmente possibilitou a participação do Dr. Larry Noblick, um dos principais conhecedores das espécies de Arecaceae do Brasil e que assessorou os pesquisadores além de dar grande contribuição com a lista das espécies que ocorrem no Nordeste.

Essa Rede Pindorama, cujo nome foi inspirado no nome tupi-guarani do Brasil e que significa *terra das palmeiras*, é, portanto, uma iniciativa de ampliar o conhecimento dos recursos que essas plantas disponibilizam, e também as possibilidades de usos dos resíduos que podem por elas serem gerados. A Rede é apenas um “despertar” para um grupo de plantas que quem além do significado histórico, tem um importante papel na fisionomia de várias áreas do Nordeste e também importância sócio-econômica para várias comunidades e até cidades.

Francisco de Assis Ribeiro dos Santos
Coordenador da Rede Pindorama



Sumário

O licuri (<i>Syagrus coronata</i>) e a Educação do Campo das EFA movimentando a práxis da juventude camponesa no Semiárido	10
O gênero <i>Attalea</i> na Bahia: diversidade, utilização e potencialidade	19
Aproveitamento de resíduos em <i>Attalea pindobassu</i> Bondar (Arecaceae) através da análise micrométrica das fibras do fruto e da folha	24
Qualificação das fibras do pericarpo do fruto de <i>Attalea funifera</i> Mart. e <i>Elaeis guineensis</i> Jacq. para indicação de uso sustentável de seus resíduos	31
O pólen de piaçava (<i>Attalea funifera</i> Mart.), dendê (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) e licuri (<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.), do litoral sul da Bahia	36
Potencial das palmeiras para a produção de pólen apícola: Foco na Costa do Dendê, litoral da Bahia	41
Potencial das áreas da palmeira do Buriti (<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.) para a produção de pólen apícola na região Meio Norte do Brasil	54
Pólen apícola das matas de babaçu (<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.): potencial produtivo e protéico	65
Identidade Biológica Química e Molecular do Pólen Apícola Monofloral de Palmeiras (Arecaceae) do Nordeste do Brasil	69

Teor de minerais no pólen apícola de coqueiro (<i>Cocos nucifera</i> L.) e dendezeiro (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.)	95
Análise da viabilidade produtiva e econômica de quatro espécies de palmeiras para produção de pólen apícola monofloral no Nordeste brasileiro	109
<i>Euterpe oleracea</i> Mart. e <i>Elaeis guineensis</i> Jacq. (Arecaceae): Novos hospedeiros para o registro de ocorrência de microfungos (Ascomycota) no Brasil	119
Controle do ácaro-da-necrose <i>Aceria guerreronis</i> (Acari: Eriophyidae) em coqueiro	134
Coleópteros associados a palmeiras na região Sul da Bahia	138
Ocorrência de <i>Rhynchophorus palmarum</i> (L.) (Coleoptera: Curculionidae) em <i>Copernicia prunifera</i> (Mill.) H. E. Moore numa área do Piauí	150
Uso de barreira mecânica no controle de <i>Rhinostomus barbirostris</i> (F.) (Coleoptera: Curculionidae) em coqueiro	156
Autores	163



O licuri (*Syagrus coronata*) e a Educação do Campo das EFA movimentando a práxis da juventude camponesa no Semiárido

Aurélio José Antunes de Carvalho, Gabriel Troilo, Nelson de Jesus Lopes, Iracema Lima dos Santos & Marcio Harrison dos Santos Ferreira

As Escolas Famílias Agrícolas (EFA) do Sertão (Monte Santo – BA) e de Jaboticaba (Quixabeira – BA), estão inseridas no bioma Caatinga e adotam o complexo temático do licuri, *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (Arecaceae). Para lograr êxito em seus processos educativos, assumem os princípios da educação do campo no contexto do semiárido: trabalho enquanto princípio educativo, regime de alternância e educação por meio da pesquisa; ancoradas na aproximação e diálogo permanente entre estudantes, comunidades, professores e formação técnica contextualizada, formando sujeitos para a práxis necessária à transformação social, a partir do engajamento e fortalecimento de iniciativas comunitárias de convivência com o semiárido. Nesse contexto, promovem a valorização socioeconômica e ambiental do licuri, enquanto agroextrativismo sustentável, gerador de emprego e renda, associado à conservação dos recursos naturais existentes. Tem-se como resultado desse trabalho um amplo processo de desenvolvimento do território sertanejo se materializando na construção de leis municipais de defesa e uso dos licurizais, coparticipação em eventos regionais consolidados como a Festa do Licuri, em sua 11ª versão em 2018, implantação de unidade de produção de mudas e de beneficiamento do licuri com extração de óleo, além de rede de parceiros no campo acadêmico como o IF Baiano, UEFS e UFRB.

A origem da relação EFA × Licuri

No sertão da Bahia, a educação do campo se estrutura em estreita conexão com as formas de resistência camponesa por meio das estratégias de convivência com o Semiárido. No presente capítulo, será apresentado o licuri, *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (Arecaceae), enquanto complexo temático, na educação do campo do sertão baiano. Parte-se da necessidade do manejo sustentável e valorização dos múltiplos usos dessa palmeira, considerada uma importante lavoura xerófila (Duque 2003; Carvalho, Ferreira, Alves 2014; Carvalho, Ferreira 2015), estratégica para o enfrentamento da mudança climática no Semiárido brasileiro (Rodrigues *et al.* 2015; Carvalho *et al.* 2016) e importante patrimônio biocultural (*sensu* Toledo & Barreira-Bassols 2015) dos povos do sertão (Projeto de Lei 21.135/2015, cf. Bahia, 2017).

Os complexos temáticos orientam práticas pedagógicas que integram diversas disciplinas e campo de saberes, dentro do contexto de necessário engajamento de sujeitos e transformação da realidade (Pistrak 2003; Freire 2009). Aqui, apresenta-se o uso do complexo temático do licuri na Escola Família Agrícola de Jaboticaba

(EFAJ), no município de Quixabeira – BA, Território Bacia do Jacuípe, e na Escola Família Agrícola do Sertão (Efase), no município de Monte Santo – BA, Território do Sisal; ambas as instituições comunitárias criadas por associações de agricultores familiares e que desenvolvem um projeto educativo voltado para as demandas e especificidades da juventude do campo destes territórios.

Para tanto, as EFA têm suas bases metodológicas calcadas em uma educação que se orienta em regime de alternância, no qual parte do currículo se desenrola no espaço escolar e outra parte nas comunidades rurais das quais os alunos são oriundos, formando uma inteireza que integra os espaços da escola e da comunidade em um contínuo formativo. A formação profissional em agropecuária se desenvolve juntamente com o ensino médio e as duas escolas mantêm suas atividades formando técnicos em agropecuária e desenvolvendo formas de articulação política do campesinato sertanejo há mais de duas décadas no estado da Bahia.

A EFAJ e a Efase somam esforços para a formação técnico-política da juventude camponesa por meio de duas redes de EFA na Bahia: a Rede

das Escolas Famílias Agrícolas do Semiárido (Refaisa) e a Associação das Escolas das Comunidades e Famílias Agrícolas da Bahia (Aecofaba). Ambas estão imersas numa realidade social que expressa um conjunto de desafios, como a luta pela permanência nos territórios e pela manutenção de modos de vida tradicionais.

As EFA tiveram sua origem na França na década de 1930, chegando ao Brasil nos anos da década de 1960, trazidas por padres italianos. Surgem como parte dessas lutas, sendo criadas sob influência de trabalhos de base da Igreja Católica, inspirados na teologia da libertação (e.g., Sofiati 2012) e no pensamento de Paulo Freire (e.g., Freire 1983; Freire 2009). Nasce da luta dos agricultores camponeses pela terra, pela água e produção sob bases agroecológicas. A Efase é exemplo deste processo pelo fato de estar instalada e desenvolver suas atividades dentro de duas comunidades tradicionais de Fundo de Pasto, endêmicas do estado da Bahia, que desenvolvem historicamente formas de resistência pela manutenção de seus territórios.

Por meio deste debate, tentaremos a seguir expor a relação entre a educação do campo promovida pelas EFA e a práxis da juventude camponesa na construção das estratégias de convivência com o Semiárido e conservação da Caatinga, dando atenção especial ao agroextrativismo sustentável do licuri.

Antecedentes: Um olhar sobre os projetos políticos pedagógicos das EFA

Orso (2008) reconhece que o papel da educação na sociedade pode ser o de apenas reproduzir as condições em que ela está inserida, compondo-se mais como forma de adestramento, disciplinarização e treinamento dos indivíduos, ou pode ser transformadora, compondo-se como meio de transformação social. Levando em conta a primeira forma, que na sociedade capitalista se configura na educação formal dos sujeitos como única e legítima formação técnica-político-profissional, encontramos um objetivo primordial da educação: incluir os sujeitos como força de trabalho, explorada no processo produtivo dominante.

Ao se tratar da educação da juventude do campo, este processo é ainda mais perverso, pois a formação em nível médio, empreendida pelo Estado, e que é oferecida em espaços urbanos, a qual os jovens do campo têm acesso, ou se

mostra diretamente atrelada às demandas da cidade, por força de trabalho pouco qualificada para ser facilmente explorada, ou, quando tem caráter técnico-profissionalizante, acaba formando força de trabalho demandada pelo agro-negócio. Nestas condições, os objetivos da educação formal, essencialmente urbanocêntrica e tecnicista, tornam-se bastante claros: castrar o potencial criativo, socializador e de resistência do jovem do campo e retirar toda e qualquer possibilidade de valorização dos saberes existentes em seus territórios.

Em contraposição a tal processo, os movimentos sociais do campo e uma série de entidades e instituições de ensino têm lutado para construir uma educação que vá ao encontro das demandas de desenvolvimento do campo e gerem identidade dos sujeitos com seu modo de vida (Caldart 2004). Dentre os princípios e práticas gestadas pela educação do campo há fortes elementos trazidos da educação popular: a formação política pelo avanço de uma consciência crítica da realidade vivida e a identificação da situação de opressão, a fim de identificar suas causas e possibilidades de superação.

Por sua vez, Freire (1987) nos ensina que a educação realmente transformadora tem a tarefa de gerar um processo de avanço da consciência crítica dos sujeitos através de uma consciência histórica e, assim, tornar os sujeitos capazes de compreender os problemas de seu espaço e de seu tempo e saber agir na transformação dos mesmos. Por outro lado, ressalta-se que o ponto de partida metodológico da pedagogia histórico-crítica (e.g., Saviani 2012; Saviani 2016), intermediado pela problematização, instrumentalização e catarse, não é a preparação dos alunos, cuja iniciativa é do professor (pedagogia tradicional), nem a atividade, que é de iniciativa dos alunos (pedagogia nova), mas é a prática social (primeiro passo), que é comum a professores e alunos, compreendida, assim, como ponto de partida na educação do campo (Basso *et al.* 2016).

As experiências de formação profissional e política dos jovens do campo, empreendidas pelas EFA no semiárido nordestino, têm caminhado a partir destas perspectivas. A partir de uma proposta de educação integral, de caráter transformador e diretamente ligada às demandas das comunidades sertanejas, as Escolas Famílias Agrícolas do semiárido têm construído um forte enfrentamento de classe no campo da formação. As EFA são forjadas na organicidade da pedagogia da alternância, como projeto educativo cujo propósito central é a aproximação da escola às comunidades rurais.

Desse modo, na estrutura educativa da alternância, a todo momento, teoria e prática dialogam, pedagogicamente, ampliando o ambiente educativo para além da sala de aula e dos ambientes de atividades práticas. A comunidade e o meio social como um todo se tornam ambientes educativos, onde o estudante alterna suas atividades de aprendizado em tempos definidos para educação integral na escola, o “tempo escola”, e para realização de atividades nas comunidades, o “tempo comunidade” (Nosella 2012).

Um importante aspecto fundante das EFA é a aprendizagem por meio do trabalho, que é rotina cotidiana no espaço escolar. O trabalho está presente em todos os momentos e espaços educativos das EFA, seja no desenvolvimento das técnicas de produção do campo, seja na organização social e política, com práticas inseridas em todas as atividades laborais da escola, dividida em setores produtivos como horticultura, apicultura, caprinocultura e ovinocultura, além da parte de bovinos e aves; e atuando no zelo e cuidado com o ambiente escolar.

A esse respeito, trazemos a reflexão de Pistrak (1987) sobre o trabalho como princípio educativo, importante fator a ser levado em conta ao se analisar o potencial formativo do trabalho no interior escolar. Na EFA, o jovem passa a constituir um ambiente colaborativo tanto no aprendizado quanto no trabalho em setores produtivos agropecuários e de gestão do espaço escolar, havendo, assim, um processo de desconstrução do elemento individualista de desenvolvimento pessoal e o início de construção de uma consciência coletiva, pela percepção de que as necessidades do grupo estão sempre acima das vontades individuais.

Ao mesmo tempo em que o jovem passa a adquirir qualificação profissional necessária para atuar no desenvolvimento de suas comunidades, no sentido econômico, político, social e ambiental, há, também, um processo de avanço da consciência política que o coloca sob posição de compromisso de trabalho junto à sua comunidade e, em sentido mais amplo, com o campesinato em geral.

Esse processo se estende para o meio social através de um conjunto de instrumentos pedagógicos que proporcionam aos estudantes a oportunidade de estabelecer conexões entre o contexto da família/comunidade e a formação técnico-política que se desenvolve na escola. Dentre esses instrumentos, a Atividade de Retorno (AR) é a responsável central por estabelecer o diálogo escola-comunidade através da ação

dos estudantes. Portanto, são organizadas por um processo elaborado de investigação, tematização, debate e orientação no espaço da escola.

As AR não se restringem apenas ao repasse de conhecimentos adquiridos em aulas ou práticas agropecuárias, pois há uma mediação entre educadores, famílias, entidades, associações e demais parceiros na elaboração dos temas e atividades a serem desenvolvidas, de forma que este diálogo se concretize, sobretudo no momento das ações dos estudantes, pelo apoio e orientação dos parceiros em campo.

A atuação dos educandos no tempo comunidade possibilita a compreensão das contradições vividas pelos agricultores familiares e a percepção das necessidades de mudança. Tal reflexão levada para o tempo escola torna possível o estudo crítico do contexto político-social em que se dão os problemas, e a compreensão dos fatores históricos que os geraram e insistem em perpetuá-los. Tal processo conflui na elaboração de ações para enfrentamento desses problemas e desafios, pela organização de ações concretas junto às forças políticas da comunidade, quando do retorno para a mesma.

É nesse sentido que, no trabalho formativo das EFA, revela-se o tripé ação-reflexão-ação, a prática política de ação pensada, crítica, que Freire (2009) nos ensina. A práxis educativa das EFA atinge o âmbito político de intervenção nas comunidades a partir do que Andrade (2012, p.1) nos revela: “a educação é determinada pelo modo de produção da vida”. Quer seja, a educação empreendida no âmbito da pedagogia da alternância, além de produzir espaços de formação crítica dos sujeitos, ainda assim, vai ao encontro das necessidades produtivas e sociais das comunidades camponesas.

Neste ambiente, a Agroecologia (e.g., Caporal, Costabeber 2000; Gliessman 2001; Altieri 2002) realça, enquanto ciência e movimento, de modo a favorecer tecnologias que otimizem a utilização e ciclagem de recursos, que aproveitem o potencial do ambiente de maneira ampla, além de todas as formas de trabalho sociopolítico necessários à organização das comunidades, tanto para gerirem sua produção quanto para organizarem as lutas.

Os educandos das EFA encontram no campo desafios de toda ordem, em sua maioria relacionados à adaptação das atividades agropastoris e agroextrativistas, tradicionalmente realizadas na Caatinga, de modo a construir estratégias mais eficientes diante da restrição hídrica. Diante disso, metodologias de armazenamento,

utilização eficiente da água e dos recursos da biodiversidade local à luz da tecnologia social (*sensu* Dagnino 2014) são elementos necessários ao desenvolvimento local. Neste contexto, é patente que o licuri sobressai diante de seu potencial de uso e geração de renda para as comunidades locais, conjugado com a conservação da Caatinga.

Em síntese, ao olhar para as EFA, é notório se compreender o modo como a pedagogia da alternância e seus instrumentos colocam o educando como sujeito ativo no processo de avanço do conhecimento e trazem a realidade vivida em suas comunidades para dentro do processo formativo. O método pedagógico das EFA objetiva gerar resultados importantes para a formação da juventude do campo: a profissionalização necessária ao trabalho atrelada à uma formação política que coloque o jovem em posição de se organizar e lutar por melhores condições de vida no campo. E, no viés do ensino técnico, na área de agrárias com foco na agricultura camponesa e convivência com o semiárido, trabalhando conhecimentos sobre organização produtiva e social do campo, o método pedagógico das EFA fornece as ferramentas necessárias para que o jovem do campo atue na construção de estratégias de resistência de suas comunidades, produzindo, assim, o suporte necessário para o desenvolvimento local.

Das EFA à práxis: o agroextrativismo sustentável do licuri como desafio para a juventude camponesa dos territórios rurais do semiárido

Em duas décadas de existência, as EFA de Monte Santo e Jaboticaba transformaram profundamente as formas de territorialidade camponesa no semiárido baiano através da ação dos técnicos colocados em campo. Vários egressos das EFA encontram-se engajados em ações de desenvolvimento comunitário através de associações, cooperativas e outras entidades de cunho popular. Este processo gerou novas perspectivas para jovens (homens e mulheres do campo) que trabalham próximo às suas comunidades em diversas áreas da organização, da produção, da convivência com o semiárido e geração de renda. Torna-se claro que a educação do campo realizada nesses territórios possibilitou a formação crítica dos sujeitos do campo e seu engajamento na geração de renda, de emprego e de desenvolvimento socioeconômico nas comunidades. Percebe-se que educar é formar pes-

soas para que possam transformar a realidade, buscando a superação da exclusão, a superação do êxodo rural, a superação da desqualificação do trabalho camponês com engajamento social e capacitação técnica.

Nesse contexto, sob inspiração das bases agroecológicas (e.g., Gliessman 2001; Primavera 2002; Altieri 2002) de valorização dos saberes existentes nas comunidades (Freire 1983; Boff 1986; Toledo & Barreira-Bassols 2015), e sob o aporte do trabalho como princípio educativo articulado pelas EFA com a Educação do Campo (Molina 2003; Caldart 2004), e da formação de complexos temáticos (Pistrak 2003), surgem no bioma Caatinga as estratégias de convivência com o semiárido. Dentre elas, sobressai-se no sertão do semiárido da Bahia o trabalho com o licuri (FIGURA 1), palmeira de uso múltiplo que permanece verde todo ano, mesmo em meio às estiagens mais frequentes e longas, sendo a salvação do gado e de pessoas em períodos de escassez, espécie referenciada desde os trabalhos pioneiros, no campo agrônomo por Bondar (1938) e no da botânica por Noblick (1991).

O licuri, dada sua importância estratégica para os agricultores camponeses nestes territórios, especialmente para mulheres na figura da quebradeira-de-licuri, brotou enquanto um complexo temático dentre as comunidades sertanejas: de um lado, a Efase articula as comunidades extrativistas para qualificar o trabalho de beneficiamento do licuri e valorizar a atividade extrativista, montando uma unidade de extração de óleo; mais à frente, em parceria com diversas organizações como Secretaria de Desenvolvimento Rural do estado da Bahia – SDR, Banco do Nordeste, CNPq e IF Baiano, a entidade amplia sua capacidade e qualidade de extração do azeite do licuri e passa a atuar, em quase todo o território, na estruturação de economias de base comunitária ligadas ao beneficiamento do coco.

Destacam-se dois projetos fomentados: um pelo MEC/Proext Edital 2011, executado em 2013, *Programa CONCA – Sistema de Produção do Licuri: Sustentabilidade, Saberes e Sabores da Caatinga*; e o outro pelo CNPq (processo 468249/2014-1), *o Licuri, tecnologias e sustentabilidade nas caatingas*. O primeiro atuou em quatro frentes: o bioma Caatinga e os licurizais; as tecnologias sociais com maquinários adaptados; fitotecnia e políticas públicas, tendo destaque para o aperfeiçoamento da produção das máquinas de beneficiamento.

Assim, em Monte Santo, um grupo de jovens egressos da Efase passa a gerir a unidade de beneficiamento que esmaga o endosperma do licuri



FIGURA 1. Diversos momentos do licuri enquanto complexo temático: Seminário do Licuri na EFAJ, dentro da programação da 9ª Festa do Licuri no Alto do Capim em Quixabeira – BA, 11 de junho de 2016, com a exposição de subprodutos do licuri (a), máquinas (b) e oficinas de conservação (c); 8ª Festa do Licuri na Comunidade de São Miguel em Caldeirão Grande – BA (d, e), com a Missa do Licuri (g); 6ª Festa do Licuri na comunidade de Vaca Brava, São José do Jacuípe – BA, em 18 de agosto de 2013 (f); Turnê guiada na Caatinga com estudantes do Pronera/EFASE, setembro de 2017 (h); Manifestação de Interesse de Criação da Resex do Licuri, abaixo assinado realizado no Seminário e durante a 9ª Festa do Licuri (i). Fotos: Aurélio J. A. Carvalho (c, d, e, h) e Marcio H. S. Ferreira (a, b, f, g).

para extração do óleo. Adquirem e transportam o produto de diversas comunidades e, em troca, os agricultores e suas organizações criam uma alternativa de renda e geram subprodutos para alimentação de rebanhos, como a torta do licuri e a pele do licuri (epicarpo e mesocarpo secos). Este complexo permeado no currículo escolar que dá margem à integração e articulação orgânica entre o tempo Comunidade e tempo Escola, com reais necessidades trazidas pela agricultura familiar camponesa no semiárido. Esse fluxo foi capaz de produzir alimentos inovadores do licuri e a produção de máquinas e métodos de beneficiamento do produto (Ferreira *et al.* 2015; Carvalho *et al.* 2016), marcado como agroextrativismo sustentável na Caatinga (Siqueira-Filho 2012). Esse processo de valorização econômica, junto com trabalho educativo, desencadeia iniciativas de conservação dos licurizais nos municípios e territórios de influência da Efase.

Por sua vez, em um trabalho participativo com o fomento do CNPq, foram desenvolvidos maquinários (Figura 1b) como quebradeira, secador solar, despeladeira e extratora de óleo, o que foi possível com o engajamento dos sujeitos envolvidos nas comunidades, ouvir e perceber a capacidade inventiva dos agricultores e pequenas metalúrgicas da região produzirem suas máquinas aperfeiçoadas em projeto de parceria com a Efase, Coopes, UFBA e IF Baiano. Esses produtos geraram pedido de primeira patente compartilhada sob protocolo no INPI: BR 10 2018 004230-0.

Com relação à EFAJ, a *Festa do Licuri* sobressai enquanto evento marcante de culminância de seus trabalhos curriculares (e.g., Carvalho *et al.* 2016; Silva *et al.* 2016). Ocorre há 10 anos, sem interrupção, e tem sua centralidade em alguma comunidade rural dos territórios de influência desta EFA. É uma promoção da Cooperativa de Produção da Região do Piemonte da Diamantina – Coopes, com sede em Capim Grosso – BA. O deslocamento da festa para zona rural promove comunidades rurais que são invisibilizadas pelos moradores das cidades. A Festa é um momento único e, ao mesmo tempo, cívica, religiosa, formativa, cultural, gastronômica, política, com música, dança, bandas de pífano e brincadeiras coma disputa entre as quebradeiras do licuri na pedra (Silva *et al.* 2016). Trata-se de um evento tão múltiplo quanto o licuri.

Vale destacar que, antecedendo a 9ª Festa do Licuri (2016), ocorrida na Comunidade de Alto do Capim (Quixabeira – BA), a EFAJ sediou e promoveu com a Coopes o *Seminário de Tecnologia e Políticas Públicas para Conservação dos*

Licurizais, o qual contou com a participação de mais de 200 pessoas. Discutiu-se a lei de conservação dos licurizais no estado da Bahia e a possibilidade de uma unidade de conservação do licuri, ou seja, uma reserva agroextrativista (Resex) do Licuri, ainda sem local definido para demarcação. Além disso, um ano e meio antes com estudantes e agricultores, foi promovida uma audiência pública sobre a propositura de leis municipais de conservação dos licurizais, resultando na aprovação destas em municípios da região (Carvalho, Ferreira, Alves 2016).

Resultado de toda essa movimentação, em dezembro de 2017, a lei foi aprovada pela Assembleia Legislativa da Bahia. A normativa proíbe a supressão do licuri, salvo quando necessária a execução de obras, planos, atividades, projetos de utilidade pública ou de relevante interesse social; ou em áreas urbanas, mediante prévia autorização do órgão competente, respectivamente condicionadas ao plantio ou o transplante das espécies suprimidas (Projeto de Lei 21.135/2015, aprovado Alba/Bahia 2017). A lei estadual incorporou, além do licuri, mais duas espécies-chaves: o umbu (*Spondias tuberosa* L., Anacardiaceae) e o ariri (*Syagrus vagans* (Bonard) A. D. Hawke, Arecaceae), enquanto patrimônio biocultural do povo baiano.

No espaço de discussão estavam funcionários públicos, estudantes indígenas Kaimbé e Payayá, representantes de comunidades quilombolas, o Movimento dos Pequenos Produtores (MPA), Universidades e Institutos Federais e muito estudantes das EFA, que foram participantes nas exposições sobre produtos do licuri e das máquinas de beneficiamento do licuri, desenvolvido pelo Projeto CNPq: *Licuri, tecnologia e sustentabilidade nas caatingas* do IF Baiano, já mencionado. Isso demonstra a capacidade de articulação entre o trabalho da escola e as necessidades reais das comunidades onde os estudantes estão inseridos.

A despeito do ariri ou licurioba (*S. vagans*), trata-se de palmeira endêmica, com caule subterrâneo, restrita a áreas de Caatinga de solos arenosos e de baixa fertilidade química, na Bahia e no Norte de Minas, até 550 m de altitude, que tem grande potencialidade para artesanato de palhas, com maior elasticidade e flexibilidade para os trançados que a palha do licuri, além de extração da polpa para alimentação de pessoas e animais. Esta percepção quanto ao ariri foi trazida na 8ª Festa (2015), sediada pela comunidade de Boa Esperança em Várzea do Poço, onde grupos de mulheres tiram seu sustento de artesanato da palha do ariri que buscam em áreas mais

distantes de suas moradias, a mais 30 km de distância. O ariri, antes abundante no entorno da localidade, foi extinto. As mulheres da localidade apontam que as principais causas da extinção foi a criação do gado em fazendas, o cercamento das áreas e a mecanização.

As EFA, por meio dos projetos profissionais do jovem, fazem com que o estudante, a partir do segundo ano de curso no seu tempo comunidade, desenvolva projetos que são pequenos criatórios e cultivos na Caatinga. Muitos destes estão vinculados às lavouras xerófilas (Duque 2004), sobressaindo o licuri, o maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast., Passifloraceae) e o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* L., Anacardiaceae). E, com foco no licuri, têm-se projetos que tratam do beneficiamento dessa espécie para alimentação humana e de animais domésticos, da produção de mudas de licuri, dentre outros.

Porém, mesmo com um terreno tão fértil em avanços na educação do campo, há lacunas formativas, especialmente, dos professores das áreas de ciências agrárias. Esses profissionais advêm de uma base formativa linear e, muitas vezes, descolada da agricultura sob bases agroecológicas. Há projetos, mesmo no espaço de uma educação transformadora, que promovem velhas receitas da agricultura convencional, seja para as lavouras, seja para as criações.

Muitos professores dessa área não conseguem perceber o valor das espécies xerófilas enquanto possibilidade de geração de renda e conservação ambiental, ainda apostando em projetos de gado (bovino, suínos, ovinos e caprinos) de raças exógenas e de uso de semente ou variedades convencionais. Nesse sentido, há o Grupo de Pesquisa e Estudos sobre Lavouras Xerófilas (XERÓFILAS), uma parceria entre o IF Baiano e o CNPq, que visa a estimular debates, estudos, pesquisas com o agroextrativismo e ações conservacionistas com espécies xerófilas do bioma Caatinga.

Diante da fragilidade identificada, antecedendo o ano letivo de 2018, a EFAJ promoveu um diálogo com gestores e professores acerca da problemática e da busca de bases conceituais que dialogam com agroecologia e saberes locais (Altieri 2002; Demo 2003; Caldart 2015; Toledo & Barrera-Bassols 2015).

A mesma problemática também identificada na Efase, que tem apostado e se engajado firmemente no projeto CVT Fundo de Pasto (processo 402695/2017-8), financiado pelo CNPq, em execução, tem como lastro a ideia no campo das tecnologias sociais de captação de água de chu-

va, com inclusão das lavouras xerófilas. Apresenta-se uma tecnologia de captação de água de chuvas agregada a um desenho de um agroecossistema com três zonas produtivas. O licuri assume destacado papel com inserção de seu plantio (zona 2) em uma área pensada em três zonas distintas: produção de hortaliças (zona 1); produção de fruteiras (zona 2); e produção de forragem com o uso da captação de água de chuva (zona 3).

Portanto, ao trabalhar com o Semiárido, ambas as EFA elegeram o licuri como planta-chave, gerando conhecimento a partir do diálogo horizontalizado entre camponeses sertanejos, estudantes, monitores, técnicos, articulando parcerias com as secretarias estaduais, órgãos de pesquisa e extensão, os Institutos Federais e Universidades. Além disso, a base formativa do engajamento, do pertencimento e do trabalho como princípio formativo e da pesquisa participante promoveram formação de pessoas e de organizações comunitárias que hoje assumem a defesa dos licurizais e seu aproveitamento associado à conservação ambiental no Semiárido baiano.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq pelo muito que tem contribuído com o fomento de nosso trabalho, que possibilita elevar: o acervo sobre o licuri na Bahia, a educação do campo e a agroecologia. Ao Pe. Xavier, grande sustentáculo da EFAJ e defensor dos licurizais e do povo subalternizado da caatinga, que resiste e luta. Aos membros do Grupo de Pesquisa e Estudos sobre Lavouras Xerófilas (XERÓFILAS, IF Baiano/CNPq) pela profícua parceria. Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano, *Campus Santa Inês*) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI, *Campus Uruçuí*) pelo apoio logístico e por viabilizarem nossa participação em diferentes agendas nos projetos e divulgações em eventos. Por fim, aos coletivos e organizações da agricultura familiar camponesa, às quebradeiras-de-licuri, especialmente do Centro-Norte baiano, e às comunidades de Fundo de Pasto, comunidades tradicionais endêmicas do estado da Bahia, as quais efetivamente ensinam a convivência com o semiárido.

Referências

- Altieri MA. 2002. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, Rio Grande do Sul – RS.
- Andrade GS. 2012. Escola Família Agrícola do Sertão: Experiência da Relação Escola-Família/Comunidade.

In: Anais do II Seminário de Educação do Campo do Recôncavo e Vale do Jiquiriçá, III Encontro de Educação do Campo de Amargosa, ISBN 978-85-61346-26-3, Educação e Desenvolvimento do Campo Brasileiro.

Bahia ALBA. 2017. Ata da 25ª Sessão Extraordinária da Assembleia Legislativa do Estado da Bahia, 19 de dezembro de 2017. Disponível em: <<http://www.alba.ba.gov.br/imagensAlbanet/PDFsSessao/splena19121725Ext2.pdf>> acesso em 20 de maio de 2018.

Basso JD, Santos Neto, JL, Bezerra MCS. 2016. Pedagogia historicocrítica e educação do campo: história, desafios e perspectivas atuais. São Carlos: Pedro & João Editores e Navegando.

Boff C. 1986. Como trabalhar com o povo: metodologia do trabalho popular. Petrópolis: Vozes.

Bondar G. 1938. O licurizeiro e suas potencialidades na economia brasileira. Boletim do Instituto Central de Fomento Econômico da Bahia 2(1): 1-18.

Caldart RS. 2004. Elementos para a construção de um projeto político e pedagógico da Educação do Campo. In: Molina MC, Jesus SMA (Org.). Educação do Campo: contribuições para a construção de um projeto de Educação do Campo. Brasília: Articulação Nacional por uma Educação do Campo, p. 13-52.

Carvalho AJA, Ferreira MHS. 2015. Programa Conca – sistema de produção do licuri (*Syagrus coronata*, Arecaceae): sustentabilidade, saberes e sabores da Caatinga. In: Lima IMS, Carvalho CX, Franco MJN (Org.) Educação do Campo e Diversidade Cultural: faces e interfaces - Volume 1. Recife: Editora da UFPE, p. 327-338.

Carvalho AJA, Ferreira MHS, Alves JS. 2014. O licuri (*Syagrus coronata*, Arecaceae): lavoura xerófila e agricultura familiar camponesa no semiárido do centro-norte baiano. Bahia Análise & Dados 24(3): 557-569.

Carvalho AJA, Ferreira MHS, Alves JS. 2016. Manual do Licuri: Programa Conca – sustentabilidade, saberes e sabores da Caatinga. Salvador: Áttema.

Caporal FR, Costabeber JA. 2000. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável: perspectivas para uma nova extensão rural. Revista de Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável 1(1): 16-37.

Dagnino R. 2014. Tecnologias Sociais: contribuições conceituais e metodológicas. Campina Grande: EDUEPB.

Demo P. 2003. Educar pela pesquisa. 6ª ed. Campinas: Autores Associados.

Drumond MA. 2007. Licuri *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. Embrapa: Documentos 199. Petrolina: Embrapa Semiárido.

Duque JG. 2004. O Nordeste e as lavouras xerófilas. 4ª ed. Fortaleza: BNB.

Ferreira MHS, Girardi VT, Fica Piras PR, Carvalho AJA. 2015. Máquinas no beneficiamento do licuri: perspectiva agroecológica de tecnologia social nas caatingas da Bahia. Cadernos de Agroecologia 10(3): 65-71.

Freire P. 1983. Pedagogia do oprimido. 14ª edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Freire P. 2009. Educação como prática de liberdade. 32ª edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Gliessman SR. 2001. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2ª ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS.

Molina MC. 2003. A Contribuição do PRONERA na construção de políticas públicas de Educação do Campo e Desenvolvimento Sustentável. Tese. Universidade de Brasília.

Noblick LR. 1991. The indigenous palms of the state of Bahia, Brazil. Phd Thesis. University of Illinois.

Nosella P. 2012. Educação do Campo: Origens da pedagogia da alternância no Brasil. Vitória: EDUFES.

Orso PJ, Gonçalves SR, Mattos VM. 2008. Educação e Luta de Classes. São Paulo: Expressão Popular.

Pistrak MM. 2003. Fundamentos da escola do trabalho. São Paulo: Expressão popular.

Primavesi A. 2002. Manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel.

Rodrigues AC, Carvalho AJA, Ferreira MHS, Alves JS. 2015. O Programa Conca e a lavoura xerófila do licuri (*Syagrus coronata*): resiliência às mudanças climáticas no semiárido da Bahia, Brasil. Cadernos de Agroecologia 10(3): 183-190.

Saviani D. 2012. Escola e democracia. 42ª ed. Campinas: Autores Associados.

Saviani D. 2016. A pedagogia histórico-crítica na educação do campo. In: Basso JD, Santos Neto JL, Bezerra, MCS (Orgs.) Pedagogia historicocrítica e educação do campo: história, desafios e perspectivas atuais. São Carlos: Pedro & João Editores e Navegando.

Silva NO, Ferreira MHS, Carvalho AJA. 2016. O semiárido baiano em festa: nosso anfitrião é o licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc., Arecaceae). Ecologias Humanas 2(2): 83-98.

Sofiaty FM. 2012. Juventude católica: o novo discurso da Teologia da Libertação. São Carlos: EDUFSC.

Toledo MV, Barrera-Bassols N. 2015. A memória biocultural: a importância ecológica das sabedorias tradicionais. São Paulo: Expressão Popular.



O gênero *Attalea* na Bahia: diversidade, utilização e potencialidade

Isadora Almeida Melo Santos,
Danilo Luis Cerqueira Dias,
Marcelo dos Santos Silva, Lazaro Benedito da Silva
& Kelly Regina Batista Leite

Arecaceae é uma das mais antigas famílias dentre as monocotiledôneas, com espécies disseminadas por quase todos os continentes (exceção das regiões polares). No Brasil, a família está bem representada, ocorrendo em todas as regiões. Na Bahia, as espécies de *Attalea*, dentre outras em diferentes gêneros, se mostram importantes como fonte geradora de renda, ocupando posição de destaque em alguns municípios e comunidades no interior do estado. A partir do exposto, este trabalho tem como objetivo apresentar a atual circunscrição taxonômica de *Attalea*, com destaque para a diversidade de espécies no estado da Bahia, assim como sua utilização e potencialidades, além de comparar qualitativamente aspectos da anatomia foliar apresentada por *A. pindobassu* com a espécie *S. coronata*, esta última, comum em áreas de caatinga da Bahia. Neste estado, dentre as espécies de *Attalea* registradas, *A. pindobassu*, espécie endêmica, é bastante aproveitada comercialmente devido à presença abundante de esclerênquima nas folhas e frutos e de óleo no fruto, gerando renda para a população do entorno à sua área de ocorrência.

A família *Arecaceae* tem suas espécies popularmente conhecidas como “palmeiras”, apresentando atualmente 181 gêneros aceitos e cerca de 2.600 espécies (Baker & Dransfield 2016), com grande amplitude de distribuição em quase todos os continentes (exceção das regiões polares) e ocupando diferentes habitats, cujo grande desenvolvimento e disseminação da família pelo planeta tiveram início no Eoceno (Soares *et al.* 2014).

O porte imponente da maioria das espécies se dá em função de sua apresentação, cujo estipe pode ser ramificado (mais raro) ou solitário, sempre com folhas pinadas e terminais no ápice do caule, formando uma “coroa” bastante vistosa (Dransfield *et al.* 2008; Lorenzi *et al.* 2010).

No Brasil ocorrem 37 gêneros e 296 espécies, considerando-se a atual classificação (Baker & Dransfield 2016), estando representadas em todas as regiões brasileiras. As estruturas vegetativas (caules, espata e folhas) e reprodutivas (cocos) dessas palmeiras são muito aproveitadas pela população tanto na alimentação como para ornamentação e, no país, sua comercialização é resultado do extrativismo de subsistência (Lorenzi *et al.* 2010), além de muitas espécies contribuírem para o fortalecimento do agronegócio, sobretudo na região Nordeste.

A região Nordeste do país detém o segundo maior registro de ocorrências de espécies de

Arecaceae (17 gêneros e 96 espécies), sendo registradas para a Bahia 73 espécies (Flora do Brasil 2018), dentre elas *Attalea* spp. (babaçu), *Cocos nucifera* L. (coqueiro), *Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore (carnaúba), *Elaeis guineensis* Jacq. (dendê), *Mauritia flexuosa* L.f. (buriti) e *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (licuri), possuem grande relevância econômica e cultural.

As palmeiras no Nordeste são bastante utilizadas comercialmente, seja para extração de amêndoas (*Attalea speciosa* Mart., *Attalea eichleri* (Drude) A.J.Hend., *Attalea × teixeirana* (Bondar) Zona e *Syagrus coronata*), de fibras (*Attalea* spp., *Copernicia prunifera* e *Mauritia flexuosa*), de palmito (*Euterpe edulis* Mart.) ou de óleos (*Attalea speciosa*, *Acrocomia aculeata* Lodd. ex Mart., *Astrocaryum* sp., *Elaeis guineensis* e *Syagrus coronata*), além do uso do fruto na alimentação e culinária (*Cocos nucifera*) e para a fabricação de cera (*Copernicia prunifera* e *Syagrus coronata*) (Guimarães & Silva 2012).

Delimitação taxonômica, ocorrência e uso de *Attalea* na Bahia

Attalea Kunth é um dos dez gêneros da subtribo *Attaleinae*, também formada por *Allagoptera* Nees, *Butia* Becc., *Cocos* L. e *Syagrus* Mart.,

este último considerado grupo-irmão de *Attalea* (Freitas *et al.* 2016). O gênero é caracterizado morfológicamente por ter caule solitário, colunar, de acaulescente a 30m de altura, com folhas pinadas, inflorescências estaminadas e andróginas, às vezes, na mesma planta, e fruto (o coco) ovóide com endocarpo muito duro e rico em óleo (Lorenzi *et al.* 2010).

Algumas espécies de *Attalea*, de acordo com as regiões onde ocorrem, têm seus frutos utilizados para extração de amêndoas (*Attalea barreirensis* Glassman, *A. brasiliensis* Glassman, *A. burretiana* Bondar, *A. compta* Mart., *A. exigua* Drude, *A. funifera* Mart., *A. oleifera* Barb.Rodr., *A. seabrensis* Glassman, *A. vitrivir* Zona), da farinha (*A. speciosa*) e de óleo (*A. burretiana*, *A. compta*, *A. eichleri*, *A. geraensis* Barb.Rodr., *A. humilis* Mart., *A. oleifera*, *A. pindobassu* Bondar, *A. speciosa*, *A. vitrivir*), do estipe é retirado o palmito (*A. pindobassu*), suas folhas secas são usadas para cobertura de casas (*A. burretiana*, *A. compta*, *A. eichleri*, *A. funifera*, *A. geraensis*, *A. humilis*, *A. oleifera*, *A. pindobassu*, *A. seabrensis*, *A. vitrivir*), e fabricação de cestos (*A. exigua*) e vassouras (*A. funifera*) a partir das fibras extraídas das longas folhas pinadas. Os resíduos de frutos e folhas gerados a partir desse extrativismo geralmente são reaproveitados como carvão, prática já feita com *A. eichleri* e *A. funifera* (Lorenzi *et al.* 2010).

Na Bahia, *Attalea* está representado por 13 espécies, sendo elas: *Attalea barreirensis*,

A. brejinhoensis (Glassman) Zona, *A. burretiana*, *A. eichleri*, *A. funifera*, *A. geraensis*, *A. humilis*, *A. × piassabossu* Bondar, *A. pindobassu*, *A. salvadorensis* Glassman, *A. seabrensis*, *A. vitrivir* e *A. × voeksii* Noblick ex Glassman (Quadro 1).

As espécies que ocorrem na Bahia (algumas com ocorrência também em outros estados) apesar de apresentarem caracteres morfológicos diferentes quanto às estruturas reprodutivas (inflorescências e frutos) e hábito variado, de acaulescente a caules com até 30 metros (Lorenzi *et al.* 2010), algumas delas não são aceitas em consenso pelos especialistas (Quadro 1). Por exemplo, *A. brejinhoensis* e *A. vitrivir* estão no complexo de espécies *A. speciosa*, formado também por *A. spectabilis* Mart. As espécies *A. burretiana* e *A. seabrensis* pertencem ao complexo *A. oleifera*, composto também por *A. compta*, *A. pindobassu* e *A. salvadorensis* (Pintaud 2008). E no caso de *A. burretiana*, esta é considerada como sinônimo de *A. oleifera* (Henderson *et al.* 1995), porém ainda não é um consenso entre os especialistas que elas sejam a mesma espécie.

Extrativismo e qualificação das fibras do babaçu

Apesar de haver muitos esforços por parte dos pesquisadores, estudos com as palmeiras nativas da Bahia ainda são insipientes e percebe

QUADRO 1. Lista das espécies de *Attalea* ocorrentes na Bahia, de acordo com Pintaud (2008) e Lorenzi *et al.* (2010).

Espécies	Complexo de espécies	Ocorrência no Brasil	Status taxonômico
<i>A. barreirensis</i>	-	BA, GO, TO	Aceito/Incl. em <i>A. exigua</i> *
<i>A. brejinhoensis</i>	<i>A. speciosa</i>	BA	Aceito/Incl. em <i>A. speciosa</i> *
<i>A. burretiana</i>	<i>A. oleifera</i>	BA, ES, MG	Sinônimo de <i>A. oleifera</i> / Nome aceito**
<i>A. eichleri</i>	-	BA, MA, PI, TO	Nome aceito
<i>A. funifera</i>	-	AL, BA, SE	Nome aceito
<i>A. geraensis</i>	-	BA, GO, MS, MT, MG, SP	Nome aceito
<i>A. humilis</i>	-	BA, ES, MG, RJ, SP	Nome aceito
<i>A. pindobassu</i>	<i>A. oleifera</i>	BA	Nome aceito
<i>A. salvadorensis</i>	<i>A. oleifera</i>	BA	Nome aceito/Incl. em <i>A. oleifera</i> *
<i>A. seabrensis</i>	<i>A. oleifera</i>	BA	Nome aceito/Incl. em <i>A. pindobassu</i> *
<i>A. vitrivir</i>	<i>A. speciosa</i>	BA, MG	Nome aceito/ <i>A. speciosa pro parte</i> *
<i>A. × piassabossu</i>	-	BA	Híbrido (<i>A. burretiana</i> e <i>A. funifera</i>)
<i>A. × voeksii</i>	-	BA	Híbrido (<i>A. funifera</i> e <i>A. humilis</i>)

*Henderson *et al.* (1995); **Glassman (1999). Siglas dos estados: AL – Alagoas, BA – Bahia, ES – Espírito Santo, GO – Goiás, MA – Maranhão, MG – Minas Gerais, MS – Mato Grosso do Sul, MT – Mato Grosso, PI – Piauí, RJ – Rio de Janeiro, SP – São Paulo, SE – Sergipe e TO – Tocantins.

-se uma lacuna de dados sobre as propriedades físicas e químicas das fibras e óleos das espécies ocorrentes no estado. Santos *et al.* (2018, in prep.) estudando *Attalea pindobassu* demonstraram as propriedades físicas das fibras do fruto e da folha através do coeficiente de rigidez, fração de parede, índice de Runkel e índice de enfieltramento, enquanto que Oliveira (2010) estudando *Syagrus*, grupo irmão de *Attalea*, especificamente a espécie *S. coronata*, além de analisar as mesmas propriedades, avaliou características químicas e a capacidade de tração das fibras desta espécie para sua utilização como agregado de concreto.

Os índices utilizados por Oliveira (2010) e Santos *et al.* (2018, in prep.) são importantes para avaliar as propriedades das fibras, como potenciais para uso na produção de papel ou para combustão. O coeficiente de rigidez indica o grau de achatamento das fibras, a fração de parede a quantidade de celulose e lignina presente nelas, o índice de Runkel está relacionado à rigidez da fibra e à sua capacidade de interligação (que são inversamente proporcionais), enquanto que o índice de enfieltramento sugere o grau de resistência ao rasgo e ao arrebitamento (Foelkel *et al.* 1975, Paula & Alves 1997). Segundo esses autores, os valores indicados para a utilização das fibras para combustão são fração de parede acima de 60% e índice de Runkel a partir de dois; para produção de papel os valores devem ser baixos para o índice de Runkel (valor acima de dois), e altos para o coeficiente de rigidez e o índice de enfieltramento (acima de 50). Os resultados com *A. pindobassu* atestaram que as folhas e o fruto são recomendados para queima, e especificamente o mesocarpo possui qualida-

de razoável para produção de papel (Santos *et al.* 2018, in prep.), enquanto que em *S. coronata*, as folhas são melhores indicadas para geração de energia e o fruto para confecção de papel (Oliveira 2010).

Recentemente, Santos & Leite (2018, in prep.), analisando qualitativamente a anatomia foliar das espécies de *Attalea* ocorrentes na Bahia, demonstraram que diferentemente das espécies de *Syagrus* (Noblick 2013), o mesofilo em *Attalea* apresenta menor quantidade de esclerenquima em relação a *Syagrus*, sendo a maior quantidade dessas células, observadas na forma de fibras apenas na nervura mediana e bordo do segmento foliar de algumas espécies (Figura 1A-B). Mesmo assim, sendo um gênero que ocorre espontaneamente no estado, acredita-se que as fibras da folha e do fruto (cocos) apresentem potencial para geração de renda, visto a quantidade das fibras em ambos os órgãos, havendo, assim, necessidade de qualificação do potencial esclerenquimáticos nestes órgãos como em outras espécies do gênero.

Oliveira (2010), estudando a fibra do licuri (*S. coronata*) na produção de compósitos, verificou que a maioria dos estudos ainda está centrada em espécies cujas fibras são utilizadas industrialmente como o sisal, linho, cânhamo, juta e rami e, mesmo com o incentivo da utilização da piaçava e do coco, no semiárido e do buriti nas regiões mais úmidas, há outros exemplos de novas possibilidades de oferta tanto para a indústria como para a economia de subsistência, especialmente para a Bahia, como as espécies de *Attalea* citadas nesse texto.

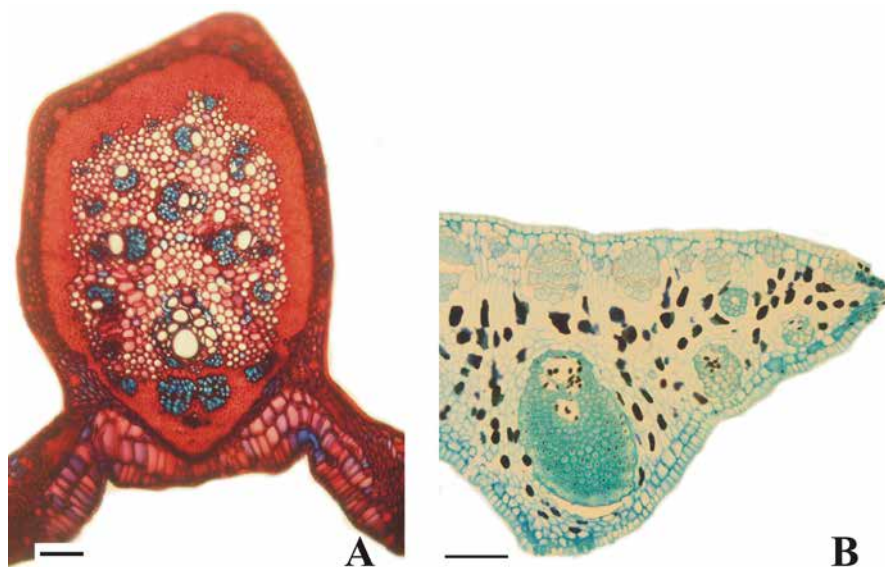


FIGURA 1. Seção anatômica da folha de espécies de *Attalea*. A. Nervura mediana de *Attalea humilis* Mart., evidenciando grande quantidade de fibras circundando o feixe vascular. B. Bordo de *A. geraensis* Barb. Rodr., mostrando o feixe vascular de terceira ordem e fibras associadas. Escala 100µm.

De acordo com nossas análises e assim como observado por Oliveira (2010), grande parte dos municípios baianos está enquadrada no índice de vulnerabilidade à seca “Alta” e “Média-Alta”, e visando à manutenção do lavrador no campo, minimizando o êxodo rural, há uma necessidade da busca por matérias primas alternativas renováveis.

As fibras vegetais de *Attalea* têm sido importante fonte de recurso renovável, biodegradável, atóxico, de baixo custo de produção, abundante, resistente e de baixo impacto ambiental, tendo-se apresentado como uma excelente fonte de renda para a comunidade de Cocho de Dentro, região do Piemonte da Diamantina (Jacobina, Bahia), em cuja área a espécie ocorre natural-

mente em ambientes mais elevados das serras (Figura 2A). Nesta e em outras regiões do estado, as palmeiras crescem espontaneamente e pesquisas têm demonstrado que assim como outras espécies, no caso de *A. pindobassu*, além das amêndoas do fruto (Figura 2B) serem utilizados para fabricação de cosméticos (Figura 2C) óleos com fins alimentícios (Figura 2D), as fibras naturais quer sejam da folha mas principalmente do fruto, podem ser utilizadas para produção de material de baixo custo de produção e alto valor de mercado agregado à planta, pois além da beleza da espécie, suas fibras têm alta resistência e durabilidade e têm sido tradicionalmente empregadas para produção de carvão (Figura 2E) e confecção de ornamentos como joias e objetos de decoração (Figura 2F).



FIGURA 2. Produtos confeccionados pela comunidade de Cocho de Dentro, município de Jacobina (Bahia), a partir de insumos de *Attalea pindobassu* (babaçu). A. Habitat de uma população de babaçu, na região de Cocho de Dentro. B. Preparo das amêndoas, após serem retiradas dos cocos. C. Produtos cosméticos (hidratante corporal, óleo perfumado e sabonete), confeccionados a partir do óleo das amêndoas. D. O óleo de babaçu com o qual é possível ter diversos usos, incluindo o alimentício. E. Resíduos dos cocos de babaçu (as fibras), sendo utilizados para produção de carvão. F. Enfeites artesanais feitos com sementes de plantas variadas e partes do coco de babaçu.

Estudos anatômicos com segmentos foliares das espécies de *Attalea* na Bahia têm demonstrado que a região mediana e o bordo, do segmento foliar, apresentam uma grande e quantidade de fibras provavelmente de origem pericíclica, apresentando-se mais abundantes nas espécies *A. barreirensis*, *A. burretiana*, *A. geraensis*, *A. humilis* e *A. seabrensis* (Santos & Leite 2018, in prep.) em relação às demais ocorrentes no estado.

Este texto busca alertar para a importância de desenvolvimento de novos estudos com fibras de outras espécies de palmeira, visando ao investimento na reprodução destas espécies que poderão servir de base para o desenvolvimento social, econômico, ambiental e científico em toda a região Nordeste.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (# 405811/2013-6) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB (T.O. PET0039/2012, PNE 0020/2011) pelo auxílio financeiro.

Referências

Baker WJ, Dransfield J. 2016. Beyond Genera Palmarum: progress and prospects in palm systematics. *Botanical Journal of the Linnean Society* 182: 207-233. Dransfield J, Uhl NW, Asmussen CB, Baker WJ, Harley MM, Lewis CE. 2008. *Genera Palmarum – the evolution and classification of palms*. Kew, Royal Botanic Gardens.

Flora do Brasil. 2018. *Arecaceae* in *Flora do Brasil 2020*, em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. < reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB53>. Acessado em 15 Fev. 2018.

Foelkel CEB, Barrichelo LEG, Milanez AF. 1975. Estudo comparativo das madeiras de *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus paniculata*, *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus tereticornis* para produção de celulose sulfato. *Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais* 10: 17-37.

Freitas C, Meerow AW, Pintaud JC, et al. 2016. Phylogenetic analysis of *Attalea* (Arecaceae): insights into the historical biogeography of a recently diversified Neotropical plant group. *Botanical Journal of the Linnean Society* 182: 287-302.

Guimarães CAL, Silva LAM. 2012. Piaçava da Bahia (*Attalea funifera* Martius): do extrativismo à cultura agrícola. Ilhéus, Editus.

Henderson A, Galeano G, Bernal R. 1995. *Palms of the Americas*. Princeton, Princeton University Press.

Lorenzi H, Kahn F, Noblick LR, Ferreira E. 2010. *Flora Brasileira: Arecaceae (Palms)*. Nova Odessa, Instituto Plantarum.

Noblick LR. 2013. Leaflet anatomy verifies relationships within *Syagrus* (Arecaceae) and aids in identification. *PhytoKeys* 26: 75-99. Oliveira AMRS. 2010. Caracterização da fibra do licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari) para aplicações na construção civil. Dissertação. Universidade Federal da Bahia.

Paula JE, Alves JLH. 1997. *Madeiras Nativas – Anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso*. Brasília, Editora Fundação Mokiti Okada.

Pintaud JC. 2008. An overview of the taxonomy of *Attalea* (Arecaceae). *Revista Peruana de Biología* 15(3): 55-63.

Santos IAM, Dias DLC, Leite KRB, Silva MS, Silva LB. 2018. Aproveitamento de resíduos em *Attalea pindobassu* Bondar (Arecaceae) através da análise micrométrica das fibras do fruto e da folha. *Acta Botanica Brasilica* (in prep.).

Santos IAM, Leite KRB. 2018. Análise da Anatomia Foliar das espécies de *Attalea* (Arecaceae) ocorrentes na Bahia. *Acta Botanica Brasilica* (in prep.).

Soares KP, Longhi SJ, Witeck Neto L, Assis LCD. 2014. *Palms (Arecaceae) from Rio Grande do Sul, Brazil*. *Rodriguésia* 65: 113-139.

Aproveitamento de resíduos em *Attalea pindobassu* Bondar (Arecaceae) através da análise micrométrica das fibras do fruto e da folha

Isadora Almeida Melo Santos, Danilo Luis Cerqueira Dias, Kelly Regina Batista Leite, Marcelo dos Santos Silva & Lazaro Benedito da Silva

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o potencial dos resíduos provenientes do extrativismo vegetal de *Attalea pindobassu* Bondar (Arecaceae), espécie endêmica da Bahia, a fim de conhecer seu potencial energético, fornecer subsídios para uso como matéria-prima alternativa na indústria, e preservação da espécie dada a sua importância e distribuição limitada. As coletas foram realizadas em Jacobina, município da região norte da Chapada Diamantina. Para esta análise, foram realizados macecados da folha e do fruto, com posterior mensuração das fibras e subsequente aplicação desses valores para os cálculos dos valores derivados, a partir do qual a qualificação para uso foi realizada. Os resultados mostram que as fibras de folha de *A. pindobassu* possuem qualidade para o uso como combustível devido as suas paredes espessas. Contrariamente, as fibras do fruto possuem *status* regular para a produção de papel e conseqüentemente para a combustão, especialmente as do mesocarpo. Por fim, destaca-se a importância deste estudo por ser pioneiro na qualificação do potencial econômico das fibras dos segmentos foliares e dos frutos da palmeira *A. pindobassu*.

Introdução

O termo popular “babaçu” nomeia diferentes espécies do gênero *Attalea*, um táxon complexo devido a problemas de identificação intra e interespecífico, estimando-se que haja cerca de 70 espécies, muitas com delimitações problemáticas. Para, além disso, muitos casos de sinonímia e de hibridização são descritos (Pintaud 2008). Esse gênero ocorre predominantemente em áreas do Neotrópico, apresentando como centro de diversidade brasileiro, o estado da Bahia (Glassman 1999), com 13 espécies das 34 aceitas para o Brasil.

A espécie foco desse trabalho é a *Attalea pindobassu* Bondar (Arecaceae), que é endêmica da Bahia, e pouco conhecida do ponto de vista morfoanatômico. Segundo a caracterização morfológica feita por Glassman (1999) e Lorenzi *et al.* (2010), esta espécie é reconhecida por possuir caule solitário, colunar, de até 15 m de altura e 35-50 cm de diâmetro; folhas pinadas, ascendentes, alternas, com 90-160 pinas de cada lado da ráquis, regularmente distribuídas sobre toda extensão da raque; com inflorescências pistiladas ou andróginas na mesma planta; frutos de 8-10 cm por 5,0-6,5 cm de tamanho, com

mesocarpo seco-farináceo, de coloração amarronzada (quando maduro e seco); as amêndoas (sementes) são encontradas geralmente em número de três a quatro, às vezes até seis, por fruto, e são ricas em óleo comestível.

Muitas outras espécies do gênero *Attalea*, como *A. attaleoides* (Barb. Rodr.) Wess. Boer, *A. butyracea* (Mutis ex L.f.) Wess. Boer, *A. burretiana* Bondar, *A. compta* Mart., *A. dubia* (Mart.) Burret, *A. eichleri* (Drude) A. J. Hend., *A. funifera* Mart. ex Spreng., *A. geraensis* Barb. Rodr., *A. humilis* Mart. ex Spreng., *A. insignis* (Mart.) Drude, *A. maripa* Mart., *A. microcarpa* Mart., *A. oleifera* Barb. Rodr., *A. phalerata* Mart. ex Spreng., *A. pindobassu* Bondar, *A. princeps* Mart., *A. x piassabossu* (Bondar) Glassman & Noblick, *A. racemosa* Spruce, *A. seabrensis* Glassman, *A. speciosa* Mart. ex Spreng., *A. x voeksii* Noblick ex Glassman e *A. vitrivir* Zona são aproveitadas para diversos propósitos, como por exemplo, a palha da folha que é usada para fabricação de coberturas de casas, compósitos, vassouras, cordas para amarração de navios, enchimentos de estofados, fabricação de acessórios (bolsas e chapéus), vasos (substituição do xaxim) e artesanatos (Lorenzi *et al.* 2010; Guimarães & Silva 2012).

A espécie *A. pindobassu* é de grande importância sócio-econômica pelo aproveitamento de suas estruturas reprodutivas e vegetativas pela população rural que as exploram. O fruto desta espécie, por sua vez, é mais utilizado na área alimentícia e de cosmético, através da extração do leite e do óleo das amêndoas, utilizado no preparo de pratos da culinária local, sabonete e detergentes caseiros, mas também pode ser transformado em carvão vegetal de alto valor calorífero. O epicarpo e endocarpo do fruto, e as folhas também já foram testados para produção de combustível de origem vegetal (Lorenzi *et al.* 2010; Guimarães & Silva 2012).

Na localidade de Cocho de Dentro, município de Jacobina (Bahia), existe um grupo de catadoras, vinculadas à Associação Comunitária de Moradores e Agricultores de Cocho de Dentro (ACMCD), que se destaca pelo extrativismo de *A. pindobassu* (babaçu). Essa associação aproveita o babaçu de diversas formas, sobresaindo-se a utilização da polpa do coco para obtenção de óleos utilizados na fabricação de sabonetes e cremes, além daqueles aproveitados na culinária. Disso, resulta grande quantidade de resíduos (cascas), que podem ser aproveitados a partir do estudo do potencial de suas fibras. Dentro de uma abordagem aplicada da anatomia vegetal, uma avaliação micromorfológica das fibras poderá qualificar esses resíduos para serem aproveitados comercialmente, resultando em um aumento da renda das famílias dessa associação. Atualmente no Nordeste, o Laboratório de Anatomia Vegetal e

Identificação de Madeiras (LAVIM) da Universidade Federal da Bahia – UFBA, em parceria com laboratórios da Universidade Federal de Sergipe - UFS e da Universidade Estadual do Piauí - UEPI, integram o projeto Pindorama, vinculados à Rede Renorbio – CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), que tem como foco desenvolver estudos sobre o potencial econômico das palmeiras nordestinas, especialmente a *A. pindobassu*, *Copernicia prunifera* (Mill.) H. E. Moore (carnaúba) e *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (licuri), dentro de uma perspectiva sustentável.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar microscopicamente as fibras da “casca” (epicarpo e mesocarpo) do fruto, e da folha de *A. pindobassu* (Arecaceae), com a finalidade de qualificar os resíduos provenientes desses órgãos, indicando uma alternativa adequada para seu aproveitamento e contribuição em pesquisas futuras, visando ao manejo sustentável desta e de outras espécies de palmeiras.

Material e métodos

Coleta do material

A coleta do material foi realizada na localidade de Cocho de Dentro, município de Jacobina, Chapada Diamantina - Bahia (11°50'50" S, 40°31'06" W), em enclave de Mata Atlântica dentro do domínio da Caatinga (Figura 1). Foram realizadas excursões nos períodos de

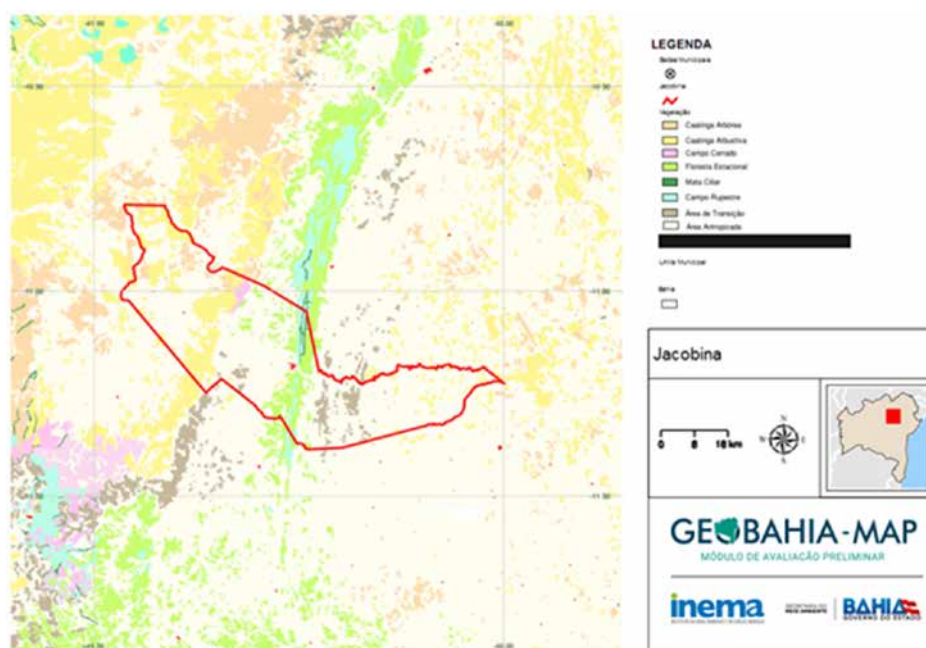


FIGURA 1. Município de Jacobina (delimitado pela linha vermelha), local de coleta de *Attalea pindobassu* Bondar, em enclave de mata atlântica (verde) na região de caatinga na Bahia. Fonte: Ferramenta de Módulo de Avaliação Preliminar (MAP) - Secretaria Estadual do Meio Ambiente (Sema).

setembro de 2015, a 2018, nas quais foram coletadas amostras de frutos e folhas de *Attalea pindobassu* Bondar.

O material coletado pertence aos vouchers *Fernandez, I.V.N. 03; Silva, M.S. 195; Leite, K.R.B. 542*, inseridos na coleção do Herbário Alexandre Leal Costa (ALCB) da UFBA, somando-se três indivíduos amostrados. As amostras provenientes dos frutos e das folhas passaram pelo processo de secagem em estufa e foram acondicionadas no Laboratório de Anatomia Vegetal e Identificação de Madeiras (LAVIM) e na Xiloteca professor José Pereira de Souza (PJPSw), ambos pertencentes à Universidade Federal da Bahia (UFBA). Considerou-se três frutos e um segmento foliar (localizado na região mediana da folha) para cada indivíduo, destinados ao processo de maceração.

Preparo dos macerados

Antes do amolecimento químico para a maceração, os frutos passaram por cozimento de 21 horas, com o objetivo de deixá-los menos resistentes. Para cada segmento foliar, três regiões foram amostradas independentemente: ápice, meio e base. Essas amostras passaram pelo processo de fixação em FAA 70% (formaldeído, ácido acético e álcool etílico) (Kraus & Arduin 1997) e foram armazenadas em álcool etílico 70%, passando por aquecimento de apenas cinco minutos.

Para confecção dos macerados do epicarpo e do mesocarpo do fruto, um tratamento adicional de amolecimento foi realizado com etileno-diamina a 10% (Kraus & Arduin 1997). O fruto, devido a sua rigidez, ficou 30 dias na estufa a 60 °C. Em seguida, esses materiais foram cortados em pedaços pequenos e colocados na mistura de peróxido de hidrogênio e ácido acético glacial 1:1 (Kraus & Arduin 1997), posteriormente foram colocados na estufa, retirados após uma (os segmentos foliares) e duas semanas (os frutos), quando estavam com aparência branca e consistência mole. E, por fim, foram lavados com água destilada (numa série de oito vezes, 15 minutos cada), e em seguida em etanol 50%. Os macerados dos segmentos foliares foram acondicionados em safranina 1% e glicerina a 50%, e os macerados do fruto em álcool etílico 70%, para posterior análise micrométrica das fibras.

Análise micromorfométrica das fibras

Esta análise teve como foco a mensuração do comprimento total, espessura da parede, diâmetro total e diâmetro do lúmen, através do au-

xílio do microscópio Olympus BX41® com ocular micrométrica. Foram selecionadas de maneira randômica, 30 fibras para cada uma das três amostras dos frutos e 30 fibras para cada uma das três regiões amostradas do segmento foliar. A partir dessas mensurações foram calculados o coeficiente de rigidez (CR), o qual indica o grau de achatamento das fibras no processo de fabricação de papel; a fração da parede (FP) que demonstra a utilidade da madeira para o uso como combustível (valores altos, acima de 80%, indicam material bom para uso com combustível); o índice de enfeltramento (IE) que indica o quão resistente ao rasgo é a fibra; e o índice de Runkel (IR), que nos mostra a escala de uso das fibras, variando de 0 a acima de 2. Foram seguidos os cálculos estabelecidos por Foelkel et al (1975).

Foram feitos testes estatísticos do índice de Runkel, com a intenção de analisar se há variação significativa entre as médias das diferentes regiões do fruto e do segmento foliar consideradas nesse trabalho. Os dados referentes a este índice foram analisados com o auxílio do programa estatístico RStudio v1.0.136®, utilizando o teste estatístico ANOVA one-way para os resíduos das folhas, por apresentarem mais de dois grupos de média (~ápice, ~meio, ~base), e o teste-T de Student para os resíduos dos frutos por possuírem dois grupos de média (~epicarpo, ~mesocarpo), sendo que estas apresentam distribuição normal dos dados. Consideramos como diferenças significativas valores de *p* menor que 0,05.

Os macerados da folha e do fruto foram fotomicrografados em fotomicroscópio AxioScope A1, Carl Zeiss®, acoplado à câmera Canon®, as escalas foram obtidas pelo programa Axio Vision®. A terminologia e classificações utilizadas aqui para as descrições das fibras segue o que foi estabelecido por Metcalfe & Chalk (1983) e Tostes et al. (2013).

Resultados e Discussão

O fruto (Figura 2A) apresenta camadas bem distintas: epicarpo fibroso, amarronzado e duro; mesocarpo oleoso, amarelado e com aparência de farinha quando seco; e o endocarpo denso e duro (Figura 2B-C), com três a quatro amêndoas (Figura 2D). As folhas são pinadas, eretas, alternas, com nervura central proeminente na face adaxial da lâmina foliar. Estes resultados das características morfológicas e dos espécimes estudados corresponderam às descrições presentes na literatura para a espécie (Glassman 1999; Lorenzi et al. 2010).

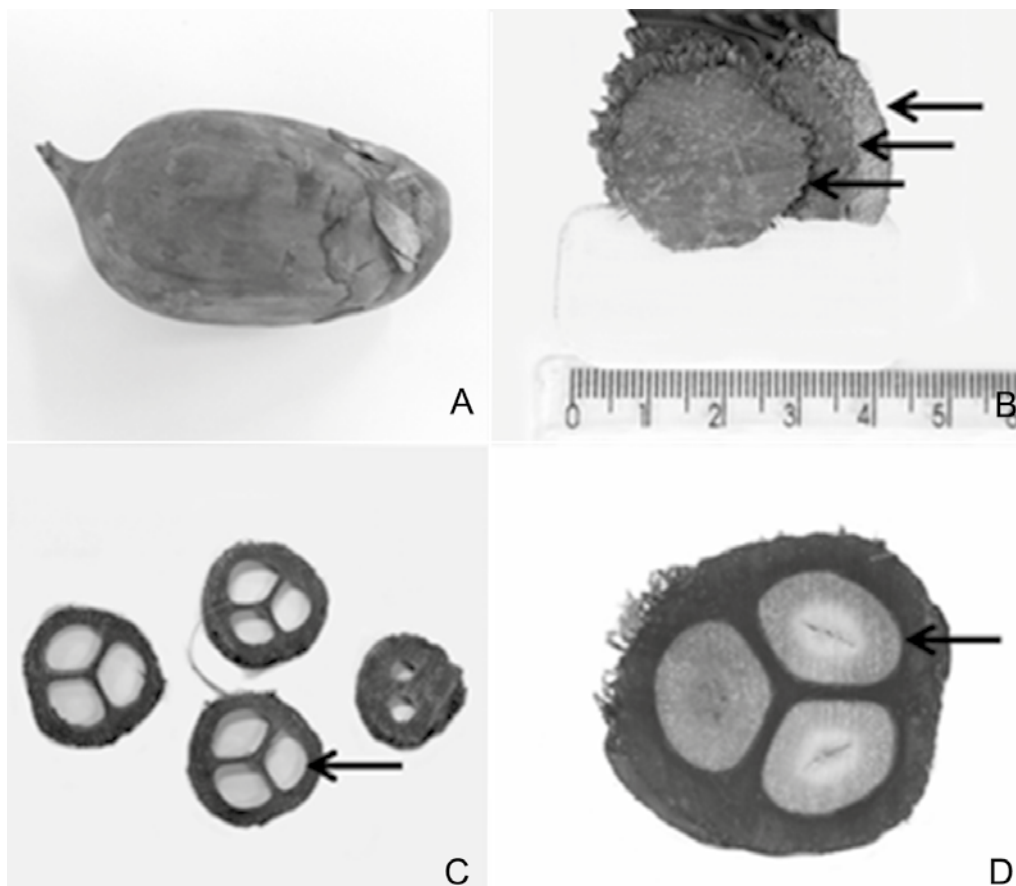


FIGURA 2. Fruto de *Attalea pindobassu* Bondar (babaçu). A. Fruto inteiro. B-D. Seções transversais. B. Diferenciação das regiões em epicarpo, mesocarpo e endocarpo (setas). C. Endocarpo, evidenciando os lóculos das amêndoas. D. Endocarpo com as amêndoas.

Análise das fibras através do macerado (Tabela 1)

Baseado nas classificações de Metcalfe & Chalk (1983) e Tostes *et al.* (2013), as fibras do fruto apresentaram-se extremamente curtas (menores que 500 μm) e com paredes espessas (3 a 5 μm), enquanto as das folhas apresentaram-se como moderadamente curtas (700 μm a 900 μm) e com paredes muito espessas (> 5 μm), com ambos os diâmetros totais pequenos (até 25 μm). Em ambos, fruto e folha, as fibras são libriformes (Figura 3A-B), e apresentaram bifurcações nas extremidades (Figura 3C-D).

O resultado dos índices para os resíduos do epicarpo do fruto foram: fração parede de 54%, coeficiente de rigidez de 45%, índice de Runkel de 1,5 e índice de enfieltramento de 15. No mesocarpo a fração parede foi de 60%, coeficiente de rigidez de 35%, índice de Runkel de 2, e índice de enfieltramento de 30 (Tabela 2). Houve diferença estatística significativa para o índice de Runkel entre epicarpo e mesocarpo ($p=0.005422$) (Figura 4). O resultado da análise estatística aplicada às diferentes regiões do fruto indica que as fibras do mesocarpo são

mais espessas, qualificando-as como mais adequadas para a queima.

Nas folhas, os resultados foram fração de parede de 76%, coeficiente de rigidez de 21%, índice de Runkel de 3,5 e índice de enfieltramento de 40. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores das diferentes regiões do segmento foliar para o índice de Runkel ($F_{0,05;2;267}=2,13$) (Figura 5).

A partir dos valores dos índices demonstrados na tabela 1, foi realizada uma comparação destes com os valores estimados por Paula & Alves (2005), e Tostes *et al.* (2013), que consideram os seguintes valores derivados como recomendados para a utilização das fibras na combustão: fração parede acima de 60% e índice de Runkel a partir de 2. A comparação entre as duas regiões do fruto nos permite inferir que o mesocarpo possui uma maior densidade que o epicarpo, uma vez que a fração parede e o índice de Runkel revelaram valores mais elevados, e o coeficiente de rigidez com valor mais baixo. O valor do índice de Runkel encontrado para as fibras do mesocarpo nos indica que estas possuem *status* regular para a produção de papel, mas podem ser utilizadas para a combustão (Almeida *et al.*

TABELA 1. Medidas (μm) das fibras do fruto (epicarpo e mesocarpo) e da folha (ápice, meio e base) de *Attalea pindobassu* Bondar (Arecaceae).

	Fruto		Folha		
	Epicarpo	Mesocarpo	Ápice	Meio	Base
Comprimento total	193,16	404,16	660,78	887,94	813,78
Diâmetro total	13,16	13,49	12,94	13,32	13,51
Espessura da parede	3,62	4,28	5,00	5,30	5,28
Diâmetro do lúmen	5,91	4,18	2,96	2,64	2,96

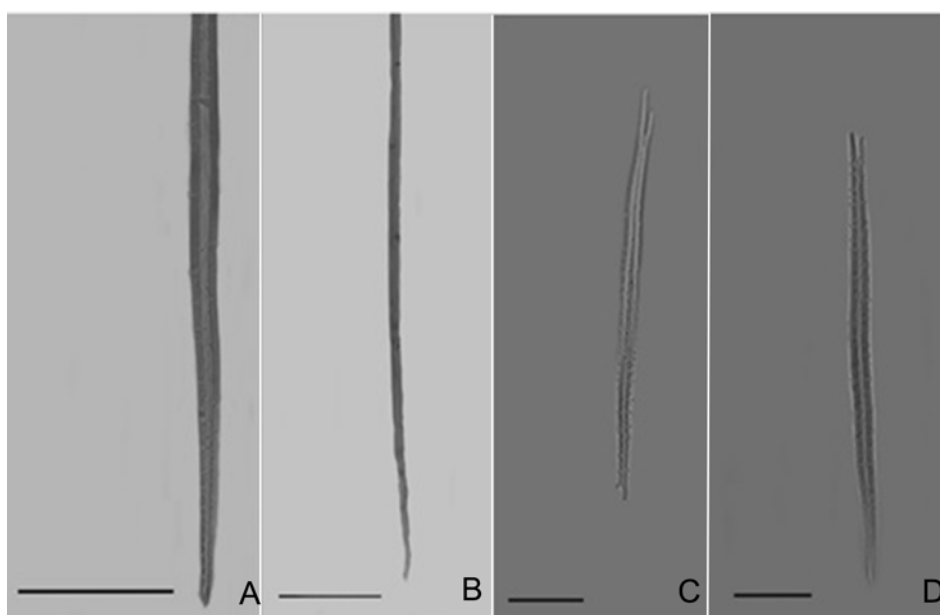


FIGURA 3. Fibras dos resíduos de epicarpo e da folha de *Attalea pindobassu* Bondar (babaçu). A. Fibras do epicarpo. B. Fibras da folha. C-D. Fibras do epicarpo, com bifurcações nas extremidades. Escala = $100\mu\text{m}$.

TABELA 2. Valores médios dos índices encontrados referentes às fibras do fruto (epicarpo e mesocarpo) e da folha (ápice, meio e base) de *Attalea pindobassu* Bondar (Arecaceae).

	Fruto		Folha		
	Epicarpo	Mesocarpo	Ápice	Meio	Base
Fração de Parede (%)	54,47	63,34	76,52	78,61	77,67
Coefficiente de Rigidez (%)	45,53	36,66	23,48	21,39	22,33
Índice de Runkel	1,51	2,33	3,69	4,16	3,92
Índice de Enfeltramento	15,28	30,53	50,43	64,94	60,23

2002; Teixeira 2002; Carrazza *et al.* 2012; Guimarães & Silva 2012).

Assim como o mesocarpo, as folhas foram consideradas recomendadas para queima, porém inapropriadas para fabricação de papel (Paula & Alves 1997; Tostes *et al.* 2013). Seguindo o que foi estabelecido na literatura (Paula & Alves 1997; Paula 2005; Tostes *et al.* 2013), os resultados obtidos foram baixos para o coeficiente

de rigidez e índice de enfeltramento (média de 22,4% e 58,53 respectivamente), indicando baixo grau de colapso das fibras e sem afilamento adequado; e valores altos para o índice de Runkel (fibras do ápice, meio e da base tipo V – valores acima de dois) e da fração de parede (média de 77,6%), indicando alta rigidez das fibras e grande quantidade de lignina e celulose. As fibras por serem curtas e com paredes espessas,

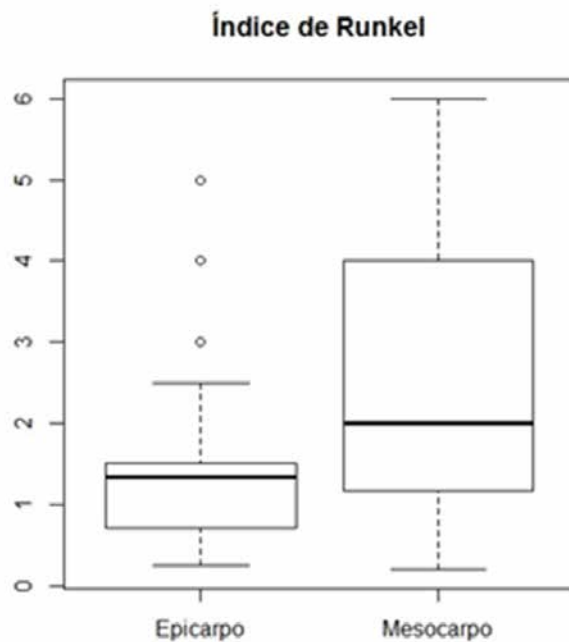


FIGURA 4. Comparação dos valores médios do Índice de Runkel das fibras do epicarpo e mesocarpo de *Attalea pindobassu* Bondar (babaçu).

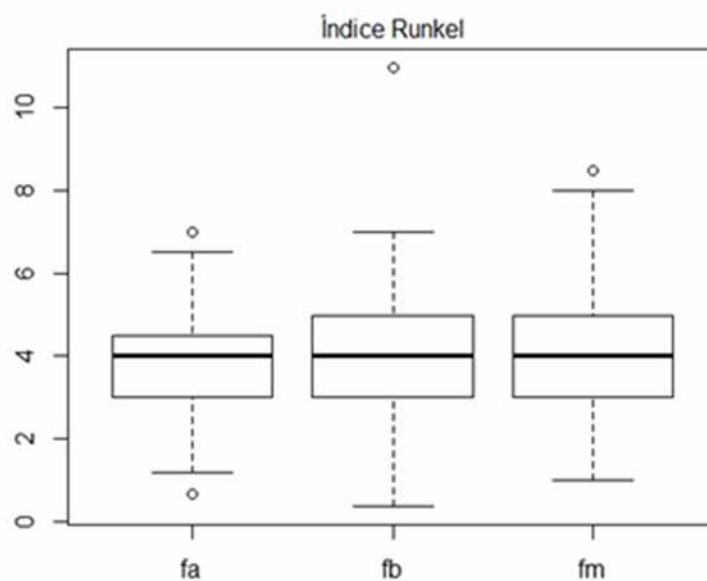


FIGURA 5. Comparação dos valores médios do Índice de Runkel entre as diferentes regiões de seguimentos foliares localizados na região mediana da folha de *Attalea pindobassu* Bondar (babaçu): ápice (fa), base (fb) e meio (fm).

não possuem flexibilidade, resistência e nem grau adequado de achatamento, sendo consideradas inapropriadas para fabricação de papel. A alta quantidade de lignina e celulose indica uma maior quantidade de biomassa para queimar durante o processo de combustão, logo podem ser utilizadas satisfatoriamente para este fim, e também para uso na fabricação de compósitos e de carvão ativado, como em *Attalea funifera* Mart. por compartilhamento dessa característica (De Deus *et al.* 2005; D'Almeida *et al.* 2006; Avelar *et al.* 2010).

Conclusão

A análise dos valores derivados (índices), e o tratamento estatístico dos dados obtidos, a partir das medidas das fibras do epicarpo e mesocarpo do fruto em microscopia óptica, evidenciam que tais estruturas são positivamente indicadas para a combustão e utilização na indústria, sendo que as fibras do mesocarpo se mostraram ainda mais adequadas. Quanto às fibras das folhas, não obtivemos diferenças significativas entre as diferentes regiões do segmento foliar. Por demonstrarem

valores mais elevados do que os encontrados nos frutos, concluímos que estas também se mostraram adequadas para a combustão, mas inapropriadas para produção de papel. Estudos comparando os caracteres aqui descritos com o de outras espécies de *Attalea* serão importantes para auxiliar tanto na qualificação do potencial das fibras da folha e fruto desse gênero, quanto para a diagnose interespecífica, podendo vir a contribuir para uma melhor delimitação do grupo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (405811/2013-6) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB (T.O. PET0039/2012, PNE 0020/2011) pelo auxílio financeiro.

Referências

- Almeida RR, Del Menezzi CHS, Teixeira DE. 2002. Utilization of the coconut shell of babaçu (*Orbignya* sp.) to produce cement-bonded particleboard. *Bioresource Technology* 85: 159-163.
- Avelar FF, Bianchi ML, Gonçalves M, Mota EG. 2010. The use of piassava fibers (*Attalea funifera*) in the preparation of activated carbon. *Bioresource Technology* 101: 4639-4645.
- Carrazza LR, Silva ML, Ávila JCC. 2012. Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto do Babaçu. Brasília, Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN).
- D'Almeida JRM, Aquino RCMP, Monteiro SN. 2006. Tensile mechanical properties, morphological aspects and chemical characterization of piassava (*Attalea funifera*) fibers. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* 37: 1473-1479.
- De Deus JF, Monteiro SN, D'Almeida JRM. 2005. Effect of drying, molding pressure, and strain rate on the flexural mechanical behavior of piassava (*Attalea funifera* Mart) fiber polyester composites. *Polymer Testing* 24: 750-755.
- Foelkel CEB, Barrichelo LEG, Milanez AF. 1975. Estudo comparativo das madeiras de *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus paniculata*, *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus tereticornis* para produção de celulose sulfato. *Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais* 10: 17-37.
- Glassman SF. 1999. A taxonomic treatment of the palm subtribe Attaleinae (tribe Cocoeae). Vol. 59. Urbana, University of Illinois Press.
- Guimarães CAL, Silva LAM. 2012. Piaçava da Bahia (*Attalea funifera* Martius): do extrativismo à cultura agrícola. Ilhéus, Editus.
- Kraus JE, Arduin M. 1997. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Seropédica, Editora da Universidade Federal Rural.
- Lorenzi H, Kahn F, Noblick LR, Ferreira E. 2010. Flora Brasileira: Arecaceae (Palms). Nova Odessa, Instituto Plantarum.
- Metcalfe CR, Chalk L. 1983. Anatomy of the dicotyledons. Vol. II Wood structure and conclusion of the general introduction. Oxford, Clarendon Press.
- Paula JE, Alves JLH. 1997. Madeiras Nativas – Anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso. Brasília, Editora Fundação Mokiti Okada.
- Paula JE. 2005. Caracterização anatômica da madeira de espécies nativas do Cerrado, visando sua utilização na produção de energia. *Cerne* 11: 90-100.
- Pintaud JC. 2008. An overview of the taxonomy of *Attalea* (Arecaceae). *Revista Peruana de Biología* 15: 55-63.
- Teixeira MA. 2002. Biomassa de babaçu no Brasil. In: Encontro De Energia No Meio Rural, 4, Campinas. Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE) - UNICAMP: 210-220.
- Tostes LCL, Machado SR, Carim MJV, Guimarães JRS. 2013. Morfometria das fibras do sistema radicular de *Philodendron bipinnatifidum* Schott. *Biota Amazônica* 3: 15-22.

Qualificação das fibras do pericarpo do fruto de *Attalea funifera* Mart. e *Elaeis guineensis* Jacq. para indicação de uso sustentável de seus resíduos

Geovane de Jesus Santos, Danilo Luis Cerqueira Dias, Kelly Regina Batista Leite, Marcelo dos Santos Silva & Lazaro Benedito da Silva

As palmeiras oleaginosas constituem importante alternativa de renda para os agricultores, figurando-se com um fator contribuinte para a fixação do homem no campo e conseqüente diminuição do êxodo rural. Sua produção é notória em diversos municípios da Bahia apresentando variadas formas de utilidades, podendo ser aproveitada todas as partes da planta, praticamente, na forma de alimentos, confecção de artesanatos, construções, dentre outros. O uso das amêndoas e dos óleos tem gerado diversos resíduos não aproveitáveis comercialmente estabelecendo um problema para os produtores. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo a análise das dimensões das fibras do pericarpo dos frutos de *Attalea funifera* Mart. e *Elaeis guineensis* Jacq., a fim de qualificá-las para uso como combustível ou na produção de papel, agregando valores a estes resíduos. Foi adotado o método de maceração de Franklin a fim de fazer a dissociação das fibras dos frutos, seguida da mensuração das fibras em microscopia e, posteriormente, o cálculo dos valores derivados. Os resultados apontaram que as fibras das espécies estudadas possuem potencial para serem utilizadas como fonte de energia.

Introdução

As palmeiras pertencem à família Arecaceae (Palmae) com cerca de 1.500 espécies e 200 gêneros no mundo, ocorrendo em quase todos os habitats (Lopes *et al.* 2015). No Brasil são conhecidos 39 gêneros nativos que agrupam 264 espécies (Leitman *et al.* 2013). Esta família é reconhecida pela diversidade de usos de seus produtos na alimentação, construções, artesanatos, cosméticos, dentre outros, constituindo uma importante fonte de renda em diversas regiões do Brasil e do mundo (Clemente *et al.* 2005). Desta forma, segundo Lopes *et al.* (2015), ela é considerada uma das mais importantes fontes de produtos não madeireiros.

Attalea funifera Mart. (piaçava) e *Elaeis guineensis* Jacq. (dendezeiro), duas espécies oleaginosas cultivadas na Bahia apresentam grande importância econômica local. *A. funifera* é endêmica do Brasil, possuindo alto valor agroeconômico. Esta espécie apresenta maior concentração de cultivo nos municípios de Canavieiras, Ilhéus, Itacaré, Maraú, Camamu, Ituberá, Nilo Peçanha, Taperoá, Valença e Cairu, considerando o estado da Bahia (Melo 2001). Segundo Barreto (2009) a Bahia é responsável por 95% do cultivo dessa es-

pécie, ressaltando o uso desta palmeira para confecção de artesanatos, no Litoral Norte, e artesanatos e vassouras no Litoral Sul. O fruto é classificado como simples, pluricarpelar e plurilocular, destacando-se no uso para alimentação, através da extração de óleos, e para a confecção de bijuterias, com o endocarpo (Barreto 2009). Outras utilizações são descritas por Melo (2001), a citar: a exploração como isolante térmico, cobertura de quiosques em praias, além da utilização do endocarpo na fabricação de carvão ativado e combustível em fornos industriais, e do mesocarpo para produção da chamada farinha de “satim”.

A *Elaeis guineensis* é de origem africana e foi introduzida no Brasil no período colonial, inicialmente na Bahia e na região amazônica, no século XVI, usada na culinária pelos povos escravizados (Venturieri *et al.* 2009). Segundo Agriannual (2008) os maiores cultivos situam-se na região amazônica, sendo o Estado do Pará o maior produtor nacional. De acordo com Muller (1998) seu fruto é rico em óleos no epicarpo e mesocarpo, e nas amêndoas, chegando a produzir até 5t de óleo de palma e até 1,5t de óleo de palmiste por hectare anualmente, possuindo um mercado bem estruturado. Outro uso é destacado por Silva *et al.* (2005) na fabricação da chamada torta de dendê,

para alimentação animal. Segundo Paula (2005) as palmeiras arbóreas são altamente ricas em lignina, notadamente os estipes, folhas e frutos, e podem, portanto, serem consideradas uma fonte de energia alternativa renovável a ser explorada.

Há alguns trabalhos na área de qualificação de madeiras que justificam a importância do Brasil desenvolver tecnologias destinadas à exploração sustentável de energia acumulada nos vegetais. Destacam-se alguns de Paula, nos quais ele descreve espécies do Cerrado (Paula 2005), de matas ciliares do centro-oeste brasileiro (Paula *et al.* 2000) e da Amazônia (Paula 2003). Na Bahia, menciona-se o estudo de Silva *et al.* (2018) que qualifica 25 espécies nativas da Mata Atlântica para produção de papel e/ou energia. Todos estes estudos citados qualificam as madeiras de acordo com características anatómicas e de sua densidade.

Muitas comunidades do Nordeste utilizam os produtos das palmeiras como fonte de renda e subsistência familiar. Dentre estas, destacam-se o uso das duas espécies foco deste estudo e a produção de uma grande quantidade de resíduos provenientes de partes do fruto que não são aproveitados comercialmente, constituindo-se em um problema para os produtores. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo examinar a dimensão das fibras do epicarpo dos frutos de *A. funifera* e *E. guineensis* a fim de qualificá-las para geração de energia e/ou fabricação de papel, de forma a agregar valores a estes resíduos enfatizando sua produção sustentável e responsável.

Material e Métodos

Coleta de materiais

A coleta dos frutos foi realizada nos municípios de Nilo Peçanha (13°36'13" S, 39°6'14" W), Ituberá (13°43'56" S, 39°09'01" W) e Tape-roá (13°32'17" S, 39°05'55" W), Bahia, Brasil em dezembro de 2017. Coletou-se frutos de três indivíduos de cada espécie estudada. As amostras foram processadas, incluindo lavagem e secagem em estufa, no Laboratório de Anatomia Vegetal e Identificação de Madeiras (LAVIM) do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia - UFBA, e na Xiloteca Professor José Pereira de Sousa (PJPSw) pertencente a essa mesma instituição.

Preparo dos macerados

Para a mensuração das fibras, foi utilizada a técnica de maceração de Franklin, modificado

por Kraus & Arduin (1997). Retirou-se esquirolas longitudinais do epicarpo dos frutos de ambas as espécies, três repetições para cada indivíduo, sendo estas mantidas em peróxido de hidrogênio e ácido acético glacial na proporção 1:1 em estufa a 60 °C de 24 a 48 horas, ou até apresentar coloração clara, esbranquiçada. Em seguida o material foi submetido a lavagens em água destilada com auxílio da centrífuga Eppendorf Centrifuge 5804R® (numa série de cinco vezes, 5 minutos cada, com velocidade de rotação de 5000 rpm/raf) e, posteriormente, corados em safranina alcoólica 1% e armazenados em frascos de vidro com adição de duas gotas de fenol para evitar a proliferação de fungos.

As fibras foram analisadas em microscópio óptico Olympus BX41® com ocular micrometrada, e as medidas de comprimento, diâmetro total e diâmetro do lúmen foram realizadas. Selecionaram-se 75 fibras de forma randômica da *A. funifera* e da *E. guineensis*. Após essa etapa, foi realizado o cálculo dos valores derivados: fração parede, que indica o percentual de parede ocupado em relação ao espaço total ocupado pela fibra; coeficiente de flexibilidade, que aponta a proporção da fibra ocupada pelo lúmen; índice de Runkel, que demonstra o grau de colapso das fibras durante o processo de fabricação de papel; e o índice de enfeltramento, que designa a resistência ao rasgo (Foelkel & Barrichelo 1977, Paula & Alves 2005).

A fração parede, o coeficiente de flexibilidade, o índice de Runkel e índice de enfeltramento das fibras são determinados utilizando-se as fórmulas: $2(EP/DT) \times 100$, $(DL/DT) \times 100$, $2(EP/DL)$ e CT/DT , respectivamente. (CT = comprimento total, DL = diâmetro do lúmen, DT = diâmetro total, EP = espessura da parede) (Paula & Alves 2005).

Resultados e Discussão

Foram calculados os valores médios do comprimento total, espessura da parede, diâmetro do lúmen e o diâmetro total das fibras após a maceração do epicarpo dos frutos (Tab. 1). As fibras são do tipo libriformes com presença de bifurcações nas extremidades, para *A. funifera* (Fig. 1A-C) e apresentando deposição de substâncias desconhecidas no lúmen em *E. guineensis* (Fig. 1D-F). A partir dos dados da Tabela 1 foi possível calcular os valores derivados para as duas espécies em questão (Tab. 2).

Na qualificação das fibras para produção de energia são considerados os valores da fração parede, que devem ser superior a 60%, e do índice

TABELA 1. Valores médios das medidas realizadas nas fibras de *Attalea funifera* Mart. e *Elaeis guineensis* Jacq.

Medidas / Espécies	<i>Attalea funifera</i>	<i>Elaeis guineensis</i>
Comprimento total	675,07 µm	455,40 µm
Diâmetro total	16,07 µm	15,40 µm
Espessura da parede	4,93 µm	4,75 µm
Diâmetro do lúmen	6,20 µm	5,45 µm

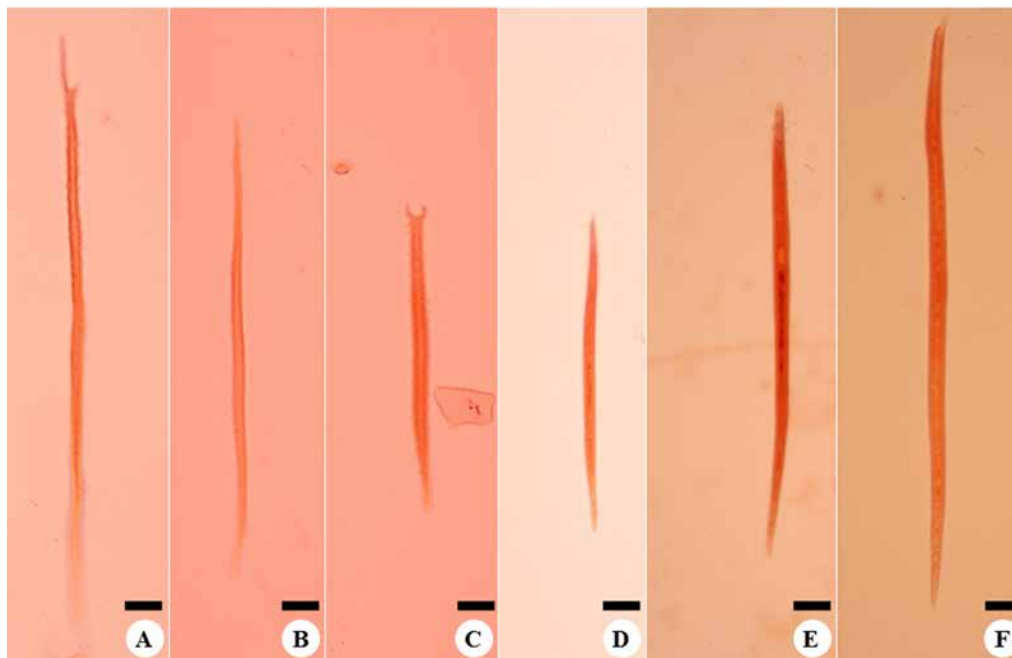


FIGURA 1. Fotomicrografias de fibras dos resíduos do fruto de *Attalea funifera* Mart. (1A-C) e *Elaeis guineensis* Jacq. (1D-F). Escala: 50 µm.

TABELA 2. Valores derivados médios utilizados para qualificação das fibras de *Attalea funifera* Mart. e *Elaeis guineensis* Jacq.

Valores derivados / Espécies	<i>Attalea funifera</i>	<i>Elaeis guineensis</i>
Fração parede	61,74%	63,59%
Coefficiente de rigidez	38,26%	36,41%
Índice de Runkel	1,91	2,46
Índice de enfieltramento	43,91	31,20

de Runkel, a partir de 2 (Foelkel & Barrichelo 1977, Paula & Alves 2005). Para produção de celulose, além da fração parede, que deve ser inferior a 40%, e do índice de Runkel (até 1,0 - boa para papel), outros índices são considerados, a saber: o coeficiente de rigidez, que deve ser superior que 60%, e índice de enfieltramento, no qual se requer um valor igual ou superior a 50 (Runkel 1952; Nisgoski *et al.* 2011).

De acordo com os resultados da Tabela 2, nota-se que os frutos de ambas as espécies apresentam fibras com características similares, considerando os valores derivados em questão, com paredes relativamente espessas em relação

ao diâmetro total da fibra (Foelkel & Barrichelo 1975). A fração parede é superior a 60%, o índice de Runkel superior a 1,0 (limite máximo do valor que considera a fibra como boa para produção de papel) e o índice de enfieltramento inferior a 50. De acordo com a fração parede é possível estipular o percentual de lignina, celulose e hemicelulose das fibras constituintes do fruto, sendo, portanto, este percentual maior que 60% para as duas espécies estudadas (Paula 2005).

Conforme os parâmetros analisados, infere-se que as fibras do pericarpo dos frutos de *A. funifera* e *E. guineensis* possuem “status” para geração de energia por apresentar fração

parede entre 60-63% e com isso, biomassa suficiente para sustentar a combustão. Não sendo recomendadas para produção de celulose por não dispor de fração parede inferior a 60%, índice de Runkel menor que 1,0 e índice de enfiamento superior a 50. Os dados apresentados demonstram a qualificação do esclerênquima das espécies *A. funifera* e *E. guineensis* para a combustão, além da importância econômica já atribuída à estas palmeiras, visto sua utilização em artesanatos, dentre outras, constituindo-se esta utilidade como mais uma alternativa para geração de fonte de renda para os agricultores.

Conclusão

De acordo com os dados obtidos, conclui-se que o epicarpo do fruto das palmeiras *A. funifera* e *E. guineensis*, considerados, muitas vezes, resíduos não utilizáveis comercialmente, caracterizando um problema enfrentado pelos produtores, apresentam fibras que os qualificam para a produção de energia, agregando valor à utilização destes frutos, evitando o desperdício e indicando um manejo mais adequado e sustentável.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Alexsandro dos Santos Sousa pela coleta do material em campo; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (405811/2013-6) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB (T.O. PET0039/2012, PNE 0020/2011), pelo auxílio financeiro.

Referências

- Agriannual: Anuário da Agricultura Brasileira. 2008. São Paulo: Instituto FNP. p. 316.
- Barreto RO. 2009. Técnicas de manejo e sustentabilidade da palmeira *Attalea funifera* Martius – Piaçava da Bahia: Estudo de caso em Massarandupió, Litoral Norte – Bahia. *Candombá Revista Virtual* 5: 80-97.
- Clement CR, Lleras E, van Leeuwen J. 2005. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. *Agrociência* 9: 67-71.
- Foelkel, CEB, Barrichelo, LEG, Milanez, AF. 1975. Estudo comparativo das madeiras de *Eucalyptus saligna*, *E. paniculata*, *E. citriodora*, *E. maculata* e *E. tereticornis* para produção de celulose sulfato. *IPEF* 10:17-37.
- Kraus JE, Arduin M. 1997. Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Rio de Janeiro, EDUR.
- Leitman P, Henderson A, Noblick L, Martins RC. 2013. Arecaceae. In: Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB53>>. Acesso em: 08 Jun. 2018
- Lopes R, Oliveira MSP, Cavallari, MM, Barbieri RL, Conceição LDHCS. 2015. Palmeiras nativas do Brasil. Brasília, Embrapa.
- Melo JRV. 2001. Maturação, germinação e armazenamento de sementes de piaçaveira (*Attalea funifera* Mart.). PhD Thesis, Universidade Estadual Paulista, Brazil.
- Muller AA, Alves RM. 1998. Avaliação de materiais genéticos de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) no Estado do Pará: uma alternativa de solução para o amarelecimento fatal. Belém, Embrapa.
- Nisgoski S, Trianoski R, Muniz GIB, Matos JLM, Batista FRR. 2011. Anatomia de madeira de *Toona ciliata* características das fibras para produção de papel. *Revista Floresta* 41: 717-728. doi: 10.5380/rf.v41i4.25337
- Paula JE. 2003. Caracterização anatômica de madeiras de sete espécies da Amazônia com vista à produção de energia e papel. *Acta Amazônica* 33: 243-262.
- Paula JE. 2005. Caracterização anatômica da madeira de espécies nativas do cerrado, visando sua utilização na produção de energia. *Cernes* 11: 90-100.
- Paula JE, Silva Júnior FG, Silva APP. 2000. Caracterização anatômica de madeiras nativas de matas ciliares do centro-oeste brasileiro. *Scientia Florestalis* 58: 73-89.
- Paula JE, Alves JLH. 2005. Madeiras nativas – Anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso. Brasília, Fundação Mokiti Okada – MOA.
- Runkel O. 1952. Pulp from tropical wood. *Tappi*, 35: 174-178.
- Silva HGO, Pires AJV, Silva FF, Veloso CM, Carvalho GGP, Cezário AS, Santos CC. 2005. Farelo de Cacaú (*Theobroma cacao* L.) e Torta de Dendê (*Elaeis guineensis* Jacq) na Alimentação de Cabras em Lactação: Consumo e Produção de Leite. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34: 1786-1794.
- Silva MS, Santos FAR, Silva LB. 2018. Wood qualification of Atlantic Forest native species for cellulose and energy production. In: Oliveira, AC. (ed.) *Botânica Aplicada*. Ponta Grossa, Atena Editora. p. 177-194.
- Venturieri A, Fernandes WR, Boari A, J, Vasconcelos MA. 2009. Relação entre ocorrência do amarelecimento fatal do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) e variáveis ambientais no estado do Pará. In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Natal.



O pólen de piaçava (*Attalea funifera* Mart.), dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) e licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.), do litoral sul da Bahia

Cleber da Mota Carneiro, Paulino Pereira Oliveira
& Francisco de Assis Ribeiro dos Santos

A família Arecaceae, representada pelas palmeiras, é constituída por 240 gêneros e aproximadamente 2.700 espécies, sendo, no Brasil, representada por 35 gêneros e 380 espécies, já na região Nordeste são referidas cerca de 80 espécies, distribuídas em 15 gêneros. A partir de grãos pólen acetolisados foi estudada, sob microscopia de luz, a morfologia polínica de dendê (*Elaeis guineensis*), licuri (*Syagrus coronata*) e da piaçava (*Attalea funifera*), espécies de palmeiras de importância no Nordeste. Os grãos de pólen dessas espécies variam de médios a grandes, de subprolatos a prolatos, com abertura monossulcada (com âmbito elipsoidal) e/ou tricotomossulcada (com âmbito triangular), ornamentação psilada. Pelo padrão morfopolínico homogêneo, as espécies estudadas foram consideradas como estenopolínicas, não sendo possível sua diferenciação pelos grãos de pólen.

Introdução

A família Arecaceae, representada pelas palmeiras, é constituída por 240 gêneros e aproximadamente 2.700 espécies, e distribuem-se em todas as regiões do mundo sendo que a maioria das espécies se concentra nas regiões tropical e subtropical apresentando, portanto, uma distribuição pantropical (Lorenzi *et al.* 2004, 2010). Pelo conjunto de características botânicas peculiares, representantes das Arecaceae apresentam potencial de uso diversificado em setores como ornamental, econômico e nutricional (Bauermann *et al.* 2010).

No Brasil, a família Arecaceae apresenta 35 gêneros e 380 espécies, sendo referidas para a região Nordeste cerca de 80 espécies, distribuídas em 16 gêneros (Noblick 2018). O estado da Bahia, em especial, é referência no cultivo de espécies como *Allagoptera arenaria* (Gomes) O. Kuntze (Caxandó), *Attalea funifera* Mart. (Piaçava), *Cocos nucifera* L. (Coqueiro), *Elaeis guineensis* Jacq. (Dendzeiro) e *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (Licuri), sendo esta última comum também no norte de Minas Gerais, Pernambuco, Sergipe e Alagoas.

A região sul do estado da Bahia destaca-se pela presença das grandes populações de espécies de Arecaceae, como a Piaçava (*Attalea funifera*), Coqueiro (*Cocos nucifera*) e Dendê (*Elaeis guineensis*), que contribuem de forma

significativa para o desenvolvimento da região, empregando uma parcela da população na extração da fibra da piaçava, como na extração do óleo de dendê e produção de coco. Além dessas atividades, a exploração apícola tornou-se importante, principalmente com a produção de pólen apícola monofloral que é bastante apreciado pelos consumidores, por conta da textura, coloração e sabor adocicado. Contudo, apesar da presença de exploração apícola na região, pouco se tem conhecimento a respeito da atividade, desde dados de flora apícola a informações sobre morfologia polínica das fontes florais visitadas pelas abelhas para elaboração dos seus produtos.

A carência de estudos acerca da morfologia polínica das Arecaceae é notória pelos poucos trabalhos disponíveis para a família (Harley & Baker 2001, Martins *et al.* 2002, Harley & Dransfield 2003, Rodriguez 2003, Bauermann *et al.* 2010). Por outro lado, informações relacionadas à palinologia da família Arecaceae estão presentes em diversos estudos de melissopalínologia (Barth 1989, Moretti *et al.* 2000, Aires & Freitas 2001, Ramalho *et al.* 2007, Oliveira *et al.* 2010, Silva & Santos, 2014, Jesus *et al.* 2014). Assim, reconhecendo a necessidade de ampliação do conhecimento da morfologia polínica de espécies da família Arecaceae, uma investigação da morfologia polínica com as espécies de palmeiras de importância ecológica e econômica foi desenvolvida, principalmente pela grande par-

tipificação desse grupo de plantas na produção de pólen apícola em áreas do Nordeste.

O presente trabalho tem como objetivo geral caracterizar morfológicamente os grãos de pólen das espécies *Attalea funifera*, *Elaeis guineensis* e *Syagrus coronata* pertencentes à família Arecaceae, de modo a permitir a sua individualização no contexto de amostras de pólen apícola.

Material e métodos

O material polínifero analisado foi obtido a partir das coletas de campo, diretamente dos indivíduos representantes das espécies de *Attalea funifera*, *Elaeis guineensis* e *Syagrus coronata*, coletando três espécimes por espécie estudada. A preparação dos grãos de pólen seguiu o método padrão de acetólise de Erdtman (1960), em seguida preparadas lâminas com gelatina glicerinada para as analisadas qualitativa e quantitativa, sob microscopia de luz.

As medidas foram realizadas no prazo de uma semana para evitar variações na dimensão do grão de pólen, conforme recomendações de Salgado-Labouriau (1973). As medidas de tamanho foram feitas aleatoriamente, em 25 grãos de pólen por espécime, nos seguintes diâmetros equatoriais maior (D) e menor (d) no caso dos grãos monossulcados, e diâmetro equatorial no caso de grãos de pólen tricotomossulcados; o tamanho foi estabelecido de acordo com a maior dimensão encontrada em qualquer dos diâmetros.

Para as mensurações da exina, foram utilizados dez grãos de pólen por espécime; a comparação entre as camadas da exina (sexina e nexina) foi feita qualitativamente em microscopia óptica, para análise sob objetiva de 1000× (imersão). Após as mensurações, calcularam-se as médias aritméticas.

A descrição palinológica seguiu o padrão utilizado em trabalhos de morfologia polínica, tendo como base a nomenclatura palinológica de Punt *et al.* (2007). Além disso, catálogos polínicos e especialistas na área, contribuíram para a descrição detalhada da morfologia polínicas das espécies.

As fotomicrografias foram realizadas em microscópio óptico, em aumento de 1000×, por meio de sistema fotográfico digital acoplado ao mesmo. As lâminas palinológicas foram depositadas na Palinoteca do Laboratório de Micromorfologia Vegetal da Universidade Estadual de Feira de Santana (PUEFS).

Resultados e discussão

A seguir são apresentadas as descrições palinológicas das espécies estudadas, seguida de uma caracterização botânica com informações acerca da distribuição geográfica, baseada em dados disponíveis em literatura.

***Attalea funifera* Mart.** (Figura 1 A-C)

Nomes populares: piaçava, piaçaveira, piaçaba-da-bahia.

Descrição polínica: Grãos de pólen de tamanho grande, com simetria radial e bilateral, oblatos, âmbito subtriangular, com abertura variando de tricotomossulcada, em sua maioria, a monossulcada. Exina psilada, com cerca de 3,0 µm de espessura, sexina com espessura maior ou igual à nexina. Tamanho: tricotomossulcados = (57) 71 (82) µm.

Observações gerais: Segundo Lorenzi *et al.* (2010), o caule apresenta-se desde subterrâneo a 15 metros de altura, atingindo 30 centímetros de diâmetro. Folhas pouco numerosas com longos pecíolos; raque foliar ereta e ligeiramente dobrada na parte apical.

Ocorrência: Alagoas, Bahia e Sergipe, na floresta costeira e em restingas, sobre diversos tipos de solos (Lorenzi *et al.* 2010).

***Elaeis guineensis* Jacq.** (Figura 1 D-F)

Nomes populares: palma-de-guiné, dendem, palmeira-dendem, coqueiro-de-dendê, dendê.

Descrição polínica: Grãos de pólen de tamanho médio, com simetria radial, oblatos, âmbito subtriangular, com abertura variando de tricotomossulcados, em sua maioria, a monossulcados. Exina psilada, com cerca de 2,0 µm de espessura, sexina com espessura igual à nexina. Tamanho: tricotomossulcados = (31) 36 (43) µm; monossulcados = (35) 44 (53) µm.

Descrição botânica: O caule é classificado como estipe, ereto e sem ramificações. Pode medir até 30 metros de altura, porém, em condições florestais, é raro atingir mais de 20 metros. O diâmetro médio do caule é de 22 a 75 centímetros, com variações em função da espécie, do cultivar e do ambiente (Gonçalves 2001).

Ocorrência: É uma palmeira originária da Costa Ocidental da África, sendo este um dos principais locais onde é cultivada, juntamente com a Ásia e Américas Central e do Sul. No Brasil, os plantios comerciais estão principalmente

nas regiões Norte e Nordeste. A região Norte é, atualmente, a responsável pela maior produção nacional de dendê, com destaque para os estados do Pará e Amapá. Já a região Nordeste tem menor participação na produção nacional do dendê, destacando-se neste cenário o estado da Bahia como principal produtor da região (Gomes *et al.* 2009).

Syagrus coronata (Mart.) Becc. (Figura 1 G-I)

Nomes populares: licuri, licurizeiro, ouricuri, coqueiro-cabeçudo.

Descrição polínica: Grãos de pólen de tamanho médio, com simetria radial e bilateral, oblatos, âmbito subtriangular, com abertura conspicua, de forma irregular variando de monossulcada, em sua maioria, a tricotomossulcada. Exina psi-

lada, com cerca de 2,0 µm de espessura, sexina com espessura maior ou igual à nexina. Tamanho: monossulcados = (31) 42 (49) µm.

Observações gerais: É uma palmeira que apresenta caule solitário, ereto e com folhas dispostas em cinco fileiras verticais. O caule pode apresentar de três a dez metros de altura, e o diâmetro pode variar de 15 a 25 centímetros (Lorenzi *et al.* 2004).

Ocorrência: Típica do semiárido nordestino, a espécie tem uma nítida preferência pelas regiões secas e áridas das caatingas e florestas semidecíduas, assim como nas zonas de transição para a restinga e o cerrado, abrangendo desde o norte de Minas Gerais, ocupando toda a porção oriental e central da Bahia, até o sul de Pernambuco, incluindo também os Estados de Sergipe e Alagoas (Noblick 1986).

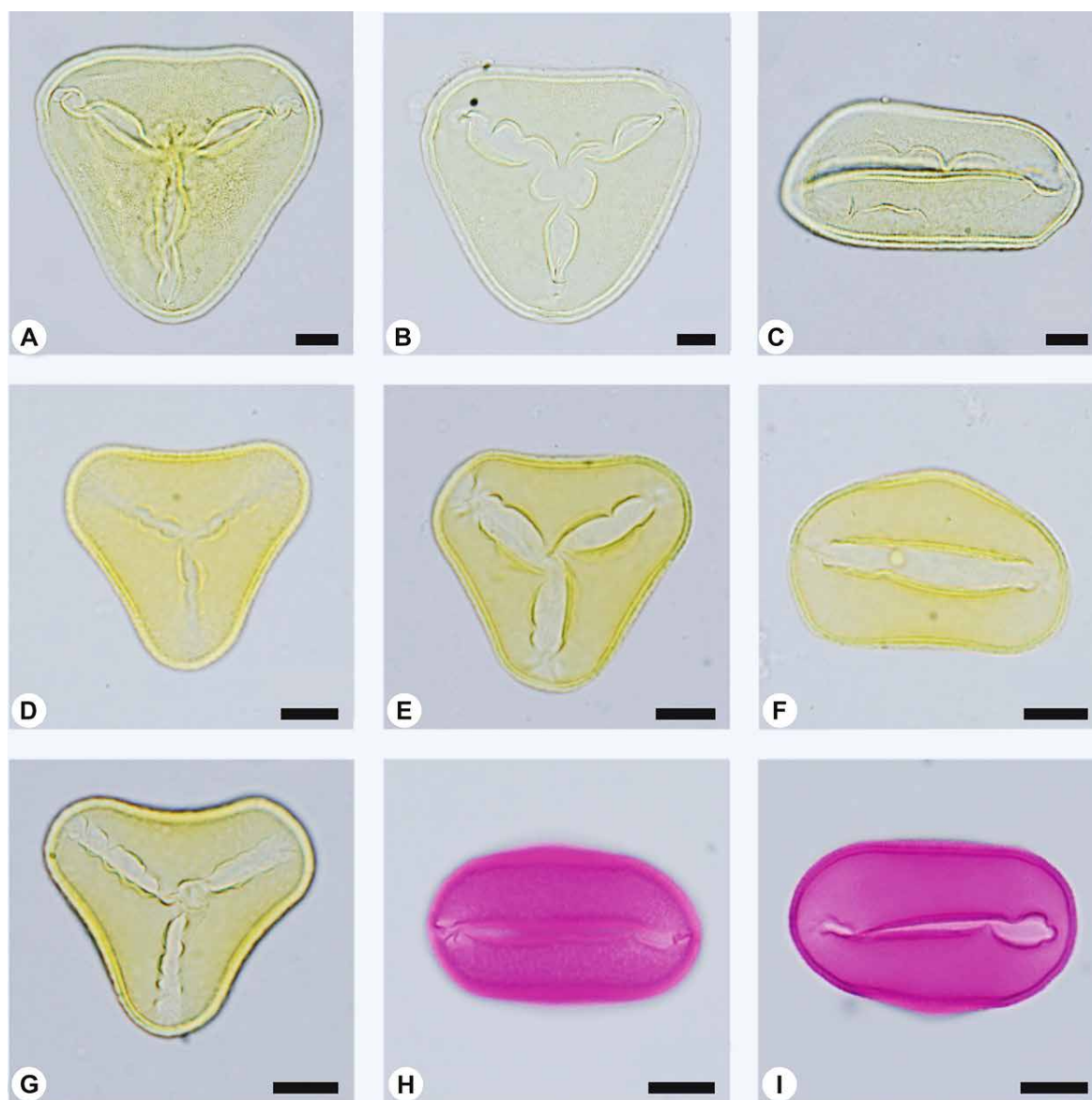


FIGURA 1. Grãos de pólen da família Arecaceae em vista polar. **A-C.** *Attalea funifera* Mart. **D-F.** *Elaeis guineensis* Jacq. **G-I.** *Syagrus coronata* (Mart) Becc. (Escala = 10µm). [A coloração rosada é decorrente do corante safranina, utilizado nas preparações]

Comentários

Alguns autores descrevem os grãos de pólen da família com uma ampla variedade de caracteres, especialmente entre os gêneros, sendo assim indicada uma família euripolínica (Aires & Freitas 2001, Moretti *et al.* 2000, Ramalho *et al.* 2007, Bauermann 2010).

As diferenças nos caracteres são observadas principalmente na abertura e na ornamentação. O tipo apertural pode variar de sulcado, com o sulco linear (monossulcado) ou trirradiado em Y (tricotomossulcado). Os autores citados acima indicam haver ainda para a família grãos de pólen porados, diporados e triporados, mas não foram observados nas espécies estudadas. Em relação à ornamentação, os grãos de pólen das palmeiras exibem uma diversidade os padrões como escabrado, equinado, verrucado, psilado, baculado e reticulado. Como o estudo aqui apresentado é vinculado à aplicação dos dados morfopolínicos à melissopalínologia, só foram feitas análises em microscopia óptica, de modo que os grãos de pólen das espécies estudadas nesse nível se apresentaram sempre com exina psilada.

Nas três espécies estudadas foram encontrados grãos de pólen com dimorfismo apertural, isto é, com grãos de pólen monossulcados e outros tricotomossulcados na mesma antera. Contudo, vale ressaltar que, mesmo com a presença desse dimorfismo, nas espécies *Attalea funifera* e *Elaeis guineensis*, predominaram grãos de pólen com abertura do tipo tricotomossulcados. Já em *Syagrus coronata*, o tipo apertural monossulcado foi o mais frequente dentre os grãos de pólen.

Variações nos diâmetros dos grãos de pólen das palmeiras estudadas também foram observadas, caracterizando os grãos de pólen de *Syagrus coronata* como médios, e os de *Attalea funifera* e *Elaeis guineensis* como grandes.

Conclusões

A morfologia dos grãos de pólen das espécies aqui examinadas permitiu inferir que os grãos de pólen são simétricos, subtriangulares, com presença dos tipos aperturais monossulcado e/ou tricotomossulcado, e sexina psilada. O conjunto dessas características revelou-se insuficiente na separação dos táxons, pois são muito homogêneos em suas características polínicas (são estenopolínicos). Nestes casos emprega-se o agrupamento das espécies em tipos polínicos, considerando as limitações das análises sob microscopia de luz como recurso para identificação.

Referências bibliográficas

- Aires ERB, Freitas BM. 2001. Caracterização palinológica de algumas amostras de mel do estado do Ceará. *Ciência Agrônômica* 32: 22-29.
- Barth OM. 1989. O pólen no mel brasileiro. Rio de Janeiro, Gráfica Luxor.
- Bauermann SG, Evaldt ACP, Zanchin JR, Bordignon SAL. 2010. Diferenciação polínica de *Butia*, *Euterpe*, *Geonoma*, *Syagrus* e *Thrithrinax* e implicações paleoecológicas de Arecaceae para o Rio Grande do Sul. *Iheringia* 65(1): 35-46.
- Erdtman G. 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 39: 561-564.
- Gomes M, Biondi A, Brianezi T, Glass V. 2009. O Brasil dos agrocombustíveis: Impactos das Lavouras sobre a Terra, o Meio e a Sociedade - Gordura Animal, Dendê, Algodão, Pinhão-Manso, Girassol e Canola. Centro de Monitoramento dos Agrocombustíveis.
- Gonçalves ACR. 2001. Dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.). In: Castro PRC, Kluge RA. (Coord.) *Ecofisiologia de culturas extrativas: cana-de-açúcar, seringueira, coqueiro, dendezeiro e oliveira*. Cosmópolis: Stoller do Brasil. p. 95-112.
- Harley MM, Baker WJ. 2001. Pollen aperture morphology in Arecaceae: Application within phylogenetic analyses, and a summary of record of palm-like pollen the fossil. *Grana* 40: 45-77.
- Harley MM, Dransfield J. 2003. Triporate pollen in the Arecaceae. *Grana* 42: 3-19.
- Jesus MC, Borges RLB, Souza BA, Brandão HN, Santos FAR. 2014. A study of pollen from light honeys produced in Piauí State, Brazil. *Palynology* 39(1): 110-124.
- Lorenzi H, Noblick LR, Kahn F, Ferreira E. 2010. *Flora brasileira: Arecaceae (Palmeiras)*. Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- Lorenzi H, Souza HM, Cerqueira LSC, Costa JTM, Ferreira, E. 2004. *Palmeiras Brasileiras e Exóticas Cultivadas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- Martins LHP, Miranda IPA, Nunes CD. 2002. Morfologia polínica de populações Amazônicas de *Elaeis oleifera* (Kunth) Corté. *Acta Amazonica* 33(2): 159-166.
- Moreti ACCC, Carvalho CAL, Marchini LC, Oliveira PCF. 2000. Espectro polínico de amostras de mel de *Apis mellifera* L., coletadas na Bahia. *Bragantia* 59: 1-6.
- Noblick LR. 1986. Palmeiras das caatingas da Bahia e as potencialidades econômicas. In: *Simpósio sobre Caatinga e sua Exploração Racional, 1984, Feira de Santana, BA. Anais...* Brasília: Embrapa; Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana p. 99-115.
- Noblick LR. 2018. *Guide to the palms to the Northeastern Brazil*. Feira de Santana: Mícron Bahia.
- Oliveira PP, Van Den Berg C, Santos FAR. 2010. Pollen analysis of honeys from Caatinga vegetation of the state of Bahia, Brazil. *Grana* 49: 66-75.

Punt W, Hoen PP, Blackmore S, Nilsson S, Le Thomas A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 143: 1-81.

Ramalho MR, Silva MDS, Carvalho CAL. 2007. Dinâmica de uso de fontes de pólen por *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae): uma análise comparativa com *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), no Domínio Tropical Atlântico. *Neotropical Entomology* 36: 38-45.

Rodriguez SM. 2003. Variaciones en la morfología polínica de *Arecaceae* en Cuba: abertura tricotomosulcada y estratificación de la exina. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 24(1-2): 71-79.

Salgado-Labouriau ML. 1973. Contribuição à palinologia dos cerrados. Rio de Janeiro. Academia Brasileira de Ciências.

Silva APC, Santos FAR. 2014. Pollen diversity in honey from Sergipe, Brazil. *Grana* 53 (2): 159-170.

Potencial das palmeiras para a produção de pólen apícola: Foco na Costa do Dendê, litoral da Bahia

Rodolfo de França Alves, Alexsandro dos Santos Sousa & Francisco de Assis Ribeiro dos Santos

O Brasil é um país considerado extremamente diverso do ponto de vista botânico e apresenta um dos biomas mais ricos do planeta, como a Amazônia e Mata Atlântica. No âmbito das florestas neotropicais, destacam-se algumas famílias botânicas como, por exemplo, Arecaceae, considerada a segunda maior família dentro do grupo das monocotiledôneas e as espécies que constituem essa família apresentam a característica de serem poliníferas. Dentre as espécies encontradas na região Nordeste, destaque para *Cocos nucifera* L., *Elaeis guineensis* Jacq. e *Attalea funifera* Mart., que são destaques nos estados de Sergipe e Bahia, respectivamente. Nessa região há registro de pesquisas para otimização da produtividade das palmeiras, através da análise polínica para o conhecimento dos recursos utilizados pelas abelhas, assegurando uma maior veracidade na identificação dos grãos de pólen para os produtores. A produção e comercialização de pólen apícola monofloral são recentes. Nesse cenário, o pólen apícola monofloral da família Arecaceae ganhou evidência, principalmente por conta de suas características nutricionais, além da produção massiva ao longo de todo o ano. Assim, implantação de apiários em monoculturas de palmeiras torna-se imprescindível, pois contribui para o desenvolvimento tanto do cultivo quanto da comunidade local, já que surge uma fonte secundária de renda para a população.

A riqueza vegetal existente no nosso planeta é muito elevada, porém, muitas vezes, negligenciada por seus habitantes. A maioria das espécies botânicas apresenta um potencial econômico (medicinal, ornamental e industrial), além de contribuir para a manutenção dos serviços ambientais como, por exemplo, a polinização. Outro ponto fundamental relacionado a essa biodiversidade vegetal está diretamente ligado ao desenvolvimento agrônômico, sendo fundamental para a indústria alimentícia, farmacêutica e de cosméticos, assim como uma fonte de renda para as comunidades locais e/ou regionais. Do mesmo modo, representa um valor cultural, científico, educacional, além do seu próprio valor.

As florestas tropicais possuem cerca de 70% das espécies vegetais, mas contribuem pouco como fonte de matéria prima. Isso está associado ao baixo conhecimento do potencial das plantas. O Brasil é um país considerado extremamente diverso do ponto de vista botânico, apresenta um dos biomas mais ricos do planeta, como a Amazônia e Mata Atlântica, por exemplo. Atrelado a essa diversidade, encontram-se as elevadas taxas de endemismos que caracterizam tais regiões e, talvez, por conta disso, a biodiversidade

não seja conhecida na sua totalidade, diante da sua complexidade e dimensão.

Dentre as 90 mil espécies vegetais existentes na América do Sul, um pouco mais de 1% já foi analisada para diferentes utilidades. Segundo Myers (1984), as pesquisas relacionadas com as florestas tropicais encontram-se na pré-história, uma vez que menos de 10% das espécies analisadas são comercializadas em larga escala. Essa falta de investimento na pesquisa científica reflete na falta de conhecimento acerca das espécies existentes no país.

No âmbito das florestas neotropicais, destacam-se algumas famílias botânicas como, por exemplo, Arecaceae, considerada a segunda maior família, perdendo apenas para as gramíneas (Poaceae), dentro do grupo das monocotiledôneas. O Brasil, sem dúvida, é conhecido como terra das palmeiras, uma vez que possui o maior número de espécies em estado nativo. Segundo Lorenzi *et al.* (2010), é uma família que apresenta 2.700 espécies descritas, pertencentes a 240 gêneros no mundo.

Segundo Dransfield *et al.* (2008), as palmeiras se constituem num dos principais ramos da evolução das monocotiledôneas. No Brasil, ocor-

rem, de forma natural, 38 gêneros e cerca de 270 espécies (Lorenzi *et al.* 2010). As palmeiras possuem uma ampla distribuição geográfica, além de possuir elevada produtividade e diversidade na sua utilização.

Por ser uma família que possui uma ampla distribuição, a região tropical e subtropical são os principais centros de dispersão (Martins & Filgueiras 2006), com a maior ocorrência de gêneros e espécies concentrando-se na Ásia, Indonésia, Ilhas do Pacífico e Américas. Contudo, algumas espécies apresentam uma distribuição tão limitada que são consideradas endêmicas de determinadas regiões. Particularmente para a região tropical, a importância das palmeiras é ainda mais expressiva devido à grande diversidade de produtos que delas podem ser obtidos, especialmente aqueles relacionados aos seus frutos e sementes (Batugal *et al.* 2009).

Dentro da família Arecaceae é possível destacar algumas linhas de pesquisa, além da botânica, que se destacam como, por exemplo, a área de análises químicas e biotecnológicas principalmente. Trabalhos relacionados com a extração de compostos químicos, atividade biológica e atividade antioxidante (Silva & Andrade 2005; Leja *et al.* 2007; Silva *et al.* 2009; Yang *et al.* 2013) também ganham destaque.

As espécies que constituem a família Arecaceae apresentam uma produção significativa

de grãos de pólen, característica que classifica as espécies como poliníferas. Além disso, o grão de pólen é o recurso proteico utilizado pelos polinizadores durante o forrageio. Portanto, esse recurso tem um papel importante na dieta das abelhas e, conseqüentemente, no desenvolvimento da colmeia (Ramalho *et al.* 1985).

Dentre as espécies encontradas na região Nordeste, destaque para *Cocos nucifera* L., *Elaeis guineensis* Jacq. e *Attalea funifera* Mart., que são encontradas em grandes quantidades nos estados de Sergipe e Bahia, respectivamente. Essas espécies tornaram-se referências do ponto de vista econômico, uma vez que mobiliza a economia local em que estão inseridas, contribuindo para o desenvolvimento da região.

Existem inúmeras possibilidades de aproveitamento do recurso oriundo dessas espécies, porém, algumas formas de aproveitamento se destacam melhor que outras como, por exemplo, a produção de coco, extração do óleo de dendê e fabricação de diversos materiais a partir das fibras da piaçava que são produtos primários dessas espécies (Figura 1). Além dessas, outros produtos considerados secundários são utilizados como, por exemplo, o potencial apícola (Alves & Santos 2017), haja vista que apresentam uma produção intermitente de grãos de pólen ao longo do ano.

As espécies da família Arecaceae destacam-se por conta da sua abundância e riqueza no meio



FIGURA 1. Produtos primários oriundos das espécies *Attalea funifera*, *Cocos nucifera* e *Elaeis guineensis*, respectivamente: Produção de fibras de piaçava (A), exploração de coco (B), extração de óleo de dendê (C).

ambiente. A presença de micro habitats na sua estrutura possibilita a sua utilização por vários grupos de animais, além do mais são consideradas espécies-chave em vários ecossistemas. Em algumas regiões, as palmeiras são responsáveis pela caracterização do ambiente como, por exemplo, os coqueirais (*Cocos nucifera*), dendezeiros (*Elaeis guineensis*) e piaçavas (*Attalea funifera*), encontrados na região Nordeste do Brasil (Figura 2).

O potencial econômico das espécies citadas acima é muito alto, por isso o surgimento de monoculturas de palmeiras tornou-se um atrativo para muitos produtores agrícolas. Contudo, esse potencial está vinculado a outros fatores como, por exemplo, temperatura, pluviosidade, características do solo (micro e macronutrientes), entre outros. O uso dessas monoculturas associado com

a atividade apícola também passou a ser uma atividade bastante atrativa, rentável e diferenciada.

A monocultura associada com a apicultura passou a ser uma atividade bem lucrativa, já que os produtos gerados (mel, própolis e pólen apícola) são bem aceitos no mercado consumidor como, por exemplo, o pólen monofloral proveniente de *Cocos nucifera*, produzido no estado de Sergipe (Alves & Santos 2014); a própolis verde, produzida em algumas regiões do Centro-Oeste e Sudeste; e o mel, que é o produto mais comercializado e encontrado em várias partes do país.

O pólen monofloral das palmeiras (Arecaeeae), em específico, ganha um destaque no mercado consumidor por conta de algumas características como a textura, coloração e o sabor



FIGURA 2. Palmeiras na “Costa do Dendê”. **A** – Cultivo de dendezeiro no município de Taperoá, **B** – Plantação de piaçaveira no município de Cairú, **C** – Produção de mudas de açazeiro, **D** – Cultivo de açazeiro no entroncamento da BA 001 com BA 250, município de Ituberá, **E** – Detalhe de Seu Antônio, o produtor das mudas de açáí (à esquerda) e Aleksandro Sousa, o pesquisador (à direita).

adocicado, principalmente das espécies *Cocos nucifera* e *Elaeis guineenses*, que são atrativos ao gosto do consumidor.

As palmeiras do estudo

Segundo Alves & Santos (2017), a família Arecaceae possui espécies com grande potencial na produção de pólen apícola monofloral. Entre as espécies que ocorrem na Bahia, *Attalea funifera* Mart., conhecida popularmente como Piaçava (Figura 3), tem como principal produto comercial sua fibra utilizada para confecção de vassouras, contudo, tem a borra, a palha o coquilho e as sementes como subprodutos também rentáveis, usados na indústria de cosméticos, artesanato, construção civil, produção de insumos alimentares em comunidades tradicionais e em paisagismo (Guimarães & Mattos 2012). Essa

palmeira é endêmica do sul do Estado (Noblick 1991), com predomínio na zona costeira, principalmente nos municípios de Cairu, Ilhéus, Nilo Peçanha, Ituberá, Canavieiras, Belmonte, Tape-roá e Valença (Avelar 2008), nas qual é utilizada pelos apicultores locais para a produção de pólen.

O nome vulgar piaçava é de origem tupi e significa planta fibrosa, sendo utilizada para produção de utensílios caseiros como, por exemplo, a vassoura. Cada palmeira pode formar, aproximadamente, 8 a 10 kg de fibras, com medidas de até 4 metros (D'Almeida *et al.* 2006). Por ser uma planta que necessita de pouco recurso financeiro para plantio, manutenção e exploração, a piaçava passou a ser uma opção agrícola atraente, uma vez que possui custos reduzidos e altos rendimentos (Avelar 2008).

Outra espécie com grande potencial econômico é *Elaeis guineensis* L., conhecida popu-



FIGURA 3. Piaçaveira (*Attalea funifera* Mart.). **A** – Detalhe da planta, com destaque para sua folhagem, **B** – Inflorescência com flores masculinas, **C** – Inflorescência formada por flores femininas e masculinas, **D** – Detalhe do fruto (Coco de Piaçava) em corte transversal.

larmente por dendê (Figura 4). Destaca-se a tal ponto de caracterizar a costa baiana, conhecida como “Costa do Dendê” (Figura 5), na região Nordeste. Essa planta tem uma característica marcante que está relacionada com a produção do óleo de dendê, utilizado em diversos pratos típicos da culinária baiana. Além disso, é uma espécie altamente polínifera e contribui bastante para a expansão da produção apícola na região do baixo sul da Bahia, promovendo o desenvolvimento e diversificação da economia local.

O dendezeiro é uma planta originária da costa ocidental da África, sendo introduzido no Brasil no século XVII, através do tráfico de escravos. É uma planta que apresentou uma excelente adaptação por conta das características climáticas semelhantes e possui como principal produto de extração o fruto que pode produzir dois tipos de óleo: o óleo de dendê ou de palma (*palm oil*, como é conhecido no mercado internacional), extraído da parte externa do fruto, o mesocarpo; e o óleo de palmiste (*palm kernel oil*), extraído da semente, similar ao óleo de coco e de babaçu.

No contexto atual, o Brasil ocupa a 11ª posição em relação à produção anual de óleo de dendê, sendo o Pará o maior produtor, seguido pelos estados do Amapá e Bahia. Assim como na produção da piaçava, a dendeicultura apresenta baixo custo, boa qualidade e ampla utilização, sendo considerado uma das mais importantes atividades agrícolas das regiões tropicais úmidas.

Cocos nucifera L. (Figura 6) apresenta uma distribuição espacial ampla, sendo considerada a frutífera mais difundida no mundo, uma vez que é encontrada em todos os continentes, com origem nas ilhas de clima tropical e subtropical do Oceano Pacífico. O coqueiro é uma das espécies com maior importância socioeconômica das regiões tropicais, sendo produzida em larga escala em 86 países, com destaque para a Indonésia, seguida por Filipinas e Índia. Segundo a FAO, o Brasil ocupa a quarta posição com uma produção superior a 2 milhões de toneladas.

Segundo o Grupo Consultivo de Pesquisa Agropecuária Internacional (CGIAR), o coqueiro

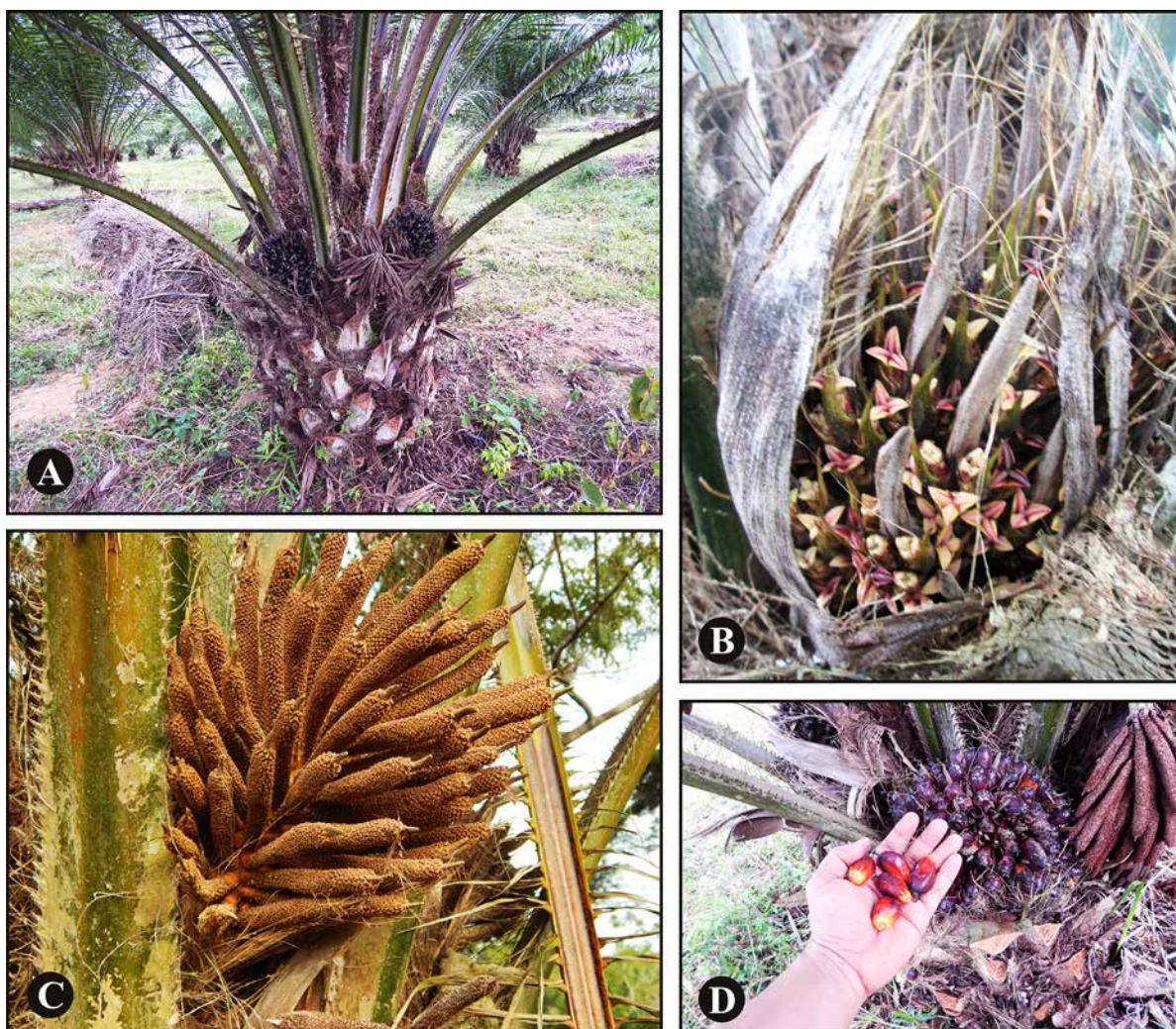


FIGURA 4. Dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.). **A** – Detalhe da árvore, **B** – Inflorescência feminina receptiva, **C** – Inflorescência masculina em total deiscência, **D** – Detalhe de frutos maduros (dendê).

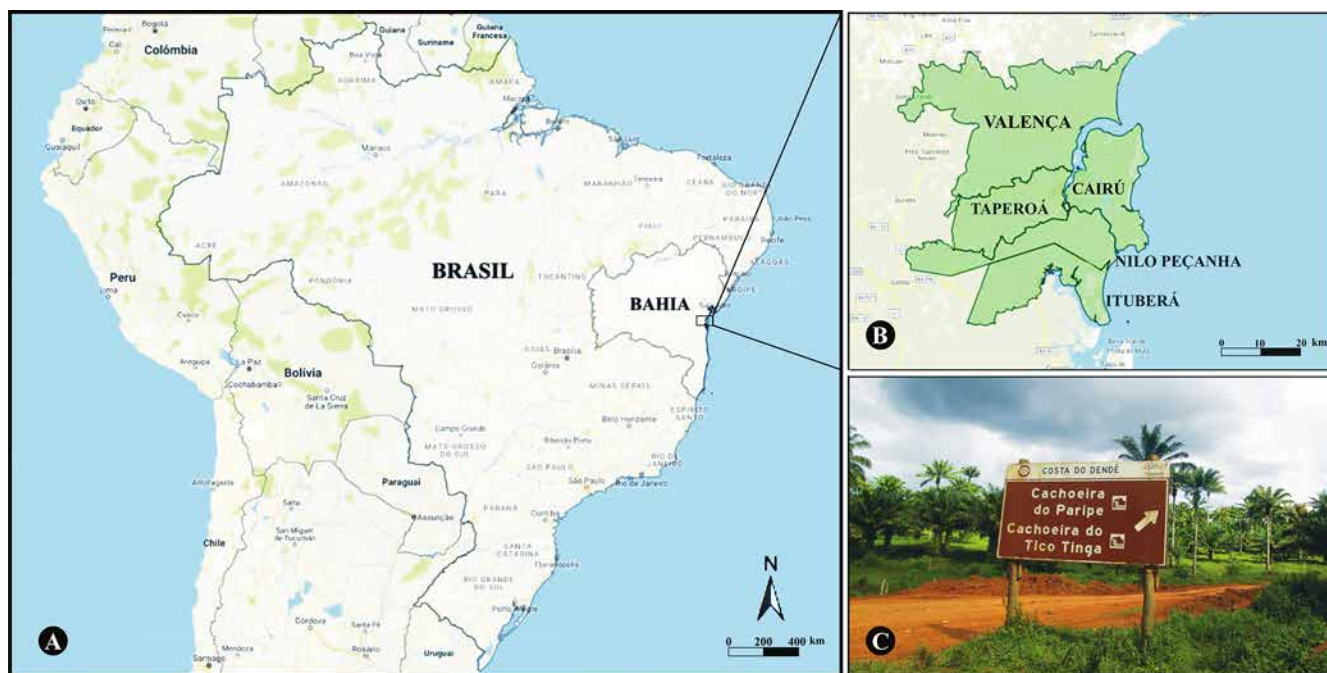


FIGURA 5. Localização da Costa do Dendê. **A** – Mapa do Brasil, em destaque estado da Bahia, **B** – Destaque dos municípios que compõem a “Costa do Dendê”, **C** – Foto do município de Taperoá com palmeiras ao fundo.



FIGURA 6. Coqueiro (*Cocos nucifera* L.). **A** – Plantação de no município de Brejo Grande (Sergipe), e **B** – destaque para a inflorescência.

é uma das vinte e duas culturas mais valorizadas no mundo, sendo importante o investimento na conservação da espécie, uma vez que têm um papel essencial na sustentabilidade de ecossistemas frágeis como, por exemplo, regiões costeiras (Siqueira *et al.* 2002). Em relação à produção e exploração do recurso, o Brasil é o único país do mundo no qual o coco não é utilizado para a obtenção do óleo, sendo a exploração mais focada em outros recursos como, por exemplo, a água de coco.

A quantidade de grãos de pólen coletado por uma colmeia é variável, pois depende de alguns fatores como a espécie da abelha, a disponibilidade de florada e as necessidades nutricionais da colônia (Seeley 1983). Vale ressaltar que essa

quantidade, associada com a qualidade do pólen coletado, afeta diretamente a criação de larvas e a longevidade das abelhas, assim como a reprodução e produção da colônia (Brodschneider & Crailsheim 2010).

Por outro lado, vale destacar o potencial bioativo encontrado nos grãos de pólen que, enriquecido com a saliva das abelhas, apresenta uma composição química muito valiosa e bastante estudada por diversas instituições de pesquisa e países (Carpes *et al.* 2007; Marghitas *et al.* 2009; Moraes *et al.* 2011; Cheng *et al.* 2013; Pascoal *et al.* 2014). Esses estudos promoveram um crescimento elevado do produto no mercado interno e externo, pois a busca por uma vida saudável associada com uma alimentação equi-

librada tornou esse produto bem visto pelos consumidores. O pólen apícola é considerado um suplemento alimentar, além de ser uma excelente fonte energética e apresentar propriedades bioativas e antioxidantes (Silva *et al.* 2009; Féas *et al.* 2012; Bogdanov 2014).

Produção do pólen apícola

A apicultura com o objetivo de produzir pólen apícola é uma opção interessante, do ponto de vista financeiro, para os apicultores, e se tornou destaque no Brasil devido aos bons preços ofertados pelo produto no mercado consumidor nacional, além de ser uma alternativa para diversificação dos produtos obtidos nas colmeias.

Segundo Barreto *et al.* (2005), a produção de pólen apícola no Brasil começou de forma modesta no final da década de 80. Os primeiros trabalhos brasileiros sobre a caracterização, processamento, coleta, preparo e comercialização de pólen foram realizados por Wiese (1982), Alves (1995), Moreti (1995), Funari (1997), Funari *et al.* (1998), entre outros trabalhos.

No sentido ecológico, a produção do pólen apícola inicia-se com as abelhas operárias no campo, com a coleta da matéria prima (grãos de pólen) diretamente das flores e, dessa forma, realizando a polinização. Esses grãos de pólen são armazenados nas patas traseiras (corbículas) e são transportados até a colmeia para estocagem e alimentação das larvas e adultos. Por conta da sua riqueza nutricional, segundo Almeida-Muradian *et al.* (2005), esse recurso auxilia no desenvolvimento de tecidos e órgãos desses animais.

A partir do momento que os grãos de pólen são aglutinados e armazenados nas corbículas,

passa a ser chamado de pólen apícola, pois a adição de substâncias salivares modifica quimicamente sua composição (Barreto *et al.* 2005). Esse produto, assim, é constituído por uma variedade enorme de espécies vegetais, cujos grãos de pólen foram levados até as colmeias para estocagem, porém antes mesmo de ser depositada, uma parte desse produto fica retida (70%), sendo transportada para o interior da colmeia apenas 30%.

Essa retenção é feita mecanicamente com uma estrutura denominada *pollen trap* (coletor de pólen), que é colocada na entrada da colmeia (alvado) e propicia a retirada de uma parte do recurso (Figura 7). Vale ressaltar que a colocação desse coletor deve ser, preferencialmente, no período de abundância de flores, pois assim não prejudica o desenvolvimento da colônia.

É importante ressaltar que a instalação desse coletor de pólen deve ser controlada, pois geralmente as abelhas operárias começam a migrar para as colmeias sem os coletores e isso pode provocar uma diminuição progressiva da população de abelhas e, conseqüentemente, na produção de pólen apícola (Alves 2013). Para tanto, é necessário que o apicultor retire o coletor a cada dois dias, promovendo um equilíbrio nutricional no interior da colmeia.

Após essa primeira etapa, o pólen apícola retido no coletor de pólen é retirado e transportado para o processamento que pode ser realizado através de práticas artesanais (Figura 8). O pólen apícola, inicialmente, é congelado em *freezers* domésticos, pois esse procedimento obrigatório funciona como agente destruidor de ácaros, ovos e larvas de traças (Salomé & Salomé 1998). Em seguida, o material passa pelas estufas de ventilação para a remoção de partículas leves como, por exemplo, fragmentos de abelhas, pernas, asas, dentre outros. Por fim, o produto apícola é enca-



FIGURA 7. **A** – Colmeia com presença do coletor de pólen (*pollen trap*) no alvado e **B** – destaque para coletor com a entrada das abelhas *Apis mellifera* L.



FIGURA 8. Etapas da coleta do pólen apícola retido na caixa coletora (*pollen trap*).

minhado para sala de beneficiamento, cujo setor é responsável pela limpeza detalhada do produto, impedindo a presença de corpos estranhos no produto apícola final (Figura 9).

Após esses procedimentos, o pólen apícola está pronto para comercialização, porém é necessário que esteja regularizado pela vigilância sanitária, uma vez que é imprescindível que o produto apresente alguns parâmetros regidos pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento como, por exemplo, teor de umidade, proteínas, lipídios, cinzas, carboidratos, pH, dentre outros dentro dos valores estimados (Tabela 1). Essa fiscalização também depende da esfera de comercialização do produto apícola, podendo ser comercializado a nível local, estadual ou federal.

O pólen apícola, para ser considerado de boa qualidade, é necessário que apresente determinadas características, como mostradas na tabela 1. Esses parâmetros são importantes e devem ser fiscalizados porque a maioria dos apicultores trabalha de forma clandestina, normalmente por falta de conhecimento ou por encontrar dificuldade na regularização do produto perante os órgãos responsáveis (Barreto *et al.* 2005).

O produto apícola chega ao mercado consumidor com uma variação muito grande no valor, pois a definição de um preço padronizado no Brasil torna-se complicado por conta dos impostos e taxas sobre o produto. Essa variação no valor chama a atenção do produtor para o conhecimento de informações sobre custos e processos logísticos para implantação de preços fixos para as diversas formas de comercialização (Barreto *et al.* 2005). Essas informações são importantes para o desenvolvimento de estratégias para produção em larga escala e com visão de exportação para outros países como, por exemplo, Santa Catarina, que é o único estado que possui essa capacidade, com exportações para Uruguai e Colômbia.

Segundo Barreto *et al.* (2005), as rotas de comercialização desse produto apícola geralmente são para o próprio estado ou até mesmo dentro do país, como é o caso do Paraná e da Bahia, que suprem as demandas internas e de estados próximos. A produção de pólen apícola é muito rentável, principalmente quando comparada ao mel, o que torna a atividade altamente atrativa. Os números da produção de pólen brasileiro são estimados na ordem de 200 toneladas ao ano, com destaque para os estados da Bahia, Santa Catarina e Paraná.

Produção de pólen apícola na Costa do Dendê (Bahia)

No cenário de produtividade em palmeiras, a apicultura apresenta-se como uma ferramenta de otimização para polinização e produção frutos. Através da apicultura associada a monoculturas (pólen apícola monofloral), a produção das plantações torna-se muito mais rentável e, por isso, já vem sendo bem aceito no mercado consumidor (Alves & Santos 2014).

Na região Nordeste, há registro de pesquisas para otimização da produtividade das palmeiras, através da análise polínica para o conhecimento dos recursos utilizados pelas abelhas, assegurando uma maior veracidade na identificação dos grãos de pólen para os produtores (Alves 2017). Existem também trabalhos com seleção de indivíduos geneticamente superiores de dendezeiros (*E. guineensis*) e a sua interação com o ambiente para um bom desempenho agrônomico na produtividade de frutos (Santos 2010). Além desses, há pesquisa sobre polinização assistida com a introdução de um polinizador mais eficiente, *Elaeidobius kamerunicus* Faust. - Coleoptera, a fim de aumentar a taxa de fecundação em dendezeiros e, conseqüentemente, sua frutificação (Moura *et al.* 2008).



FIGURA 9. Processamento e beneficiamento do pólen apícola: **A** – Congelamento em freezers, **B** – estufas de ventilação e **C** – limpeza do pólen apícola.

TABELA 1. Parâmetros físico-químicos do pólen apícola, segundo Legislação Brasileira.

PARÂMETROS	VALORES
Teor de umidade	4,0%
Proteínas	8,0%
Lipídios	1,8%
Cinzas	4,0%
Carboidratos	14,5 a 55,0%
pH	4 a 6

Com o objetivo de fortalecer as potencialidades econômicas locais através segmento da apicultura na região da “Costa do Dendê”, com foco na produção de mel, pólen e própolis, as turmas do Curso de Educação Profissional Técnica de Nível Médio em Florestas Integrado ao Ensino Médio da CFAF – Casa Familiar Agroflorestal do Baixo Sul da Bahia, localizada em Nilo Peçanha, vem recebendo a capacitação de Iniciação à apicultura, por intermédio de uma parceria firmada com a CEPLAC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira). Os agricultores jovens são instruídos no conhecimento da flora local, na biologia, manejo das colmeias, confecção de caixas, captura de enxames, preparação de alimentos artificiais e investimentos e rendimentos das atividades, entre outros.

Desta forma, esses jovens empreendedores tendem a se tornar apicultores a trabalharem em forma de cooperativas. Além do aumento de renda pela comercialização de produtos apícolas, estes produtores estarão realizando

polinização assistida que uma ferramenta importante na produtividade de frutos das culturas locais.

Um polinizador eficiente é capaz de aumentar em mais de 40% a produtividade dos frutos das palmeiras da região. Essa “abelha ideal” para polinizar o açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart., Figura 10) já foi identificada como pertencente ao gênero *Scaptotrigona*, porém ainda está em fase de descrição taxonômica e, por isso, não tem nome científico, mas é bem conhecida pelos criadores de abelhas nativas do Pará como «abelha-canudo». Foi lançado no estado, em 2016, o Programa de Desenvolvimento da Cadeia Produtiva do Açaí no Estado do Pará (Pró-Açaí), elaborado pela Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca (SEDAP) juntamente com a Embrapa Amazônia Oriental e diversas instituições, cujo principal objetivo é diminuir a sazonalidade do fruto. Atualmente, 80% da produção ocorrem nos meses de julho a dezembro (Embrapa 2018a,b).



FIGURA 10. Produção de pólen apícola. **A** – Detalhe de *Apis mellifera* coletando pólen em flores de dendzeiro, **B** – Inflorescência de piçaveira sendo polinizada por abelhas-sem-ferrão, **C** – Apiário montado por jovens da CFAF (Casa Familiar Agroflorestal) em plantações de piçava, **D** – Detalhe do pólen coletado por *Apis mellifera*.

O dendezeiro e a piaçaveira são espécies facilmente polinizadas por abelhas com ferrão (*Apis mellifera* L.) (Figura 11A), que são generalistas e atraídas pelos aromas liberados pelas inflorescências. Contudo, verifica-se que o pólen apícola destas espécies apresenta altas taxas de grãos de pólen de *Mimosa* spp. (Leguminosae) o que denota uma competição pelo polinizador (Alves 2017). A piaçaveira é comumente polinizada por abelhas nativas sem ferrão, que realizam o seu forrageio após o forrageio das abelhas com ferrão (*Apis mellifera*) (Figura 11B).

Com base nas informações sobre a biologia dessas palmeiras fica evidente que plantações de dendezeiro possuem maior potencial para produção de pólen apícola, com floração de fevereiro a dezembro, em detrimento das plantações de piaçaveira, floração de dezembro a abril, e do açazeiro, floração de julho a dezembro. Este último sendo pouco polinado por *Apis*, devido à disponibilidade de outros recursos alimentares para forrageio das abelhas. Mas fica evidente que nos meses de dezembro a fevereiro, com elevadas temperaturas e altas taxas de insolação, a produção de pólen de plantações de piaçaveira

(Figura 11C) pode ser eficiente, caso ocorra declínio drástico na produção do pólen proveniente de plantações de dendezeiro. Outro ponto importante é disponibilizar no mercado uma diversidade atrativa de tipos de pólen apícola monoflorais (Figura 11D).

O pólen monofloral de palmeiras

A produção e comercialização de pólen apícola monofloral é mais recente e, nesse cenário, a família Arecaceae ganha evidência, por conta, principalmente, das características sensoriais mencionadas anteriormente, além da produção massiva ao longo do ano de grãos de pólen. O pólen monofloral das palmeiras se destaca por conta da coloração, textura e sabor adocicado, como observado nas espécies *Cocos nucifera* (coqueiro) e *Elaeis guineensis* (dendezeiro) (Alves 2017). Contudo, a produção ainda é modesta quando comparada com os demais produtos apícolas, pois, normalmente, essa produção é considerada uma estratégia secundária, uma vez que o foco inicial é o aumento da produtividade da monocultura através da polinização.



FIGURA 11. Açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). **A** – Detalhe da planta, com infrutescência abaixo das folhas, **B** – Inflorescência flores em plena antese, **C** – Detalhe da ráqui e inserção das flores, **D** – Detalhe do fruto maduro a esquerda e frutos imaturos a direita.

Esse cenário pode ser facilmente visualizado nas monoculturas de dendê encontradas no baixo sul da Bahia, através da indústria Opalma, que possui aproximadamente 1.900 hectares de exemplares de dendê plantados nessa região, com o objetivo de aumentar a produção do fruto e extrair o óleo de dendê. Situação semelhante é encontrada no estado de Sergipe com a monocultura de coco, mais especificamente nos municípios de Pacatuba, Neópolis e Brejo Grande, sendo este último o maior produtor de pólen apícola monofloral com uma produção mensal de 500 kg, colocando o estado de Sergipe como segundo maior produtor do Nordeste.

Essa elevada produção de pólen apícola monofloral de *Arecaceae* no estado de Sergipe atraiu a atenção de consumidores de outros Estados, como Rio de Janeiro, São Paulo, Rio Grande do Sul, Pernambuco, Tocantins, Alagoas, Bahia e Santa Catarina. A Associação Brejograndense de Criadores de Abelhas (ABECA) é a responsável por toda essa produção e expressividade na região, sendo considerado um projeto de inclusão social e que agrega muito valor na região, uma vez que propicia emprego e renda no município de Brejo Grande e cidades vizinhas.

Portanto, a utilização desses recursos como forma secundária de obtenção de renda pode facilmente, no futuro, se tornar primária. É necessária a criação de cooperativas voltadas especificamente para a produção de pólen apícola, principalmente, o monofloral, uma vez que é ainda mais rentável que o pólen apícola multifloral. Além disso, é importante desenvolver estratégias para aumentar a produção e, conseqüentemente, ter uma maior rentabilidade com a comercialização do produto.

A presença de monoculturas cresceu no país; desse modo, a implantação de apiários nessas culturas torna-se imprescindível, uma vez que contribui para o desenvolvimento do cultivo, através da polinização como também contribui para o desenvolvimento local com a produção de uma fonte secundária de renda para a população – a produção de pólen monofloral. Para isso, basta que exista uma cooperação entre as grandes empresas e os pequenos produtores para que ambos sejam privilegiados pela ação das abelhas.

Agradecimentos

Aos Programas de Pós-Graduação em Botânica (PPGBot) e Recursos Genéticos Vegetais (PPGRGV), ao Laboratório de Micromorfologia

Vegetal (LAMIV) e ao Laboratório de Germinação (LAGER), da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), pela infraestrutura disponível e apoio técnico para realização de todas as análises. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro, além dos projetos vinculados à REDE PINDORAMA e ao RENORBIO (Rede Nordeste de Biotecnologia).

Referências

- Almeida-Muradian LB, Pamplona LC, Coimbra S, Barth OM. 2005. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition and Analysis* 18: 105-111.
- Alves RF & Santos FAR. 2014. Plant sources for bee pollen load production in Sergipe, northeast Brazil. *Palynology* 38(1): 90-100.
- Alves MLTM. 2013. Produção de pólen apícola. *Pesquisa & Tecnologia* 10(2): 1-2.
- Alves MLTMF. 1995. Produção de pólen. Pindamonhangaba: SAA/AMA. 1-30.
- Alves RF. 2017. Análise polínica e química de amostras de pólen apícola monofloral de espécies da família *Arecaceae*. Tese. Universidade Estadual de Feira de Santana.
- Avelar FF. 2008. Utilização de fibras de piaçava (*Attalea funifera*) na preparação de carvão ativado. Lavras-MG. Dissertação. Universidade Federal de Lavras.
- Barreto LMRC, Funari SRC, Orsi RO. 2005. Composição e qualidade do pólen apícola proveniente de sete Estados brasileiros e do Distrito Federal. *Boletim Indústria Animal* 62(2): 167-175.
- Batugal P, Rao VR, Oliver J. 2009. Coconut Genetic Resources. International Plant Genetic Resources Institute – Regional Office for Asia, the Pacific and Oceania (IPGRI-APO), Serdang, Selangor de, Malaysia.
- Bogdanov S. 2014. Bee Product Science. The Pollen Book (Cap. 01). Disponível em: <http://www.bee-hexagon.net>. (Acesso em 02/03/2018).
- Brodtschneider R. & Crailsheim K. 2010. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie* 41: 278-294.
- Carpes ST, Begnini R, Alencar SM, Masson ML. 2007. Study of preparations of bee pollen extracts, antioxidant and antibacterial activity. *Ciência e Agrotecnologia* 31(6): 1818-1825.
- Cheng N, Ren N, Gao H, Lei X, Zheng J, Cao W. 2013. Antioxidant and hepatoprotective effects of *Schisandra chinensis* pollen extract on CCl4-induced acute liver damage in mice. *Food and Chemical Toxicology* 55: 234-240.
- D'Almeida JRM, Aquino RCMP, Monteiro SN. 2006. Tensile mechanical characterization of piassava (*Attalea funifera*) fibers. Composites part A-applied science and manufacturing. *Oxford*, 37(9): 1473-1479.
- Dransfield J, Uhl NW, Asmussen CB, Baker WJ, Harley

- MM, Lewis CE. 2008. Genera Palmarum: the evolution and classification of palms. Kew Publishing, Royal Botanical Garden, Londres. 1-732.
- 2018a. Lançado em Belém programa para expansão da cadeia do açaí. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9300926/lancado-em-belem-programa-para-expansao-da-cadeia-do-acai>>. Acesso em 23 de abril de 2018.
- Embrapa 2018b. Polinização do açaí pode aumentar a produção. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2009037/polinizacao-do-acai-pode-aumentar-a-producao>>. Acesso em 23 de abril de 2018.
- Féas X, Vázquez-Tato MP, Estevinho L, Seijas JA, Iglesias A. 2012. Organic Bee Pollen: Botanical Origin, Nutritional Value, Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Microbiological Quality. *Molecules* 17: 8359-8377.
- Funari SRC. 1997. Estudo da coleta de pólen por abelhas africanizadas (*Apis mellifera*), na região de Botucatu (SP), Brasil. Botucatu. Tese. Universidade Estadual Paulista.
- Funari SRC, Rocha HC, Sforcin JM, Curi PR, Perosa JMY. 1998. Coleta de pólen e produção de mel e própolis em colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.). *Boletim Indústria Animal* 55: 189-93.
- Guimarães CAL & Mattos LA. 2012. Piaçava da Bahia (*Attalea funifera* Martius): do extrativismo à Cultura agrícola. Ilhéus, Editus. 262p.
- Leja M, Mareczek A, Wyzgolik G, Klepacz-Baniak J, Czekońska K. 2007. Antioxidative properties of bee pollen in selected plant species, *Food Chemistry* 100: 237-240.
- Lorenzi H, Noblick L, Kahn F, Ferreira E. 2010. Flora Brasileira – Arecaceae (Palmeiras). Nova Odessa, Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda. 1-384.
- Marghitas LA, Stanciu OG, Dezmirean DS. 2009. In vitro antioxidant capacity of honeybee-collected pollen of selected floral origin harvested from Romania. *Food Chemistry*, 115: 878-883.
- Martins RC & Filgueiras TS. Arecaceae. In: Cavalcanti TB. 2006. Flora do Distrito Federal, Brasil. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 47-82.
- Morais M, Moreira L, Feás X, Estevinho LM. 2011. Honeybee-collected pollen from five portuguese natural parks: Palynological origin, phenolic content, antioxidant properties and antimicrobial activity. *Food and Chemical Toxicology* 49: 1096-1101.
- Moreti ACCC. 1995. Coleta e utilização do pólen pelas abelhas. In: Curso de produção de pólen. Pindamonhangaba, IZ/CAT. 1-32.
- Moura JIL, Cividanes FJ, Santos Filho LP, Valle RR. 2008. Polinização do dendezeiro por besouros no Sul da Bahia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43(3), 289-294,
- Myers N. 1984. *The Primary Source: Tropical Forest and Our Future*. Nova York, W.W. Norton & Company.
- Noblick LR. 1991. The indigenous palms of the state of Bahia, Brazil. PhD dissertation. University of Illinois.
- Pascoal A, Rodrigues S, Teixeira A, Feás X, Estevinho LM. 2014. Biological activities of commercial bee pollens: Antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food and Chemical Toxicology* 63: 233-239.
- Ramalho M, Imperatriz-Fonseca VL, Kleinert-Giovannini A. 1985. Exploitation of floral resources by *Plebeia remota* Holmberg (Apidae-Meliponinae). *Apidologie* 16: 307-330.
- Salomé JA & Salomé LG. 1998. Manual prático de produção de pólen apícola. Florianópolis – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Apicultura (EPAGRI). 1-54.
- Santos EA. 2010. Caracterização de dendezeiros subespontâneos com base na produção de frutos e cachos. Dissertação. Universidade Estadual de Santa Cruz.
- Seeley TD. 1983. The ecology at temperate and tropical honeybees societies. *American Scientist* 71: 264-272.
- Silva AJR & Andrade LHC. 2005. Etnobotânica nordestina: Estudo comparativo da relação entre comunidades e vegetação na Zona do Litoral-mata do estado de Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19(1): 45-60.
- Silva TMS, Camara CA, Lins ACS, Agra MF, Silva EMS, Reis IT, Freitas BM. 2009. Chemical composition, botanical evaluation and screening of radical scavenging activity of collected pollen by the stingless bees *Melipona rufiventris* (Uruçu-amarela). *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 81: 173-178.
- Siqueira LA, Aragão WM, Tupinambá EA. 2002. A introdução do coqueiro no Brasil, importância histórica e agrônômica, 1-24. Aracaju, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (Documentos nº 47, p. 1-24).
- Wiese H. 1982. Informações sobre pólen: definição, coleta, utilização e comercialização. Florianópolis, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento de Santa Catarina. 6p.
- Yang L, Yan QH, Ma JY, Wang Q, Zhang JW, Xi GX. 2013. High Performance Liquid Chromatographic Determination of Phenolic Compounds in Propolis. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research* 12(5): 771-776.

Potencial das áreas da palmeira do Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) para a produção de pólen apícola na região Meio Norte do Brasil

Sinevaldo Gonçalves de Moura, Marcelo Souza Lopes, Darcet Costa Souza, Juliana do Nascimento Bendini, Paulo Henrique Amaral Araújo de Sousa, Jaqueline Zanon de Moura, Joana Darc Bernardo Soares, Rodrigo Brito Costa, Ivanildo da Costa Coelho & Lucas Carvalho de Oliveira

No estado do Piauí, encontramos uma grande diversificação de plantas no semiárido com flores que apresentam recursos tróficos para as abelhas. Uma das plantas endêmicas dessa região é o buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.), palmeira de grande importância que aparece como alternativa na oferta de pólen nos meses de menor disponibilidade de alimento para as abelhas. O buriti é uma palmeira dioica, que produz inflorescências masculinas, apresenta aroma adocicado e é atrativo para as abelhas. Essas características podem potencializar o pólen dessa palmeira como fonte proteica para as abelhas, melhorando o desempenho das colônias na região semiárida. Assim, diante da presença dessa palmeira em grandes áreas no estado do Piauí, este estudo foi realizado com o objetivo fornecer informações sobre a importância da palmeira do buriti como fonte alternativa na alimentação das abelhas *Apis mellifera*, caracterizar bromatologicamente o pólen coletado e levantar os recursos alimentares disponíveis em mata ripária, na qual a palmeira está inserida.

Introdução

A vegetação do Sul Piauí está caracterizada por áreas de Cerrado e Caatinga, gerando ecótonos, marcados pela presença de espécies desses dois domínios (Gonçalves 2015; Botrel *et al.* 2015; Souza *et al.* 2017).

Formações florestais como a mata de Galeria, também denominada mata ciliar ou mata ripária por alguns pesquisadores (Souza & Rodal 2010; Damasceno 2011; Cunha *et al.* 2015), estão caracterizadas por se associar aos cursos d'água. Essa formação destaca-se pela riqueza, diversidade genética e pelo seu papel na proteção dos recursos hídricos, edáficos, fauna terrestre e aquática (Rezende 1998). No entanto, com relação às matas ripárias, tem-se que as condições de disponibilidade de água e o próprio microclima, condicionado pela presença da vegetação, implicam condições diferenciadas para o processo reprodutivo das espécies vegetais (Oliveira 1998).

Essas matas sofrem impactos naturais causados pelos cursos de água, tais como erosão e sedimentação, e são também alvos frequentes de ações antrópicas, pois estão localizadas em sítios de fertilidade relativamente superior, muito vi-

sados para a agricultura (Dias 2008; MMA 2016). Dentre as várias consequências resultantes do processo de fragmentação ou destruição dessas formações florestais, destacam-se o distúrbio do regime hidrológico das bacias hidrográficas e as mudanças climáticas, porém, a consequência de maior gravidade é a perda da biodiversidade (Silva 2003).

Na região semiárida do Nordeste brasileiro, ocorrem, ainda, as formações típicas como os carnaubais e os buritizais. Os carnaubais são comunidades da palmeira *Copernicia prunifera* (Mill) H.E. Moore, que se estabelecem em áreas mal drenadas, periodicamente inundadas ou encharcadas e salinizadas, bastante comuns nas áreas litorâneas (Cunha *et al.* 2015). Da mesma forma, os buritizais ou veredas, formados principalmente pela palmeira *Mauritia flexuosa* L. f., demarcam muitos recursos hídricos, permitindo que a comunidade vegetal que ali se encontra proteja o sistema solo-água-plantas (Costa & Olszewski 2008).

M. flexuosa é uma palmeira da família das Arecáceas (APG IV 2016) conhecida como buriti e distribuída em toda a Amazônia, na região centro-oeste, em parte do Nordeste (Maranhão,

Piauí e Ceará) e Sudeste (Minas Gerais e São Paulo) (Almeida *et al.* 1998; Kinupp & Lorenzi 2014; Lorenzi *et al.* 2015), em áreas sujeitas ao alagamento, formando os buritizais (Souza & Lorenzi 2008). Corresponde à espécie dióica, variando de 4 a 25m de altura, com 23 a 80 cm de diâmetro. As folhas têm formato flabeliforme (leque), em número de 10 a 20, com cerca de 2 m de comprimento. As inflorescências chegam a ultrapassar esse tamanho, com 20 a 46 raquias, portando flores actinomorfas e sésseis (Almeida *et al.* 1998). Frutos globosos com epicarpo escamoso duro, de coloração marrom-avermelhada. A polpa é fina, amarelo-alaranjada, envolvendo a amêndoa (Lorenzi *et al.* 2015).

No Piauí, as populações de *M. flexuosa* podem ser encontradas em áreas vinculadas ao Cerrado, mas também próximas à Caatinga. Este bioma está presente em grande parte do Nordeste brasileiro, chegando até ao norte de Minas Gerais. A maioria das suas espécies vegetais perde as folhas na estação seca, o que confere à paisagem, um aspecto de tonalidade branco-acinzentado. A grande diversidade aí existente ocorre pela ampla capacidade de adaptação, bem como em função dos diferentes tipos de solos que ocorrem na Caatinga, auxiliando na formação de diferentes ecossistemas. Observa-se que, independente das estações, há sempre alguma espécie em floração ou com frutos, o que permite a alimentação contínua das diferentes espécies de abelhas e animais silvestres em geral (Maia 2004).

A maior parte do aproveitamento das áreas de buritizais é realizada pela população regional, pessoas pobres e carentes de oportunidades de geração de renda (Clement 2005; Saraiva 2009). Assim, consorciar a produção de pólen apícola ao extrativismo das matas do buriti pode representar uma alternativa extra de renda para as comunidades locais, bem como estratégia de diversificação da produção apícola na região do Meio Norte brasileiro.

As interações entre planta e polinizadores são vitais para a integridade estrutural e funcional dos ecossistemas naturais, assim como para a manutenção e aumento na produção de alimento (Mendes 2013). A importância dessas interações é essencial para subsidiar programas de conservações da biodiversidade.

Na literatura, alguns trabalhos têm o enfoque na ecologia da polinização do buriti (Storti 1993; Mendes 2013; Rosa *et al.* 2013), mostrando que a *Apis mellifera* tem uma importância na visitação e ecologia desta palmeira em área de caatinga e cerrado (Bezerra *et al.* 2009; Nadia *et*

al. 2007; Mendes *et al.* 2011). Contudo, ainda são poucos os relatos na literatura apícola sobre o comportamento forrageiro de *Apis mellifera* na palmeira do buriti, bem como sobre o potencial de produção do pólen apícola e sua composição bromatológica.

Assim, conhecer o comportamento forrageiro é essencial para o desenvolvimento populacional de uma colônia, sendo uma das atividades mais importantes realizadas pelas abelhas (Machado 2013).

Na atividade de voo nas inflorescências da palmeira do buriti, as *Apis mellifera* procuram pólen e néctar. Os padrões de forrageamento são determinados tanto por fatores intrínsecos, como número de indivíduos e condição de desenvolvimento da colmeia, bem como por fatores climáticos: variações de temperatura, de intensidade luminosa, de umidade relativa, incidência de vento (Pick & Blochtein 2002; Almeida 2008).

Em relação à polinização da palmeira do buriti, alguns estudos apontam diferentes agentes polinizadores, podendo destacar: coleópteros das famílias *Nitidulidae*, *Curculionidae* e *Mycetophagidae* (Stort 1993; Silva *et al.* 2011), o vento (Rosa & Koptur, 2013) e a abelha *Trigona sp* (Abreu 2001). Nesse contexto, alguns trabalhos relatam que a *Apis mellifera* é apenas um visitante floral à procura de pólen e néctar (Marques *et al.* 2011; Resende *et al.* 2012; Mendes 2013). Para Storti (1993), essa abelha é considerada ladra de pólen, uma vez que só visita a inflorescência na fase masculina.

Partindo destas premissas, este capítulo tem como objetivos: levantar os recursos alimentares disponíveis em mata ripária sob influência da caatinga; avaliar o comportamento forrageiro da *Apis mellifera* na inflorescência da palmeira do buriti; caracterizar bromatologicamente o pólen coletado e avaliar sua utilização na complementação alimentar natural para as abelhas durante o período de escassez alimentar.

Material e métodos

Área de estudo e coletas

As pesquisas foram realizadas em uma área representativa de buriti (*Mauritia flexuosa* L. f), no município de Santa Luz, estado do Piauí, na localidade “Ema”. A área está inserida em uma vereda de buriti com largura variando de 150 a 300 m, que margeia o “Córrego das Emas”, afluente do Rio Gurguéia (08°57'15”S, 44°7'48”W e 330 m de altitude). A vegetação local é constituída de

Caatinga de formações arbustivas e/ou arbóreas caducifólias espinhosas e áreas adjacentes com veredas de brejos.

Segundo a classificação de *Köppen-Geiger*, o clima no município de Santa Luz do Piauí é classificado como Aw (Clima tropical com estação seca). O município está localizado em região semiárida, com precipitação pluviométrica anual média de 1.010 mm, caracterizando-se por um período chuvoso, nos meses de dezembro a abril, e um período seco, de maio a novembro, com temperaturas médias mínimas e máximas de 22 °C e 36 °C, respectivamente, e umidade relativa do ar média anual de 62,3% (Semar 2005).

Forrageamento de abelhas (Apis mellifera L.) na palmeira do buriti (Mauritia flexuosa L. f.)

As observações referentes ao comportamento de forrageamento ocorreram entre os meses de setembro a outubro de 2015, uma vez que o florescimento da palmeira do buriti ocorreu no período compreendido entre os meses de agosto até novembro. Foram considerados cinco dias de coletas distribuídos equitativamente ao longo do florescimento da planta, com observações diárias da atividade de forrageamento das 05:00 às 18:00 horas.

Para otimizar a visitação nas palmeiras do buriti, foram instalados, antes do florescimento da palmeira, cinco enxames de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*). Os enxames estavam alojados em colmeias *Langstroth*, instaladas a uma distância de 50 m da área experimental e tinham população adulta, área de cria e alimentos semelhantes.

Com auxílio de binóculo (*Nikon Action Extreme*) com ampliação de 12x50, foram observadas as seguintes variáveis: números de abelhas na inflorescência das palmeiras (NA); para essa variável foi estimada uma perspectiva através de foto digital, contabilizando-se o total de números de abelhas que visitaram os raques das inflorescências da palmeira; números de flores visitadas (NFV); e o tempo gasto em segundo pelas campeiras entre a chegada e partida na inflorescência (TG(s)), sendo que, para o registro desta última variável, foi utilizado um cronômetro digital. Para ajustes no padrão de observações e do observador, foi realizado um ensaio com cerca de 20 horas.

Para melhor estimar as variáveis acima, foram observadas três abelhas forrageadoras por

palmeira de buriti em florescimento, repetidas em três diferentes plantas em cada hora, tomando-se o cuidado de realizar as mensurações na primeira meia hora de cada hora observada. Também foram coletadas as temperaturas ambientes (°C) e umidade relativa do ar (%) a cada hora.

Análise estatística: os resultados coletados para essas observações foram submetidos a análise de variância pelos procedimentos do PROC GLM do *Statistical Analyses System* (SAS 2003), com as médias entre os dias e as horas comparadas pelo teste de *Tukey* a 5% de significância.

Composição bromatológica do pólen do buriti coletado por Apis mellifera e sua utilização na composição de ração para abelhas

O pólen foi coletado em cinco colmeias instaladas na área experimental equipadas com coletores de pólen do tipo frontal. O material coletado foi mantido em *freezer* após a coleta, posteriormente sendo limpo, separado e identificado por análise palinológica o material oriundo do buriti. As lâminas para análise palinológica do pólen coletado foram confeccionadas segundo método de Maurizio & Louveaux (1978); já as lâminas de referência para o pólen do buriti foram preparadas a partir dos botões florais em pré-antese, por meio de acetólise (Erdtman 1960).

As pelotas de pólen identificadas como sendo de buriti foram submetidas à análise bromatológica (fibra bruta, matéria seca, extrato etéreo, energia bruta, cinzas e proteína), realizada no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Piauí, segundo metodologia descrita pela AOAC (2012).

Para avaliação do potencial de utilização do pólen do buriti no preparo de ração para abelhas, foram realizados ensaios de preferência com diferentes concentrações de pólen na ração. Tendo como base a análise química do material coletado, principalmente o teor de proteína bruta, foram formuladas quatro dietas com os seguintes percentuais de pólen de buriti: 0%, 5%, 10% e 15%. Para a formulação das rações, foram utilizados três ingredientes básicos: açúcar moído, pólen de buriti (*Mauritia flexuosa* L.f) e, para dar uma consistência pastosa e melhorar a aceitação do alimento pelas abelhas, mel proveniente dos apiários do próprio setor de apicultura da universidade.

Para os testes de preferência, foram utilizadas quatro gaiolas plásticas, circulares, com 11 cm

de diâmetro e 12,5 cm de altura. Cada uma com quatro orifícios de 3 cm de diâmetro na lateral para o encaixe dos comedouros contendo as diferentes dietas, dois orifícios telados de 4,5 cm de diâmetro na lateral para ventilação da gaiola, mais um orifício de 2 cm de diâmetro na parte de cima para a colocação do bebedouro. A parte inferior interna da gaiola era forrada com papel filtro para absorção de água oriunda do bebedouro.

Essas gaiolas receberam os quatro tipos de alimento e 60 abelhas recém-emergidas, oriundas da mesma colmeia, e foram mantidas em uma estufa B.O.D., com temperatura e umidade controlada, 34,5 °C e 75%, respectivamente, (Crailsheim 2013; Ellis *et al.* 2008). Todos os comedouros tiveram seu peso aferido antes e depois de receberem as dietas, e a cada 24 horas os mesmos foram pesados para determinação do consumo, sendo esse procedimento realizado durante cinco dias e, concomitantemente, era feita a contagem de abelhas mortas por dia. Para a determinação do consumo real, os dados de consumo de ração foram corrigidos, para evitar erro em função da umidade absorvida pelo alimento na estufa. Para isso, foram deixados comedouros com alimentos em uma gaiola testemunha e sem abelhas para aferir os acréscimos ou perdas de umidade.

Análise estatística: os resultados coletados para essas observações foram submetidos a análise de variância pelos procedimentos do PROC GLM do *Statistical Analyses System* (SAS 2003), com as médias para consumo sendo comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Levantamento dos Recursos alimentares disponíveis em mata ripária sob influência da Caatinga, Santa Luz, Piauí

As coletas botânicas foram realizadas ao longo do transepto, com auxílio de facão e podão para que fossem retiradas as amostras com estruturas reprodutivas das árvores de maior altura. Foram utilizados também tesoura de poda, prensas, papelão e jornal para prensar o material e, em seguida, secá-lo em uma estufa de circulação forçada, com temperatura média de 60°. Após desidratado, o material foi conservado em sacos plásticos com cânfora, no Herbário Vale do Gurguéia, no Campus Cinobelina Elvas, na UFPI.

Resultados e discussão

Forrageamento de abelhas (*Apis mellifera* L.) na palmeira do buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.).

Durante o experimento, verificou-se uma variação no período de floração da palmeira estudada, o que pode ser explicado, em parte, pelas condições abióticas e uma resposta tardia às chuvas. No entanto, Rosa *et al.* (2013) observaram indivíduos de *Mauritia flexuosa* em floração no final da estação chuvosa e no período de transição chuva e seca. A floração do presente trabalho ocorreu no período seco, setembro a outubro, corroborando com Mendes *et al.* (2016).

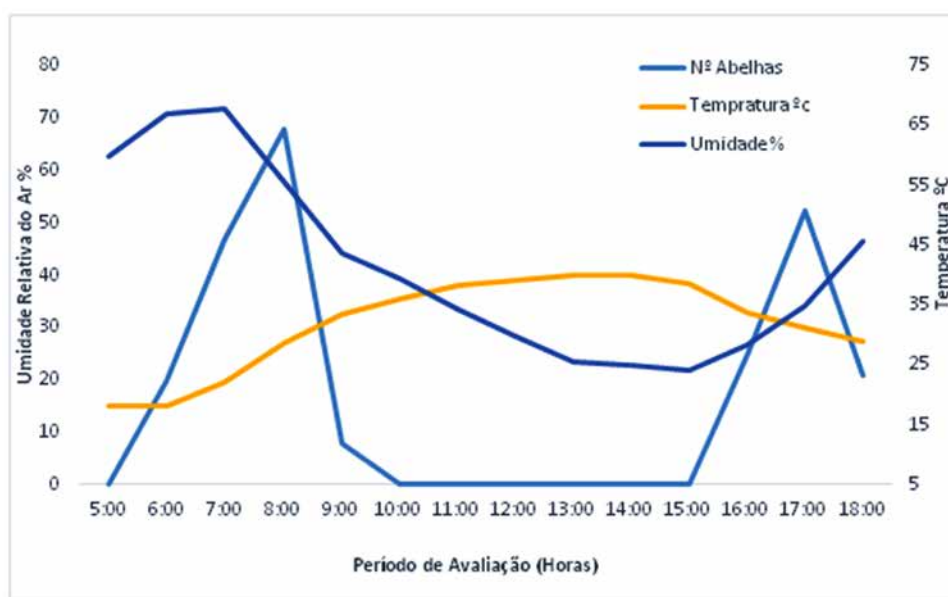


FIGURA 1. Atividade de voo das abelhas *Apis mellifera* na palmeira da *Mauritia flexuosa* L. f (buriti) em Santa Luz – PI na Localidade da Ema, nas diferentes horas do dia do mês de setembro e outubro em 2015.

Vários visitantes florais foram observados na inflorescência do buriti (*Mauritia flexuosa* L. f), nas coletas realizadas nos meses de setembro a outubro. No entanto, a ordem Hymenoptera apresentou-se mais frequente em relação a outros visitantes florais, dentre os quais as mais visualizadas, e com prioridade nas observações no presente estudo, foram as abelhas *Apis mellifera*, corroborando com o trabalho de Resende *et al.* (2012) e de outros autores que apontam o buriti como uma palmeira visitada, principalmente por *Apis mellifera* (Marques *et al.* 2011; Resende *et al.*, 2012; Mendes *et al.*, 2016). Contudo, as pesquisadoras Rosa & Koptur (2013) chegaram à conclusão que os visitantes de *Mauritia Flexuosa* L. f não são polinizadores, sendo a polinização realizada pelo vento.

As abelhas *Apis mellifera* forrageiam a palmeira (*Mauritia flexuosa* L. f) localizada em área de brejo na caatinga, observando sua presença na inflorescência masculina. Foram observadas diferenças estatísticas para os parâmetros avaliados: número de abelhas, tempo gasto e nos elementos bioclimáticos entre as coletas realizadas ($P < 0,05$), exceto para a variável número de flores visitadas (Tabela 1). Os valores médios para temperatura apresentaram-se mais favoráveis à atividade de voo, estando dentro da faixa ideal, entre 33 a 36°C, apontada por Malerbo-Souza & Silva (2011).

Da primeira à quarta coleta, houve um menor número de abelhas na inflorescência do buriti (*Mauritia flexuosa* L. f), sendo que as abelhas permaneceram mais tempo na primeira coleta (Tabela 1), semelhante ao apontado por Stort (1993), que justifica esse comportamento pelo fato das primeiras flores, ao abrirem, se encontrarem próximas da base da ráquila e, com o passar das horas, os grãos de pólen estão mais susceptíveis a se desprenderem das anteras pela ação do vento (Rosa *et al.* 2013).

Foram observadas diferenças estatísticas ($P < 0,05$) em relação ao horário de forrageamento na palmeira (*Mauritia flexuosa* L. f) para todos os parâmetros avaliados na atividade de voo de *Apis mellifera*, bem como nos parâmetros coletados (Tabela 2). Isso pode ser justificado, em parte, pelo fato de que na primeira hora de coleta as inflorescências ainda não estavam com todas as flores abertas (Newstron *et al.* 1994).

As atividades de voo destes indivíduos iniciaram às 06h00mim e se estenderam até às 18h00mim (Figura 1), com picos médios para as cinco coletas ocorrendo por volta de sete, oito, e dezessete horas. Esse último pico de dezessete horas coincide com o período de abertura das flores masculinas e femininas, apontado por Storti (1993).

O decréscimo nesta atividade de voo é acentuado, cessando entre dez e quinze horas, sendo que nesse intervalo os valores de umidade relativa do ar caem abaixo de 40,00%, coincidindo com o apontado por Alves *et al.* (2015), que afirmam que a redução da umidade relativa influencia a frequência de forrageamento de *Apis mellifera*. Outro fator limitante neste intervalo sem visitação foi a temperatura média ambiente que se manteve acima do limite de 36,0°C apontado por Malerbo-Souza & Silva, (2011) (Figura 1). Os resultados para as primeiras horas de forrageamento, pela manhã, do presente trabalho, corrobora com o apontado por Storti (1993).

Para Storti (1993), a *Apis mellifera* é considerada ladra de pólen na palmeira do buriti, pois só visitam a inflorescência masculina. Durante todo o período de floração do buriti, do presente trabalho, não foram observadas visitas das abelhas entre as dez da manhã até as quinze horas da tarde (Figura 1), sugerindo que esse intervalo de tempo pode ser suficiente para a efetivação da polinização pelos outros vetores disponíveis, como o vento.

TABELA 1. Médias diárias de atividade de voo e elementos bioclimáticos obtidos para a abelha *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) em forrageamento de *Mauritia flexuosa* Linnaeus filius (buriti) em Santa Luz – PI na Localidade da Ema em 2015.

Coleta	Nº Abelhas	Nº flores Visitadas	Tempo Gasto (s)	Temperatura (°C)	Umidade do Ar (%)
1	14,97 ^B	7,16 ^A	30,81 ^A	31,55 ^B	34,21 ^C
2	16,66 ^{AB}	6,45 ^A	20,73 ^{AB}	31,36 ^B	40,07 ^B
3	14,64 ^B	6,07 ^A	18,40 ^B	32,50 ^A	42,28 ^B
4	16,90 ^{AB}	7,83 ^A	28,04 ^{AB}	31,31 ^B	49,42 ^A
5	22,76 ^A	6,80 ^A	21,66 ^{AB}	32,72 ^A	41,42 ^B

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

TABELA 2. Médias por hora de atividade de voo e elementos bioclimáticos obtidos para a abelha *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) em forrageamento de *Mauritia flexuosa* L.f. (buriti) em Santa Luz – Piauí, na Localidade da Ema em 2015.

Hora	Nº Abelhas	Nº flores visitadas	Tempo gasto (s)	Temperatura (°C)	Umidade do ar (%)
05:00	0,00 ^E	0,00 ^D	0,00 ^C	18,06 ^H	59,80 ^{AB}
06:00	20,00 ^{CD}	10,66 ^C	40,00 ^B	18,14 ^H	67,00 ^A
07:00	46,73 ^B	19,13 ^A	67,80 ^A	22,16 ^G	67,80 ^A
08:00	68,00 ^A	21,13 ^A	75,73 ^A	28,54 ^F	55,60 ^B
09:00	8,00 ^{ED}	3,46 ^D	14,06 ^C	33,58 ^D	43,80 ^C
10:00	0,00 ^E	0,00 ^D	0,00 ^C	36,02 ^C	39,40 ^{CD}
11:00	0,00 ^E	0,00 ^D	0,00 ^C	38,18 ^B	34,20 ^{ED}
12:00	0,00 ^E	0,00 ^D	0,00 ^C	39,04 ^{AB}	29,80 ^{EF}
13:00	0,00 ^E	0,00 ^D	0,00 ^C	40,04 ^A	25,40 ^F
14:00	0,00 ^E	0,00 ^D	0,00 ^C	40,10 ^A	25,00 ^F
15:00	0,00 ^E	0,00 ^D	0,00 ^C	38,62 ^{AB}	24,00 ^F
16:00	24,80 ^C	13,06 ^B	43,73 ^B	33,86 ^D	28,40 ^{EF}
17:00	52,33 ^B	17,80 ^A	56,06 ^{AB}	31,18 ^E	34,80 ^{ED}
18:00	20,80 ^{CD}	10,86 ^C	37,66 ^B	29,00 ^F	45,80 ^C

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

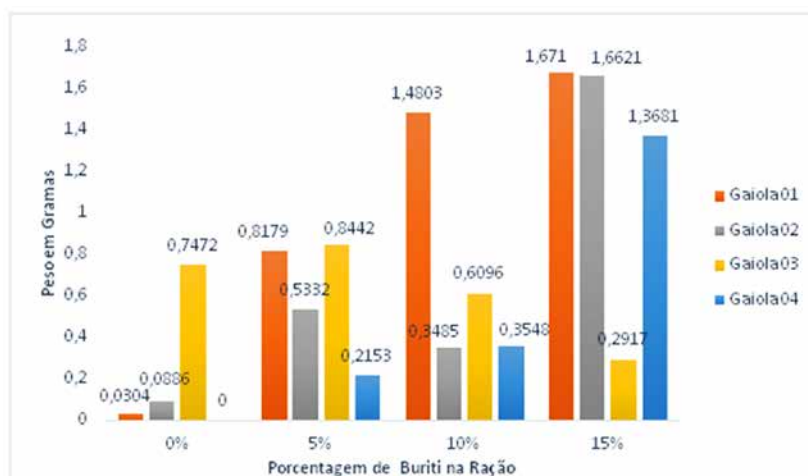


FIGURA 2. Consumo total das rações por repetição (gaiola), preparadas com diferentes proporções de pólen de buriti (0%, 5%, 10% e 15%)

Composição bromatológica do pólen coletado por *Apis mellifera* na palmeira do buriti.

Na Tabela 3, são apresentados os resultados da análise química do pólen do buriti. Uchôa (2009), estudando a composição química de uma mistura de pólenes coletados pelas abelhas no período de chuvas na região da Bela Vista/PI, obteve como valor médio de proteína 20,8% e para energia bruta 4.414,04 cal.g⁻¹.

O pólen puro do buriti apresentou um valor de energia bruta superior ao valor encontra-

do, sendo o mesmo 6.047,43 cal.g⁻¹, e valores de proteína bruta (15,57%), Cinzas (2,13%), Lipídios (2,12%) e Fibra Bruta (9,59%) dentro do que é exigido pelo Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Pólen Apícola, que tem como valor máximo de Cinza 4% e como valores mínimos para Proteína, Lipídio e Fibra Bruta, 8%, 1,8% e 2% respectivamente (Milfont 2011).

Durante o período de floração do buriti (*Mauritia flexuosa* L.), outras espécies vegetais também se encontravam floridas, porém, de acordo com os resultados obtidos, a grande preferência das abelhas foi pelo pólen do buriti, apontado pelo percentual do mesmo dentro das

TABELA 3. Composição bromatológica do pólen apícola coletado na palmeira Buriti (*Mauritia flexuosa* L.).

Análise	Quantidade
Matéria Seca	76,43%
Energia Bruta	6047,00 cal.g ⁻¹
Extrato Etéreo	2,12%
Cinzas	2,13%
Fibra Bruta	9,59%
Proteína Bruta	15,57%

coletas realizadas. Tal acontecimento pode ser influenciado pela sua composição química, na qual a dinâmica de forrageamento das abelhas *Apis mellifera* é direcionada a fontes alimentares ricas nutricionalmente, a fim de reduzir o gasto energético pelas operárias no trabalho de coleta (Araújo *et al.* 2007).

No teste de preferência pelas rações testadas, verificou-se que a dieta com 15% de pólen foi mais consumida quando comparada à testemunha, que não recebeu adição de pólen. Contudo, as dietas com 5% e 10% de pólen de buriti incorporado em sua composição não diferiram da que recebeu 15%. Esse comportamento, de maior consumo de alimentos com maior quantidade de pólen nos primeiros dias de vida da fase adulta, pode ser explicado pela necessidade das abelhas por alimentos mais proteicos. Nessa fase, elas armazenam corpos gordurosos em sua estrutura corpórea que serão posteriormente utilizados ao longo de sua vida adulta.

Com base nos resultados observados na figura 2, verifica-se que o maior consumo foi da dieta com 15% de pólen. Segundo Altaye *et al.* (2010), em experimentos laboratoriais com utilização de gaiolas, as abelhas acabam regulando seu próprio consumo para aproximadamente 10% de proteína e 90% de carboidrato, o que pode explicar o maior consumo da referida ração, na qual uma alimentação proteica efetiva na primeira fase de vida das abelhas contribui para um melhor desenvolvimento da glândula hipofaríngea, promovendo uma melhor produção de geleia real para a rainha e as larvas (Pinto 2009).

O valor biológico das proteínas é determinado por sua fração que é efetivamente digerida pelo animal e é dependente de sua composição de aminoácidos e da necessidade do animal. Os aminoácidos que estão presentes em menor quantidade no alimento e abaixo do exigido pelo animal acabam por limitar o aproveitamento do alimento no que diz respeito à proteína, reduzindo, assim, seu valor biológico (Pereira 2005).

Os dados de consumo referentes à gaiola 1 apontam uma grande taxa de consumo, porém, em contrapartida, a mesma apresenta uma curva de sobrevivência bem mais acentuada que as demais. Isso pode ter sido ocasionado pelo problema observado de morte de abelhas aderidas ao alimento ou por alguma limitação nutricional. Para uma explicação mais efetiva, serão necessárias pesquisas mais específicas sobre o problema.

Levantamento dos Recursos alimentares disponíveis em mata ripária sob influência da Caatinga, Santa Luz, Piauí

Foram encontradas 52 espécies, 42 gêneros e 25 famílias botânicas como prováveis fontes de recursos alimentares para *Apis mellifera*, sendo que cinco espécies foram identificadas taxonomicamente a nível genérico, gerando, portanto, 47 táxons identificados a nível específico (considerando espécies afins ou a confirmar). Essas espécies foram distribuídas, de acordo com o hábito, em árvores (42,30%), arbustos (30,76%), herbáceas (15,38%), cipós (7,69%) e escandentes (2%).

As famílias de maior riqueza florística, considerando o número de espécies foram: Leguminosae, com oito, e Euphorbiaceae com cinco, sendo Anacardiaceae, Apocynaceae e Malvaceae, com 4 espécies cada. Dentre as demais, uma apresentou três, e vinte e seis famílias, uma única espécie (Tabela 4).

Conclusões

A *Apis mellifera* forrageia o pólen da palmeira do buriti (*Mauritia flexuosa* L, f), nos meses de agosto a outubro.

O comportamento de forrageamento de *Apis mellifera* em *Mauritia flexuosa* é influenciado pelas altas temperaturas e baixa umidade nas diferentes horas do dia, com picos de forrageamento às oito e dezessete horas, no município de Santa Luz Piauí.

A migração de colmeias de *Apis mellifera* para áreas de buriti nos meses de escassez de alimento, na caatinga, representa uma boa alternativa de manutenção da oferta de proteína para os enxames.

O pólen do buriti se mostrou um alimento rico em energia e proteína, podendo ser utilizado na complementação alimentar natural para as abelhas durante o período de escassez alimentar.

TABELA 4. Lista de espécies encontradas como recursos alimentares disponíveis para *Apis mellifera*, na comunidade Emas, Santa Luz, PI.

Família	Nome popular	Espécie	Caatinga	Mata ripária	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Anacardiaceae	cajuí	<i>Anacardium microcarpum</i> Ducke	X									X	X			
	caju	<i>Anacardium occidentale</i> L.	X									X	X			
	Gonçalo-alves	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	X									X	X			
	Pau-de-brejo	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	X									X	X			
Apocynaceae	pereiro-preto	<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	X												X	
	Pereiro-branco	<i>Aspidosperma subicanum</i>	X												X	
	-	<i>Secondatia densiflora</i> A. DC.	X											X		
	-	<i>Secondatia</i> sp.	X												X	
Arecaceae	buriti	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	X										X	X		
Asteraceae	-	<i>Mikania cordifolia</i> (L.f.) Willd.	X										X			
	assa-peixe	<i>Vernonanthura brasiliiana</i> (L.) H. Rob.	X									X	X			
Bignoniaceae	caraiíba	<i>Tabebuia aurea</i> Benth. & Hook.f. ex S. Moore	X										X	X		
Bixaceae	Algodão-brabo	<i>Cochlospermum cf. regium</i> (Schrank.) Pilg.	X									X				
Boraginaceae	Grão-de-galo	<i>Cordia piauhiensis</i> Fresen	X			X										
Bromeliaceae	croá	<i>Neoglaziovia variegata</i> (Arruda) Mez.	X										X			
	-	<i>Bromelia laciniosa</i> Mart. ex Shult.f.	X												X	
Burseraceae	Almescla-do-brejo	<i>Protium heptaphyllum</i> Marchand	X									X	X			
Caryocaraceae	pequi	<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.	X										X			
Combretaceae	mufumbo	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	X	X												
	catinga-de-porco	<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	X											X		
Cucurbitaceae	melão-de-são-caetano	<i>Momordica charantia</i> L.	X									X	X			
Dilleniaceae	sambaíba	<i>Curatella americana</i> L.	X									X	X			
	sambaibinha	<i>Davilla rugosa</i> Poir.	X									X	X			
Erythroxylaceae	-	<i>Erythroxylum cf. nummularium</i> Peyr.	X											X		
	-	<i>Erythroxylum</i> sp.	X											X		
Euphorbiaceae	pau-louro	<i>Alchornea discolor</i> Hook.f.	X										X	X		
	velame	<i>Croton echiodides</i> Baill.	X	X												
	velame	<i>Croton aff. adamantinus</i> Mull. Arg.	X												X	
	velame	<i>Croton aff. antisiphiliticus</i> Mart.	X												X	
	velame	<i>Croton</i> sp	X												X	
Fabaceae	miroró	<i>Bauhinia cupulata</i> Benth	X									X	X			
	podói	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	X											X	X	
	podoinho	<i>Copaifera martii</i> Hayne	X			X										
	jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	X											X		
	Ingá-brabo	<i>Inga cf. vera</i> Willd.	X											X		
	-	<i>Inga</i> sp	X											X		
	-	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	X												X	
	angico-de-bezerro	<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W. Jobson	X												X	X
Heliconiaceae	-	<i>Heliconia psittacorum</i> Sessé & Moc.	X									X				
Lamiaceae	-	<i>Vitex polygama</i> Cham.	X									X	X			

(continua)

TABELA 4. (Continuação)

Família	Nome popular	Espécie	Caatinga	Mata ripária	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Malvaceae	cachimbinho	<i>Helicteres brevispira</i> A. St.-Hil.	X												X	
		<i>Pavonia cancellata</i> (L.) Cav.	X			X										
	malva	<i>Sida rhombifolia</i> L.	X			X										
	malva	<i>Sida cordifolia</i> L.	X			X										
Melastomataceae		<i>Clidemia capitellata</i> (Bondl.)D.Don	-	X												X
		<i>Miconia</i> sp.	-	X									X	X		
	puçá-merim	<i>Mouriri</i> cf. <i>cearensis</i> Huber	X	-									X	X		
Ochnaceae	pau-serrote	<i>Ouratea ferruginea</i> Engl.		X								X	X			
Rubiaceae		<i>Palicourea crocea</i> (Sw.) Roem.&Schult.		X								X				
Sapindaceae	timbó	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.		X								X	X			
Solanaceae	canapú	<i>Physalis angulata</i> L.	X			X										
Turneraceae	xanana	<i>Turnera subulata</i> Sm.	X										X			

Diante dos resultados obtidos no teste de preferência, o alimento com maior proporção de pólen do buriti teve um maior consumo por parte das abelhas.

A espécie que apresentou maior incidência de pólen apícola e maior teor de visitas foi a *Mauritia flexuosa* L. f (buriti).

Referências

Abreu SAB. 2001. Biologia Reprodutiva de *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae) em Vereda no Município de Uberlândia-MG. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia. Dissertação de Mestrado.

Almeida GF. 2008. Fatores que interferem no comportamento enxameatório de abelhas africanizadas. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, 105p. Tese de Doutorado.

Almeida SP, Proença CEB, Sano SM, Ribeiro JF. 1998. Cerrado: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA. 464p.

Altaye SZ, Pirk CWW, Crewe RM, Nicolson SW. 2010. Convergence of carbohydrate-biased intake targets in caged worker honey bees fed different protein sources. The Journal of Experimental Biology 213: 3311-3318.

Alves LHS, Cassino PCR, Prezoto F. 2015. Effects of abiotic factors on the foraging activity of *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 in inflorescences of *Vernonia polyanthes* Less (Asteraceae). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 37(4): 405-409.

Andriguetto JM, Perly L, Minardi JS, Souza GA, Bona Filho. 2002. Nutrição Animal Volume I: as bases e os

fundamentos da nutrição animal. São Paulo: Nobel, 395p.

AOAC INTERNATIONAL. 2012. Official methods of analysis of AOAC international. 19th ed., Gaithersburg, MD, USA: AOAC International. 2610p.

APG IV – Angiosperm Phylogeny Group IV. 2016. An Update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering Plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1-20.

Araújo JM, Correia-Oliveira ME, Araújo ED, Ribeiro GT. 2007. Estudo do forrageamento de fontes polínicas por *Apis mellifera* (hymenoptera: apidae) numa região litorânea do baixo são francisco. VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu – MG. 23 a 28 de Setembro de 2007.

Bezerra ES, Lopes AV, Machado LC. 2009. Biologia reprodutiva de *Byrsonima gardnerara* A. Juss. (Malpighiaceae) e interações com abelhas *Centris* (Centrideni) no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 32(1):95-108.

Botrel RT, Brito DRS, Sousa WC, Souza AM, Holanda AC. 2015. Fenologia de uma espécie arbórea em ecótono Caatinga / Cerrado no sul do Piauí. *Revista verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 10: 7-12.

Clement CR, lleras PE, Van leeuwen J. 2005. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. *Agrociências*, n. 9, p. 1-2, p. 67-71.

Costa LM, Olszewski N. 2008. Caracterização da paisagem do Cerrado. Pp. 363-378. In: Faleiro FG & Farias Neto AL de (eds.). *Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*. Planaltina: Embrapa Cerrados.

- Crailsheim K, Brodschneider R, Aupinel P, Behrens D, Genersch E, Vollmann J, Riessberger-Gallé U. 2013. Standard methods for artificial rearing of *Apis mellifera* larvae. *Journal of Apicultural Research* 52(1): 1-16.
- Cunha CN, Piedade MTF, Junk WJ. 2015. Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macrohabitats. Cuiabá, EdUFMT.
- Damasceno ACF. 2011. Manual sobre Restauração de Matas ciliares Programa Estadual de Restauração e Conservação das Matas Ciliares e Nascentes da Bahia-PERMAC. Salvador, Secretaria do Meio Ambiente da Bahia.
- Dias BFS. 2008. Apresentação. In: Sano SM, Almeida SP, Ribeiro JF. (ed.) Cerrado: ecologia e flora, Brasília: Embrapa Cerrados, p. 411.
- Ellis MB, Nicolson SW; Crewe RM, Dietemann V. 2008. Hygro-preference and brood care in the honey bee (*Apis mellifera*). *Journal of Insect Physiology*, 54(12): 1516-1521.
- Erdtman G. 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 39: 561-564.
- Ferreira MGR. 2005. Buriti (*Mauritia flexuosa* L.). Embrapa Rondônia, Porto Velho, Brasil.
- Gonçalves GSR. 2015. Padrões de distribuição da avifauna em área de Ecótono Cerrado-Caatinga no Nordeste do Brasil. Universidade Federal do Pará. Mestrado em Zoologia. Bélem do Pará.
- Kinupp VF, Lorenzi H. 2014. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 768 p.
- Lorenzi H, Lacerda MTC, Bacher LB. 2015. Frutas no Brasil: nativas e exóticas. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 768 p.
- Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. 1978. Methods of melissopalynology. *Bee World*, 59:139-157.
- Machado CAS. 2013. Monitoramento de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) quanto ao desenvolvimento interno e comportamento de forrageamento em linhagens de abelhas higiênicas e não higiênicas. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, 94p. Tese de Doutorado.
- Maia GN. 2004. Caatinga: Árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo: D & Z Editora, 413p.
- Malerbo-Souza DT, Silva FAS. 2011. Comportamento forrageiro da abelha africanizada *Apis mellifera* L. no decorrer do ano. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 33(2): 183-190.
- Marques LJP, Muniz FH, Lopes GS, Silva JM. 2011. Levantamento da flora apícola em Santa Luzia do Paruá, Sudoeste da Amazônia, Maranhão. *Acta Botanica Brasilica*, 25: 141-149.
- Mendes FN, Melo Valente R, Rêgo MMC, Esposito MC. 2016. The floral biology and reproductive system of *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) in a restinga environment in northeastern Brazil. *Brittonia*, 69(1):1-15.
- Mendes FN, Rêgo MMC, Albuquerque PMC. 2011. Fenologia e biologia reprodutiva de duas espécies de *Byrsonima* Rich. (Malpighiaceae) em área de Cerrado no Nordeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 11(4):103-115.
- Mendes FN. 2013. Ecologia da Polinização do Buriti (*Mauritia flexuosa* L., Arecaceae) na Restinga de Barreirinhas, Maranhão, Brasil. Belém: Universidade Federal do Pará, 85p. Tese de Doutorado.
- Milfont MO, Freitas BM, Alves JE. 2011. Pólen Apícola: manejo para a produção de pólen no Brasil. Viçosa: Aprenda Fácil, 102 p.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. 2016. O bioma Cerrado. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/Cerrado> (acesso em: 04/02/16).
- NADIA, T.; MACHADO, I.C.; LOPES, A.V. 2007. Fenologia reprodutiva e sistema de polinização de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae): atuação de *Apis mellíferas* e de visitantes florais autóctones como polinizadores. *Acta Botanica Brasilica* 22(4):835-845.
- Oliveira PE. 1998. Fenologia e Reprodução de Espécies. In: Ribeiro JF. (ed). Cerrado: matas de galeria. Planaltina, Embrapa – CPAC. p. 87-91.
- Pereira FM. Desenvolvimento de ração proteica para abelhas *Apis mellifera* utilizando produtos regionais do Nordeste brasileiro. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 170p. Tese de doutorado.
- Pick R, Blochtein B. 2002. Atividade de coleta e origem floral do pólen armazenado em colônias de *Plebeia saiqui* (Holmberg) (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(1): 289-300.
- Pinto MR. Avanços em nutrição/alimentação apícola. 2009. In: Seminário Estadual de Apicultura do RS, 14. Cachoeira do Sul, RS, Anais.
- Resende ILM, Santos FPS, Chaves LJ, Nascimento JL. 2012. Estrutura etária de populações de *Mauritia flexuosa* L. f. (arecaceae) de veredas da região central de Goiás, Brasil *Revista Árvore*, 36(1): 103-112.
- Rezende AV. 1998. Importância das matas de galeria: manutenção e recuperação. In: Ribeiro JF. (ed.) Cerrado: matas de galeria. Planaltina, Embrapa – CPAC. p. 1-15.
- Rosa R K, Barbosa RI, Koptur S. 2013. How do habitat and climate variation affect phenology of the Amazonian palm, *Mauritia flexuosa*. *Journal of Tropical Ecology* 29(03): 255-259.
- Rosa RK, Koptur S. 2013. New findings on the pollination biology of *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) in Roraima, Brazil: Linking dioecy, wind, and habitat. *American Journal of Botany*, 100: 613-621
- Saraiva NA. 2009. Manejo sustentável e potencial econômico da extração do buriti nos lençóis maranhenses, Brasil. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável. 129f.
- SAS. 2003. Institute SAS (Statistical Analysis System). User's Guide. Cary NC: SAS Institute Inc.

Silva AF da. 2003. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de Floresta Semidecídua Submontana da fazenda São Geraldo, Viçosa - MG. Revista Árvore 27: 311-319.

Souza JAN & Rodal MJN. 2010. Levantamento Florístico em Trecho de Vegetação Ripária de Caatinga no Rio Pajeú, Floresta, Pernambuco-Brasil. Revista Caatinga 23: 54-62.

Souza MP, Pires-Coutinho JMC, Silva LS, Amorim FS, Alves AR. 2017. Composição e estrutura da vegetação de Caatinga no sul do Piauí, Brasil. Revista verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. 12: 210-217.

Souza VC, Lorenzi H. 2008. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora (2ª ed.). 704 p.

Storti EF. 1993. Biologia floral de *Mauritia flexuosa* LIN. FIL, na região de Manaus, AM, Brasil. Acta Amazônica, 23: 371-381.

UCHÔA, F. A. B. 2009. Produção de mel na microrregião de Simplício Mendes, Piauí: sistema de manejo, produção de rainhas e disponibilidade de pólen. Teresina. 78p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Universidade Federal do Piauí.

Pólen apícola das matas de babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.): potencial produtivo e protéico

Juliana do Nascimento Bendini,
Sinevaldo Gonçalves de Moura & Darcet Costa Souza

Objetivou-se descrever o potencial das matas de babaçu para a produção de pólen apícola e o teor de proteínas deste produto. Para tanto, foram instalados coletores de pólen em colmeias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) do Apiário Experimental no município de Timon, Maranhão. Amostras de pólen de cada colmeia foram coletadas diariamente durante a primeira semana de cada mês nos períodos de floração e levadas para estufa (40 °C) durante 48 h. Posteriormente, foram limpas, colocadas em sacos plásticos, separadas por cor e por data de coleta. Pesquisou-se a predominância do tipo polínico referente ao babaçu, sendo que as amostras provenientes da referida palmeira foram pesadas e submetidas à avaliação do teor de proteína. Observou-se que apenas a amostra de pólen referente à coleta realizada no mês de outubro foi considerada monofloral (7,42 g/colmeia). Foi observado que a ocorrência do pólen de babaçu diminuiu gradativamente até seu desaparecimento nas amostras coletadas. O teor de proteína (22,13%) foi considerado semelhante ou superior ao encontrado na literatura de diferentes regiões e origens botânicas, porém não influenciou na atividade de coleta das abelhas. Concluiu-se que o potencial de produção de pólen monofloral proveniente da palmeira babaçu na região estudada não é relevante para a exploração apícola, porém pode ser utilizado para a alimentação humana como suplemento alimentar.

Introdução

As abelhas obtêm quase todos seus nutrientes das plantas, principalmente das flores, de onde extraem néctar e pólen. O néctar é a fonte energética, sendo composto majoritariamente de carboidratos e água. Já o pólen representa a fonte protéica, sendo ainda a fonte de lipídios, vitaminas, minerais, além de carboidratos e outras substâncias, presentes em pequenas quantidades, mas que são imprescindíveis para o desenvolvimento das abelhas e manutenção da colônia (Kevan 2007).

O pólen apícola é o produto da coleta dos grãos de pólen nas anteras das flores, que são aglutinados em forma de pequenas pelotas com auxílio de néctar e substâncias salivares secretadas pelas abelhas coletoras e transportadas em suas corbículas para a colmeia. O pólen apícola é coletado na entrada da colmeia por meio de coletores, por onde as abelhas são obrigadas a passar, sendo após a coleta beneficiado para ser comercializado para o consumo humano (Milfont *et al.* 2011).

Existem diferentes metodologias para se avaliar a preferência das abelhas em relação aos recursos florais disponibilizados pela flora de

uma determinada região. A observação direta e/ou a coleta da abelha na flor, a identificação dos tipos polínicos encontrados na massa de pólen transportada (melissopalínologia) no pólen ou no mel estocado são as técnicas usualmente empregadas nesse sentido.

A Mata de Cocais, área compreendida entre a Floresta Amazônica, a Oeste; a Caatinga, a Leste; e o Cerrado, ao Sul, é tida como de transição ecológica ou ecotonal, situando-se entre o clima úmido da Amazônia, o clima semiárido do sertão nordestino e o clima menos úmido, também conhecido como de duas estações bem definidas – seco e chuvoso - do Brasil Central. As palmeiras constituem a vegetação ali predominante, instalada após o desaparecimento da vegetação original, como consequência do forte antropismo e por isto, denominadas hoje, como florestas secundárias, caracterizadas pela presença de: babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.), carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore), tucum (*Bactris setosa* Mart.), buriti (*Mauritia flexuosa* L.), macaúba (*Acromia aculeta* Lood. ex Mart. e *Acromia intumescens* Drude) e pati (*Syagrus botryophora* Mart.) (Castro 2007).

Marques *et al.* (2011) observaram representatividade de 31,65% do tipo polínico de flores de babaçu em amostras de pólen apícola coletadas

em colmeias de *Apis mellifera* L., na região de babaçuais de Santa Luzia do Paruá, Maranhão. Apesar do conhecido potencial polínifero de algumas palmeiras, são poucas as informações referentes à produção e à qualidade nutricional do pólen apícola proveniente da palmeira babaçu.

A região Meio Norte do Brasil compreende os estados do Piauí e Maranhão e tem se destacado em relação ao desenvolvimento da apicultura e a produção de mel, sendo o Piauí um dos maiores produtores do Brasil. No entanto, a produção de pólen ainda é pouco relevante na região. Da mesma forma, são escassos os estudos relacionados à produção e à qualidade do pólen apícola no Meio Norte do País.

Nesse sentido, o objetivo do capítulo é descrever o potencial das matas de babaçu para a produção de pólen apícola e o teor de proteína bruta do pólen proveniente dessas matas na região Meio Norte do Brasil.

Material e Métodos

A pesquisa polínica foi realizada no Setor de Apicultura do Departamento de Zootecnia, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí (DZO/CCA/UFPI), em Teresina-PI. As coletas de pólen foram realizadas no Centro de Práticas Zootécnicas do Instituto de Ensino Superior Múltiplo – CPZ/IESM, no município de Timon, Maranhão. O Apiário Experimental do CPZ localiza-se em uma área de 14 hectares, com palmeiras babaçu ao seu entorno. Antes de se iniciar as coletas de pólen, foram coletados botões florais em pré-antese da referida palmeira para a preparação, por meio da técnica de acetólise (Erdtman 1960), de uma lâmina de referência do grão de pólen (Figura 1).

Foram instalados coletores de pólen do tipo frontal em cinco colmeias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) do Apiário Experimental (Figura 2). As colmeias selecionadas estavam em condições biológicas semelhantes no que diz respeito ao desenvolvimento da colônia.

Para determinar o fluxo de produção diária de pólen apícola nas matas de babaçu, amostras de pólen de cada colmeia foram coletadas diariamente durante a primeira semana de cada mês dos períodos de floração (outubro de 2014 a janeiro de 2015) e foram então levadas para secarem em estufa biológica a 40 °C durante 48 h. Posteriormente, foram limpas por catação, colocadas em sacos plásticos separadas por cor e por data de coleta (Figura 3), sendo pesadas e armazenadas em freezer.



FIGURA 1. Grão de pólen do babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng., Arecaceae).



FIGURA 2. Apiário experimental localizado na mata de babaçu, município de Timon, Maranhão.

A preparação de lâminas de microscopia para análise das amostras de pólen apícola foi realizada segundo método europeu, sem uso de acetólise. Foram pesados 2 g de pólen/amostra diluídas em 10 ml de álcool a 70%, sendo montadas as lâminas a fresco. A identificação dos tipos polínicos foi realizada por meio de comparação com lâminas de referência da área de estudo e verificada a predominância dos tipos polínicos *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.. Para a determinação da porcentagem do pólen de babaçu



FIGURA 3. Amostra de pólen apícola com a separação das bolotas por coloração.

em cada lâmina, foi realizada uma contagem de um total de quinhentos grãos de pólen, no qual o percentual era calculado com base na quantidade de pólen de babaçu encontrado. As amostras predominantemente provenientes das referidas palmeiras foram, então, pesadas e submetidas à avaliação do teor de proteína.

Resultados e Discussão

Durante os meses de outubro de 2014 a janeiro de 2015, foram realizadas sete coletas de pólen apícola nas colmeias instaladas em um apiário localizado na mata de babaçu. Os resultados observados na quantificação do peso do

pólen por cor nas coletas realizadas são apresentados na Tabela 1.

Para a amostra da primeira coleta, foi observado um percentual do tipo polínico do babaçu de 55,7%, representado pelo pólen de coloração creme. Segundo Louveaux *et al.* (1978), para que um tipo polínico seja considerado dominante em uma amostra de pólen apícola, é necessário que o mesmo ocorra com uma frequência de pelo menos 45%. Assim, apenas a amostra de pólen referente à coleta realizada no mês de outubro (amostra 1) foi considerada monofloral proveniente do babaçu (37,12g/colmeia).

Nas cores amarela, laranja e laranja claro, não foram encontrados tipos polínicos referentes da referida palmeira. Com base nas coletas feitas, pôde-se perceber uma variação nas quantidades e nos tipos polínicos presentes nas amostras de pólen coletado pelas abelhas na região de estudo. Isso se dá em consequência da variação da disponibilidade de recursos oferecidos pelas espécies que estão em processo de floração, bem como as preferências e exigências nutricionais das colônias. Através das análises realizadas em laboratório, observou-se que quantidades de pólen do monofloral do babaçu foram obtidas apenas na primeira coleta.

Foi observado que a ocorrência do pólen de babaçu diminuiu gradativamente até seu desaparecimento nas amostras coletadas. Segundo Fava *et al.* (2010), as palmeiras *Attalea phalerata* e *Bactris glaucescens* tiveram, durante o período de um ano, 3,7 inflorescências em média. As florações ocorriam de maneira espaçada entre os indivíduos, não havendo dessa forma um florescimento massal da população. Tal fato também foi observado na área de estudo e, assim, pode-se inferir que o gasto energético dispensado pelas abelhas à procura dos

TABELA 1. Massa (g) das amostras de pólen por cor nas coletas realizadas entre os meses de outubro de 2014 a janeiro de 2015.

Amostras	Amarelo	Creme	Laranja	Laranja claro	Marrom	Total
Outubro	19,24	37,12	13,75	1,58	0	71,69
Novembro	438,84	1,09	24,09	0	0	465,0
Dezembro	288,54	1,04	15,32	0	67,14	372,28
Janeiro	5,01	0,53	10,33	0	5,04	20,43
Fevereiro	12,07	0,64	4,52	0	10,10	27,33
Março	14,66	0,25	19,67	0	0	34,66
Abril	3,54	0	0	0	15,11	18,98

recursos florais disponibilizados pelo babaçu justificou a preferência das abelhas por outras espécies vegetais em florescimento durante o período estudado.

Verificou-se no pólen monofloral proveniente do babaçu um teor de proteína bruta de 22,13%. Diversos autores determinaram o teor de proteína bruta de pólen apícolas produzidos em diferentes regiões do país. Melo *et al.* (2009) encontraram uma média de 23,6% para o pólen apícola proveniente da região do Vale do Ribeira, estado de São Paulo. Pinto *et al.* (2012) observaram média de 15,1% em amostras de pólen apícola produzidas no Vale do Paraíba – SP. Nogueira *et al.* (2013) investigaram as características nutricionais do pólen apícola coletado em Teresina, Piauí, durante o período produtivo. A média de proteína bruta presente nas amostras foi 25,8%.

Observou-se que, apesar do teor de proteína bruta do pólen do babaçu ser equiparado e por vezes até ultrapassar as médias encontradas por diversos autores em diferentes regiões do país, a produção de pólen apícola a partir das matas de babaçu não é potencialmente viável. No entanto, seu uso pode ser recomendado para a alimentação humana, especialmente para pessoas com restrições em relação à proteína animal.

Conclusão

O potencial de produção de pólen apícola monofloral proveniente da palmeira babaçu na região estudada não é pouco relevante para a exploração apícola, especialmente quando ocorrem outras plantas apícolas no raio de forrageamento das abelhas.

O teor de proteína bruta (22,13%) do pólen monofloral de babaçu é considerado elevado e, dessa maneira, pode ser recomendado à suplementação na dieta humana.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento e Científico Tecnológico, pelo financiamento da pesquisa (#407717/2013-7).

Referências

- Castro AAJF. 2007. Unidades de planejamento: uma proposta para o estado do Piauí com base na dimensão diversidade de ecossistemas. Publicações avulsas em conservação de ecossistemas, 18: 1-28.
- Erdtman G. 1960. The acetolysis method in a revised description. Svesk Botanisk Tidsfrit 54: 561-564.
- Fava WS, Covre WS, Sigrist MR. 2011. *Attalea phalerata* and *Bactris glaucescens* (Aracaceae, Arecoideae): Phenology and pollination ecology in the Pantanal, Brazil. Flora 206: 575-584.
- Kevan PG. 2007. Bees, biology, and management. Cambridge: Enviroquest Ltda. Cambridge.
- Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. 1978. Methods of melissopalynology. Bee World 59:139-157.
- Marques LJP, Muniz FH, Lopes GS, Silva JM. 2011. Levantamento da flora apícola em Santa Luzia do Paruá, Sudoeste da Amazônia, Maranhão. Acta Botanica Brasilica 25: 141-149.
- Melo ILPD. *et al.* 2009. Relação entre a composição nutricional e a origem floral de pólen apícola desidratado. Revista do Instituto Adolfo Lutz 68: 346-353.
- Milfont MO, Freitas BM, Alves JE. 2011. Pólen Apícola: manejo para a produção de pólen no Brasil. Viçosa, Aprenda Fácil.
- Nogueira TBA, Souza DC, Bendini JN, Carapelli R, Vieira EC, Takeshita US. 2013. Evaluation of protein contents and mineral determination of honey bees pollen obtained during the productive period in Teresina, Piauí, Brazil. IN: Apimondia International Congress, 43., 2013, Kiev. Anais... Kiev: Apimondia International Congress, 2013. 1 CD ROM.
- Pinto FA, Campos CN, Barreto LMRC. 2012. Perfil físico-químico do pólen apícola produzido em Taubaté, Vale do Paraíba, sudeste do Brasil.. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 20: 1-6.

Identidade Biológica Química e Molecular do Pólen Apícola Monofloral de Palmeiras (Arecaceae) do Nordeste do Brasil

Edilson Divino de Araujo, Ronaldo Fernandes Pereira, Yzila Liziane Farias Maia de Araujo, Everton Silva Mota & Wilson Romão Toledo da Silva

O pólen apícola é um suplemento alimentar bastante conhecido no mercado mundial. No entanto, a diversidade de fontes botânicas em sua composição é enorme, especialmente nas regiões tropicais do planeta, resultando na natureza multifloral da maior parte do pólen apícola comercializado. Para fins biotecnológicos, por outro lado, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento de novos produtos à base de pólen apícola, a utilização de pólen monofloral apresenta grande vantagem, tanto no que diz respeito à reprodutibilidade das análises, como na agregação de valor aos produtos derivados. Nesse capítulo apresentamos uma nova forma de identificação molecular de pólen apícola monofloral, utilizando DNA barcode de quatro espécies de Arecaceae, a saber: Ouricuri (*Syagrus coronata*), Piaçava (*Attalea funifera*) e Dendê (*Elaeis guineensis*) e, com especial referência ao Coco da Bahia (*Cocos nucifera*), que é a principal espécie de palmeira cultivada na região Nordeste do Brasil. O perfil químico do pólen apícola monofloral é apresentado aqui por meio de ensaios químicos envolvendo a composição de aminoácidos, teores totais de fenóis e flavonoides, perfil, composição e quantificação das frações dos compostos fenólicos, análises de atividade antioxidante e de toxicidade, apresentando atividades funcionais do pólen apícola de Arecaceae, contribuindo de maneira prática para estudos futuros.

Introdução

A apicultura é uma atividade econômica bastante difundida no Brasil, sendo uma importante fonte de renda em diversas regiões do país, em especial o nordeste. O principal produto apícola é o mel, mas diversos outros produtos são obtidos na criação de abelhas (própolis, cera, pólen, geleia real), dentre estes produtos destaca-se o pólen, o qual além de ser diretamente usado como produto apícola comercial, também possui grande importância ecológica e econômica no tocante a polinização realizada pelas abelhas durante a coleta nas fontes florais. Tais características da atividade apícola evidenciam seu grande potencial sustentável, uma vez que seja realizada em conjunto com outras atividades agrícolas e/ou em áreas de recuperação e preservação gerando benefícios.

No nordeste brasileiro a apicultura tem crescido e ganhado destaque, inclusive levando a iniciativas governamentais visando subsidiar seu desenvolvimento. Nesta região do Brasil, a criação de abelhas é muito comum em associação com culturas agrícolas diversas, com destaque para a exploração de palmeiras da família Arecaceae, a exemplo do coqueiro (*Cocos nucifera*), do Ouricuri (*Syagrus coronata*), da Piaçava (*Attalea funifera*), do Dendê (*Elaeis guineensis*), do Palmito-Juçara (*Euterpe edulis*) e muitos outros. Esta família possui um grande valor econômico, além de sua ampla distribuição, possuindo representantes tanto em regiões de Caatinga (Ouricuri), quanto de Mata Atlântica (Piaçava, Dendê, Palmito-Juçara e Coqueiro) do nordeste brasileiro.

Dentre os representantes da família Arecaceae o mais importante é o coqueiro em razão de sua distribuição por todo o litoral nordestino e pelas suas características de floração, permitindo que o mesmo produza pólen durante, praticamente, o ano todo. Assim, o coqueiro é uma fonte de pólen bastante atrativa para abelhas.

Para as abelhas o pólen representa uma importante fonte de proteínas, a qual é usada para alimentar as larvas em desenvolvimento, estando o crescimento da colônia diretamente associado ao estoque de pólen, assim grande quantidade de pólen são coletados pelas abelhas para serem estocados (em excesso) na colmeia, este pólen coletado e transportado pelas abelhas é chamado de pólen apícola.

Já para o homem o pólen apícola é usado como um suplemento alimentar por ser um ali-

mento funcional rico (Souza *et al.* 2004; Zhao *et al.* 2007; Guerrini *et al.* 2009; Martins 2010; Pinto *et al.* 2010; Estevinho *et al.* 2012; Pinto *et al.* 2012; Žilić *et al.* 2014), pois possui substâncias bioativas que são capazes de benefícios que superam a simples reposição alimentarem, a exemplo dos flavonoides que tem capacidade antioxidante e estão relacionados com a prevenção de muitas doenças, além de vitaminas e minerais (Kroyer & Hegedus 2001; Šarić *et al.* 2009; Hassan 2011; Chantarudee *et al.* 2012; Arruda *et al.* 2013; Avni *et al.* 2014; Bárbara *et al.* 2015; Chen *et al.* 2015).

Diante da importância e da relevância do pólen apícola, em especial, daquele oriundo de palmeiras, nosso grupo de pesquisa em genética e recursos naturais tem desenvolvido vários estudos a cerca de uma década com o intuito de caracterizar o pólen apícola economicamente, nutricionalmente e geneticamente, além de desenvolver produtos e processos que agreguem valor ao pólen apícola de palmeiras.

Origem botânica e propriedades nutricionais e funcionais do pólen apícola monofloral de palmeiras do Nordeste

A origem botânica é um dos fatores que interfere na composição nutricional, pois determina as características físico-químicas e bioativas do pólen, em nossos estudos podemos observar tal fato, já que quase não se observa variação entre os principais componentes nutricionais avaliados no pólen apícola do nordeste brasileiro, devido às fontes florais do pólen pertencer à família Aracaceae, ainda que de espécies diferentes (tabela 1). Tal proximidade nas composições de nutrientes remete-se ao fato de o pólen apícola de ser monofloral de palmeiras, ou seja, formado por pelo menos 90% de pólen de palmeira.

O pólen monofloral preserva as características de seu representante floral. Assim as características nutricionais, físicas, químicas e bioativas são equivalentes as de sua origem botânica.

Comparando o resultado para o índice de proteína, o segundo grupo mais abundante no pólen apícola de Arecaceae e um dos componentes mais relevantes no contexto comercial, devido a sua relação direta com a nutrição humana (Orzáez Villanueva *et al.* 2002; Szczesna 2006), podemos observar uma diferença estatística significativa (ainda que pequena) entre o pólen de *A. funifera* em relação ao produzido por *S. coronata* e *E. guineensis*. Isto é esperado, visto que são três gêneros de palmeiras bem distintos, coletados em regiões também muito distintas da Bahia e de Sergipe. Ainda considerando-se que *S. coronata* é uma espécie encontrada tanto na Caatinga como em áreas de Mata Atlântica, poderá haver alteração na de seu pólen composição nutricional a depender da área de coleta em razão das condições sazonais e das características do solo da região. Tal diferença não se observa nos outros componentes nutricionais, indicando um padrão de conservação das características nutricionais em representantes distintos da família Arecaceae.

Mesmo com variações pequenas o pólen apícola de Arecaceae monofloral demonstra um perfil nutricional padrão, visto que as variações de seus componentes físico-químicos são menores, o que permite caracterizar o produto gerado, destacando propriedades em evidencia e/ou produzindo linhas para nichos de mercado específicos, este tipo de aplicação só é possível a partir de um pólen monofloral padronizável. Isto fica evidente quando se compara o conteúdo de proteína, lipídeos e/ou açúcares, com os obtidos em estudos com pólen apícola multifloral (ou seja, oriundo de fontes botânicas heterogêneas), por exemplo, o trabalho de Barreto *et al.* (2005)

TABELA 1. Análises das características físico-químicas (g/100g) de amostras de pólen monoflorais, com vista à identificação protéica, lipídica e de carboidratos.

Origem do pólen	Proteína	Lipídeos	Açúcar total	Açúcares redutores
<i>Attalea funifera</i>	17,10 ^d ±0,82	4,37 ^{bc}	30,43 ^a ±1,11	28,33 ^{abc} ±0,85
<i>Cocos nucifera</i>	18,72 ^{cd} ±0,92	2,18 ^{cd}	28,70 ^{ab} ±0,82	27,38 ^{ac} ±1,09
<i>Elaeis guineensis</i>	20,30 ^c ±0,82	6,20 ^b	30,88 ^a ±0,81	30,79 ^a ±0,85
<i>Syagus coronata</i>	20,30 ^c ±0,82	3,42 ^{cd}	29,47 ^a ±1,11	29,58 ^{ab} ±0,85
MAPA*	Mín. 8%	Mín.1,8%	***	***

* Valores legais estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em 2001.

** médias com a mesma letra na coluna não diferem estatisticamente (Tukey, p<0,05).

***Valores não estabelecidos por Brasil (2001).

onde foram analisados pólen multifloral em seis estados brasileiros, obtendo teores de proteínas entre 8,40 e 19,60 g/100g, estando esta variação ampla relacionada a origem botânica do pólen amostral. Entrementes, o estudo de Modro *et al.* (2011) com pólen apícola de diversas fontes botânicas, encontraram conteúdo proteico de 22,73% em agosto a 40,53% em novembro e 32,71% em dezembro, registrando mais de 13 fontes botânicas no pólen apícola em Minas Gerais, corroborando com a variação das características nutricionais do pólen apícola multifloral.

Conforme observado na tabela 2, outro aspecto que pode influenciar a composição nutricional, ao alterar as características físico-químicas do pólen apícola de Arecaceae é o manejo do pólen pelo apicultor e/ou o tipo de tratamento que o mesmo sofre durante seu processamento. Em uma de nossas pesquisas, usando-se pólen apícola monofloral de coqueiro oriundo de Sergipe, podemos observar que diferentes tipos de tratamentos geravam alterações, ainda que pequenas, no padrão físico-químico do pólen, tais alterações foram inerentes ao processamento que o pólen sofreu, podendo esse processamento resguardar certos nutrientes ou provocar perda do mesmo, é o caso do conteúdo proteico de pólen seco em estufa, o qual sofreu perda após realização do processo. Em contrapartida, ao se liofilizar o pólen observa-se que ocorre preser-

vação de conteúdo proteico, de forma significativa comparando-se com a secagem em estufa, prevenindo perdas que podem ocorrer até no pólen *in natura* (ainda que tais perdas não sejam significativas estatisticamente).

A tabela 2 ilustra bem que em muitos aspectos físico-químicos, o tratamento e/ou manejo do pólen é determinante, a exemplo da acidez, do pH, das fibras, da umidade, da atividade de água, mesmo do teor de proteínas, podem apresentar diferenças significativas a depender do tratamento ou método de conservação a ser usado, sendo assim, é de grande importância que as técnicas de manejo sejam realizadas de maneira correta, respeitando os limites legais. É evidente que tais variações estão mais relacionadas com as características do próprio pólen como um todo, do que com relação a sua origem botânica, a exemplo da umidade, a qual se manteve acima do limite legal mesmo após 8h de secagem em estufa, tal resultado está mais relacionado a um manejo incorreto durante a secagem, permitindo que o pólen reabsorva umidade contida no ar mediante sua característica altamente higroscópica natural. Diversos autores alertam para tal consequência em decorrência do manejo inadequado do pólen, enfatizando que fatores como umidade alta podem facilitar a proliferação de microrganismo no produto final (Almeida-Anacleto 2007; Modro *et al.* 2007; De Almeida *et al.* 2012).

TABELA 2. Composição físico-química de pólen e resíduo de pólen apícola monofloral de coqueiro em diferentes processos de tratamento.

Componente	Pólen <i>in natura</i>	Pólen seco em estufa	Resíduo	Pólen liofilizado	Pólen light	MAPA
Umidade (%)	37,83±0,08 ^a	5,53±0,05 ^c	7,20±0,30 ^b	3,60±0,08 ^d	3,93±0,00 ^d	4% seco 30% fresco
Aw*	0,893±0,008 ^a	0,314±0,002 ^c	0,365±0,002 ^b	0,321±0,002 ^c	0,160±0,008 ^d	*
°Brix	33,00±0,00 ^c	49,00±0,00 ^a	45,67±0,50 ^b	50,67±0,00 ^a	33,00±0,90 ^c	14,5 a 55%
Carboidrato total**	37,08±0,50 ^a	70,11±0,62 ^d	65,87±0,35 ^c	63,54±0,43 ^c	52,32±0,55 ^b	**
pH	4,57±0,01 ^b	4,52±0,00 ^c	4,58±0,04 ^b	4,50±0,01 ^c	4,81±0,01 ^a	4 a 6
Acidez livre (meq/ Kg)	205,67±1,41 ^b	177,50±0,50 ^d	121,66±2,89 ^c	245,76±2,52 ^a	202,67±2,52 ^b	Máx. 300 mEq/kg
Cinzas (%)	2,55±0,07 ^b	3,61±0,03 ^a	3,80±0,01 ^a	3,64±0,14 ^a	3,76±0,01 ^a	Máx. 4%
Lipídeos (%)	2,69±0,53 ^b	2,71±0,09 ^b	2,65±0,50 ^b	3,32±0,31 ^b	8,90±0,33 ^a	Mín. 1,8%
Proteínas (%)	17,55 ±0,42 ^{b,c}	15,56±0,61 ^c	17,70±0,10 ^{b,c}	20,35 ±1,69 ^b	27,60±1,1 ^a	Mín. 8%
Fibras (%)	2,30±0,15 ^c	2,48±0,16 ^{b,c}	2,78±0,05 ^{b,c}	5,55±0,56 ^a	3,49±0,29 ^b	Mín. 2%

* Atividade de água (22 °C) e não e preconizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (Brasil 2001).

** Carboidrato total = diferença entre 100 e a soma de umidade, cinzas, lipídios, proteína e fibras. Resolução - RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003 (Brasil 2003).

*** Médias seguidas de mesma letra (linha) não são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

Quanto aos limites legais estabelecidos pela legislação brasileira através do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Brasil 2001), a maioria das características físico-químicas que informa o conteúdo nutricional do pólen apícola de Arecaceae se encontram dentro destes limites legais, a exemplo de teor de fibras, proteínas, lipídeos, acidez e pH. No entanto, existem lacunas nas normas vigentes, as quais não estabelecem limites para atividade de água ou uma faixa aceitável para o teor de carboidratos totais. No tocante a atividade de água (Aw), este índice é de extrema importância para determinar o controle de qualidade biológico, visto Aw altos remetem a iminente proliferação de agentes biológicos contaminantes, não só diminuindo a vida de prateleira, como também podendo representar risco a saúde humana.

Em se tratando do teor de carboidratos, tais limites poderiam servir com um indicativo para os consumidos acerca de produtos específicos, como o pólen *light* (o qual é um produto à base de pólen apícola desenvolvido por nosso grupo de pesquisa e protegido pela patente PI1107450-7 e), ou ainda, a depender dos tipos de açúcares que constituem o pólen apícola de Arecaceae, estabelecer restrições ou não a grupos de risco, como diabéticos. Em se tratando de frações de carboidratos, nosso grupo já está desenvolvendo um estudo para elucidar as frações de carboidratos que compõem o pólen de coqueiro, apoiando-se em estudos internacionais que tem indicado que o pólen possui grandes quantidades de Frutose como açúcar de reserva (Szczeńna 2007), fato que caso se repita no pólen nordestino, gera um importante dado para o consumo de pólen por grupos de consumidores diabéticos, em virtude de a frutose ser uma alternativa a Glicose para este grupo de consumidores, possuindo características semelhantes a esta última, mas não afetando os níveis glicemia do consumidor (Jenkins *et al.* 1981).

A condição monofloral do pólen apícola, por si só, não garante níveis constantes em sua composição nutricional, de modo a garantir um padrão de suas características físico-químicas ou bioativas, para tal também é necessário que sua produção polínica se mantenha perene mesmo diante de variações climática e/ou em diferentes regiões geográficas, neste sentido o pólen de *C. nucifera* demonstra ser promissor. Conforme demonstrado no Quadro 1, com os resultados de um estudo de nosso grupo acerca da floração de palmeiras da família Arecaceae, oriundas de diferentes regiões dos estados da Bahia e Sergipe, nota-se que o coqueiro (*C. nucifera*) apresenta uma floração regular, quase anual, o que demonstra um grande potencial de produção, bem como a possível geração de produtos com menores variações de componentes nutricionais ou bioativos, e/ou de um polo brasileiro produtor de pólen apícola de Arecaceae, com ênfase no pólen de *C. nucifera* (para confirmar esta hipótese, estudos futuros precisam ser realizados com grupos amostrais maiores, constituídos de pólen apícola monofloral de *C. nucifera* de diferentes regiões do nordeste).

Este padrão fenológico de *C. nucifera* tem sido relatado na literatura em diversos estados do nordeste a exemplo do Ceará (Passos *et al.* 2006), de Pernambuco (Leite & Da Encarnação 2002) e, mesmo, em Sergipe (Fontes *et al.* 2006), confirmando seu padrão de floração anual.

Outra abordagem do conteúdo físico-químico do pólen apícola é sua importância em pesquisas que visem analisar sua relação com a manutenção da colmeia e que conseqüentemente ira ter uma relação direta com a atividade econômica apícola, por fornecer uma fonte de proteínas à colônia mesmo em períodos de baixa floração das fontes nativas, conferindo resistência às abelhas a enfermidades. Além disso, podem-se elaborar rações a base de pólen apícola de Arecaceae (principalmente de coqueiro) com características

QUADRO 1. Registro dos meses de floração por coleta de pólen apícola monofloral no coletor da colmeia no período de setembro de 2011 a agosto de 2013 para *C. nucifera* e *S. coronata*, e no período de outubro 2013 a agosto 2014 para *E. guianensis* e *A. funifera*.

Origem do pólen	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jun	Jul
<i>Attalea funifera</i>			•	•	•	•	•	•				
<i>Cocos nucifera</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Elaeis guineensis</i>				•	•	•	•			•	•	•
<i>Syagrus coronata</i>			•	•	•	•						

Meses: Set – setembro, Out – outubro, Nov – novembro, Dez – dezembro, Jan – janeiro, Fev – fevereiro, Mar - março, Abr – abril, Mai – maio, Jun – junho, e Jul – julho.

atrativas as abelhas, como uma alternativa para apicultores de outras regiões onde as fontes polínicas não têm uma floração perene.

Composição de aminoácidos do pólen apícola de palmeiras do Nordeste

O teor proteico é um importante componente nutricional em qualquer alimento, seja para uso como suplemento alimentar para praticantes de exercício físico, atletas profissionais, ou até como fonte primária para consumidores vegetarianos ou veganos. No entanto, o índice de proteínas totais é pouco informativo para o valor nutricional real de um alimento, visto que existem aminoácidos essenciais (fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, valina e triptofano) que só podem ser obtidos via alimentação e que não são encontrados em todas as fontes de alimento, deste modo o pólen apícola rico em proteínas totais, pode ser uma fonte pobre em aminoácidos essenciais, o que diminui seu valor nutricional consideravelmente.

Neste sentido ao observar os teores proteicos totais obtidos em pólen apícola nas diversas espécies de Arecaceae do nordeste brasileiro,

chegamos a valores consideráveis em relação ao limite mínimo estabelecido pela legislação brasileira (8g/100g), conforme observado nas tabelas 1 e 2 (sendo a tabela 2 apenas para pólen de coqueiro, de Sergipe), apresentando uma variação muito baixa entre as diferentes espécies de palmeiras. Surpreendentemente, esta condição de baixa variação também se manteve na concentração de aminoácidos livres do pólen em todas as amostras de pólen monofloral das palmeiras analisadas (ver Tabela 3).

Com base em uma análise estatística, apenas um aminoácido apresentou diferença significativa entre todos os tipos analisados (Tukey $p < 0,05$), sendo a prolina em *S.coronata* (60,98 mg/g), com o menor teor deste aminoácido dentre as amostras. Em um estudo similar, Negrão *et al.* (2014) também não encontrou diferenças significativas entre os aminoácidos para pólen apícola, ainda que multiflorais em Botucatu, estado de São Paulo, mesmo com o ingresso de fontes botânicas diferentes ao longo de doze meses, uma vez que também foi analisada a sazonalidade de aminoácidos. Tais dados sugerem um valor base de referência para teores de aminoácidos, diante da baixa variabilidade das taxas de aminoácidos mesmo em mostras multiflorais.

TABELA 3. Composição e quantificação (mg/g de proteína) encontrada de pólen apícola monofloral de palmeiras, e comparação com os índices recomendado pela Organização Mundial de Saúde.

Aminoácidos	Valores padrões*	<i>Attalea funifera</i>	<i>Cocos nucifera</i>	<i>Elaeis guineensis</i>	<i>Syagrus coronata</i>
Essenciais					
Histidina (His)	19	24.63 ±0,165	25.48 ±2,81	20.82 ±0,35	21.45 ±0,99
Fenilalanina (Phe) + Tirosina (Tyr)	**63	96,99 ±0,1	103,27 ±3,1	88,73 ±0,16	104,35 ±0,17
Isoleucina (Ile)	28	52.41 ±3,07	51.82 ±2,31	55.62 ±0,865	51.46 ±4,15
Leucina (Leu)	66	90.66 ±5,785	105.77 ±1,29	104.89 ±2,41	98.01 ±1,43
Lisina (Lys)	56	79.04 ±0,32	91.77 ±19,505	89.00 ±1,5	65.71 ±3,02
Metionina (Met) + Cisteína (Cys)	**25	29,72 ±4,76	31,24 ±1,88	28,64 ±1,81	28,64 ±0,32
Treonina (Thr)	34	48.40 ±1,09	39.71 ±0,28	40.03 ±0,77	44.50 ±0,55
Valina (Val)	35	60.71 ±3,56	65.25 ±0,57	60.53 ±2,33	61.87 ±3,07
Não essenciais					
Alanina (Ala)		65.52 ±4,22	66.42 ±2,755	67.28 ±0,46	64.63 ±1,91
Aspartato (Asp)		83.52 ±8,31	94.15 ±3,17	51.18 ±4,04	102.71 ±2,37
Arginina (Arg)		62.94 ±2,53	46.27 ±2,365	59.78 ±0,19	61.44 ±0,62
Glutamato (Glu)		109.43 ±5,275	99.76 ±0,93	110.58 ±1,99	144.47 ±1,09
Glicina (Gly)		55.75 ±0,64	45.76 ±1,655	54.31 ±1,025	48.11 ±0,22
Prolina (Pro)		79.54 ±6,725	86.50 ±8,715	124.86 ±4,78	60.98 ±0,85
Serina (Ser)		54.07 ±1,07	44.89 ±2,07	46.42 ±0,03	48.08 ±2,61

*WHO/FAO (2007)

** Somatório de dois aminoácidos, quando um serve de síntese para o outro.

A pouca quantidade de trabalhos com análise de aminoácidos de pólen apícolas, principalmente no nordeste, impede conclusões mais precisas.

Em decorrência de limitações metodológicas é a razão para a ausência dos aminoácidos asparagina, glutamina e triptofano. Estas perdas se deram durante a extração através da conversão de asparagina em aspartato e da glutamina em glutamato, já o triptofano evapora na hidrólise ácida. Mesmo com as perdas decorrentes da metodologia escolhida, nossos dados são semelhantes aos encontradas em outras regiões do país por Carpes *et al.* (2008) e Martins *et al.* (2011), bem como fora do Brasil, no estudo de Szczêsna (2006) que analisou pólen apícola de três países (Polônia, China e Coreia). Nestes trabalhos, indica-se a ocorrência de 16 aminoácidos em pólen apícola, no entanto em pólen de palmeira do nordeste é possível que os 20 aminoácidos estejam presentes, fato que, provavelmente, não foi observado em nossos resultados mediante limitações metodológicas. Esta hipótese se sustenta ao consultar os trabalhos de Nicolson & Human (2013), os quais utilizaram outras metodologias para obter o teor de aminoácidos e com isso registraram a presença de triptofano em suas amostras de pólen apícola.

Considerando apenas os aminoácidos essenciais, é certa a presença de oito dos nove previstos para o organismo humano: fenilalanina (Phe), histidina (His), isoleucina (Ile), leucina (Leu), lisina (Lys), metionina (Met), treonina (Thr), e valina (Val) faltando apenas o triptofano por motivos já discutidos acima. Um ponto relevante acerca do pólen apícola monofloral de

Areceaceae do nordeste brasileiro refere-se aos percentuais de aminoácidos essenciais acima do padronizado pela WHO/FAO (2007), conferindo a esse pólen um grande valor nutricional, com destaque para a isoleucina, a leucina e valina que estão mais de 70% acima do padrão recomendado pela WHO/FAO, conforme demonstrado na figura 1.

Deve-se destacar que todo o processo de aproveitamento do aminoácido passa pela questão da digestibilidade do pólen apícola, sendo uma área carente de estudos, considerando que no organismo humano os alimentos são apenas reduzidos na boca, ou seja, não sofrem modificações químicas neste órgão, onde vai iniciar o processo de aproveitamento nutricional no estômago, dado que as proteínas e polipeptídios são desnaturados por ação do HCl e hidrolisadas pela pepsina, sendo ainda que a digestão no estômago representa apenas 10-20% da digestão total protéica (Frenhani & Burini 1999), com isso passa a ser fundamental entender as taxas de digestibilidade do pólen apícola, pois embora comprovada uma riqueza nutricional, essa pode não ser aproveitada, sendo também variável conforme a fonte botânica. Neste âmbito, nosso grupo de pesquisa tem realizado pesquisas para elucidar aspectos acerca da digestibilidade de pólen apícola de coqueiro, sendo este trabalho parte de um doutorado em desenvolvimento.

Outro aspecto importante do pólen apícola de palmeira, com relação à sua composição nutricional é o teor de aminoácidos de cadeia ramificada (ACR) ou BCAA (Branched-chain Amino Acids), sendo respectivamente a valina, leu-

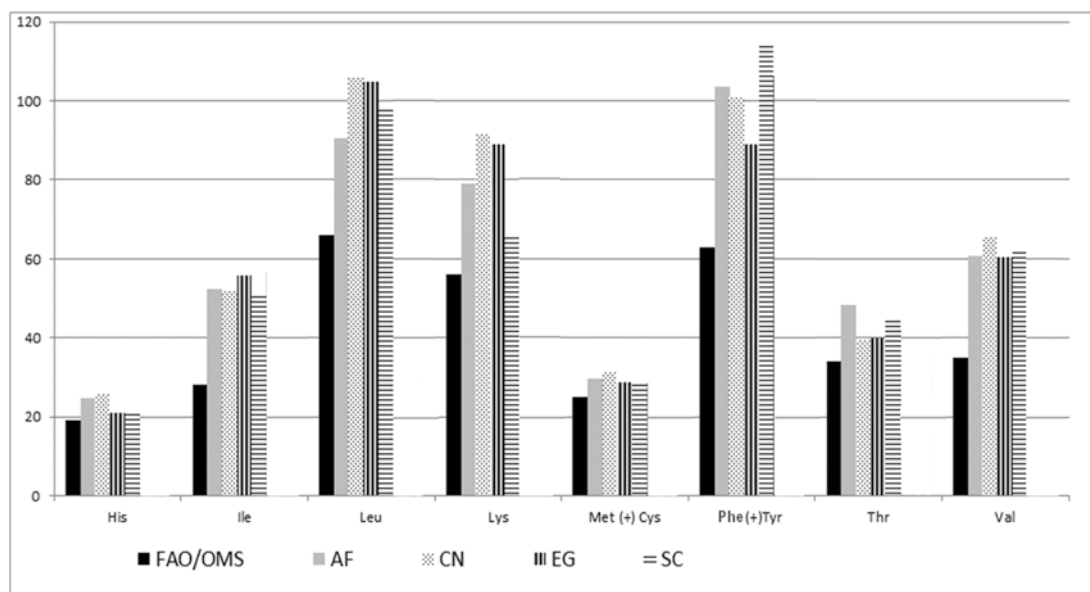


FIGURA 1. Concentração (%) de aminoácidos essenciais no pólen apícola monofloral, por fonte botânica, tendo como referência padrão da FAO/OMS.

cina e isoleucina que também são aminoácidos essenciais, conforme demonstrado na figura 2. Os ACR presentes em pólen apícola monofloral de diferentes palmeiras do Nordeste brasileiro superam a recomendação prescrita de consumo diário dos suplementos hoje comercializados no Brasil, onde as dosagens diárias de consumo são de 3 a 4g, segundo Alves & Lima (2009).

Esses aminoácidos têm uma relação direta com necessidades de reposição após esforço físico, uma vez que os ACR's correspondem 35% dos aminoácidos essenciais em proteínas musculares, considerado que um indivíduo adulto possui 40 a 45% da massa corporal total composta de massa muscular, conforme descrito por Rogero & Tirapegui (2008). Assim sendo, esta categoria de aminoácidos importantes como suplementos alimentares, visando à reposição energética principalmente de atletas ou pessoas sujeitas a grandes esforços físicos, constituindo esse um importante nicho mercadológico a ser explorado para a comercialização de pólen apícola de *Arecaceae* do nordeste brasileiro.

Teores totais de fenóis e flavonoides de pólen apícola monofloral de coqueiro

Além das características nutricionais, os alimentos podem possuir características funcionais (chamados alimentos funcionais), sendo estes alimentos ricos em compostos que atuam na melhoria da qualidade de vida e na proteção à saúde, para tal estes alimentos possuem compostos bioativos, ou seja, que exercem alguma atividade biológica como combate ao envelhecimento, combate a microrganismos patogênicos, controle do processo inflamatório, prevenção e combate a doenças diversas (como o câncer), melhoria do desempenho em atividades diver-

sas (como exercício físico ou atividade intensas), entre outras.

Os compostos fenólicos (flavonóides e ácidos fenólicos) são os principais agentes bioativos do pólen com funções antioxidantes, anti-inflamatórios, antimicrobianos e antitumorais (Zheng & Wang 2001; Carpes *et al.* 2008; Neves *et al.* 2009). Neste sentido procuramos, em nossos estudos, caracterizar os compostos fenólicos presentes no pólen apícola de palmeiras nordestinas, para tal um primeiro estudo apenas com pólen apícola de coqueiro (oriundo de Sergipe) foi desenvolvido. Primeiramente elucidamos o perfil dos fenóis e flavonoides (grupo de compostos fenólicos) totais, a partir de dois métodos de extração distintos (Banho Maria e Ultrassom) e quantificação com bases em métodos espectrofotométricos, assim um perfil inicial dos efeitos dos processamentos sofridos pelo pólen apícola de coqueiro e de diferentes métodos de extração dos compostos em questão puderam ser conhecidos e serviram como parâmetros básicos para os estudos posteriores que realizamos.

A escolha do método de extração pode influenciar muito na obtenção de diferentes classes de composto, em especial dos fenólicos por serem bastante diversificados e possuírem distintas características e estruturas químicas, ainda assim, em nossas condições não observamos diferenças estatísticas significativas de rendimento entre os tipos de extração testados para compostos fenólicos. As amostras de pólen seco em estufa e resíduo de pólen apícola de coqueiro apresentaram rendimento de extrato seco de 28% e 26% na extração por banho-maria, enquanto para a extração por ultrassom apresentaram 33% e 25,5%, respectivamente. Apesar disso, é válido lembrar que o rendimento não indica a qualidade do extrato de pólen e resíduo, podendo uma amostra demonstrar menor rendimento e possuir propriedades biológicas efetivas, ou ainda ter uma diversidade de tipos compostos maior que métodos com rendimento maior (conforme sugerem algumas de nossas observações, descritas mais a frente).

Sobre os teores totais de fenóis das amostras de pólen apícola seco em estufa e resíduo de pólen apícola de coqueiro, extraídos em banho-maria (32,26^a e 26,11^b mg GAE/g de pólen) e em ultrassom (30,57 e 23,54 mg GAE/g de pólen), demonstram valores intermediários quando comparados com o teor de polifenóis encontrados em pólen apícola brasileiro. Segundo Carpes *et al.* (2008) amostras de pólen da região Sul do Brasil apresentaram resultados que variaram de 19,28 a 48,90 mg para fenóis totais. Neves *et al.*

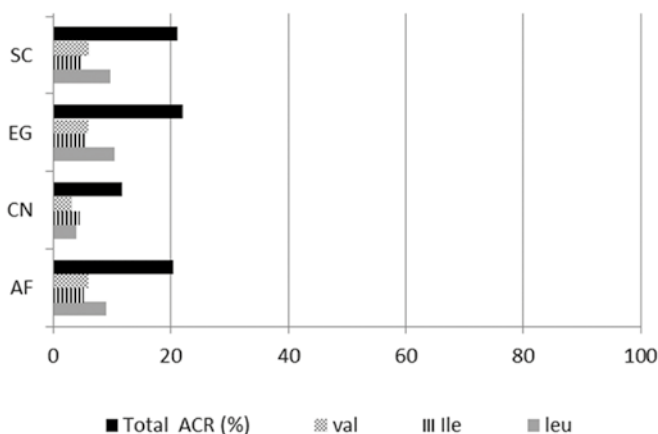


FIGURA 2. Percentual de ACR em cada tipo de pólen apícola em relação a 1g de proteína.

(2009) ao estudar amostras de pólen apícola desidratado de Minas Gerais e da região Nordeste, verificaram que os fenólicos totais variaram 6,9 a 13,7 mg, resultados esses inferiores ao encontrado no presente trabalho. Apesar da variação encontrada, o teor de compostos fenólicos em pólen apícola pode ser considerado alto, na mesma faixa de fenólicos totais encontrados em frutos como manga e mamão (Oliveira *et al.* 2011).

Levando-se em consideração apenas diferentes processos de secagem não se verifica diferença significativa ao se comparar pólen seco em estufa, resíduo de pólen apícola e pólen liofilizado, este comportamento não é comum a todos os compostos do pólen como pode ser observado no tópico anterior quando tratamos de diversos componentes nutricionais do pólen apícola. Os resultados dos teores de fenóis e flavonoides totais dos extratos obtidos pelo método banho-maria estão apresentados na Tabela 4.

De acordo com os resultados, observa-se que as amostras mesmo sendo derivadas do mesmo lote de pólen apícola *in natura* diferem significativamente ($p < 0,05$) quanto ao teor de fenóis totais. No entanto, todas as formas de pólen seco analisadas apresentaram teores cerca de 10 vezes maiores que o encontrado nas amostras de pólen apícola *in natura*. É importante ressaltar os resultados obtidos para o pólen *light* que apresentou valores significativamente maiores para os teores de compostos fenólicos totais (63,44 mg GAE/g) e especialmente para flavonóides (74,27 mg de quercetina/g de pólen). O processo de obtenção do pólen *light* contribuiu para a concentração destes compostos, chegando a triplicar a concentração de flavonóides totais. Tais dados sugerem fortemente a necessidade de se desenvolver e estudar novas formas de processamento de pólen apícola (no nosso caso, originários de *Arecaceae*) possibilitando, com isso, o beneficiamento de certas características específicas e contribuindo para diversificação do mercado de pólen apícola.

Ao se olhar de perto o perfil quantitativo dos teores totais de fenóis e flavonoides para pólen de diversas regiões, pode-se notar uma grande variação, tais oscilações são inerentes a fatores diversos que vão desde a origem botânica do pólen, o tipo de solo em que a planta cresce, os padrões sazonais climáticos, bem como os diferentes métodos de extração e obtenção dos teores em si. Estas variações nos teores de fenóis e flavonoides podem ser observadas comparando-se trabalhos na literatura conforme descrito na Tabela 5. Esses dados indicam que o pólen apícola com predominância de coqueiro apresenta, em média, maiores valores para os teores de compostos fenólicos e flavonoides totais, principalmente em comparação com amostra de fora do Brasil.

No tocante ao perfil observado do pólen apícola de coqueiro podemos destacar duas situações distintas observadas nos trabalhos de Neves *et al.* (2009) e Araújo *et al.* (2017), os dois trabalhos usam amostras de pólen apícola de coqueiro de Sergipe, sendo que no primeiro os teores não muito baixos, já no segundo os teores são bem elevados, principalmente para fenóis, (semelhantes aos encontrados nos estudos de nosso grupo) tal variação pode ser explicada pela escolha de metodologias diferentes de extração e quantificação dos teores fenólicos, visto que no primeiro estudo foi realizada a extração dos compostos com etanol, em contrapartido no trabalho de Araújo foi obtido um extrato metanólico. O estudo de Kroyer & Hegedus (2001) demonstrou este efeito da escolha da metodologia de extração em pólen apícola, de modo que a quantidade de 8,2 mg/g de compostos fenólicos foi obtida quando realizada uma extração com metanol/água (1:1), entretanto, quando o mesmo pólen foi processado utilizando-se etanol como solvente de extração, o seu teor de fenóis aumentou para 24,6 mg/g.

É evidente que mais estudo acerca dos efeitos das variações metodológicas nos teores fenóis e flavonoides do pólen de *Arecaceae* preci-

TABELA 4. Teor de compostos fenólicos totais e flavonóides totais de pólen apícola *in natura* e matrizes derivadas, obtidos por extração em banho-maria.

Ensaio	Pólen <i>in natura</i>	Pólen seco em estufa	Resíduo	Pólen liofilizado	Pólen <i>light</i>
Fenóis totais (mg GAE/g)*	19,85±1,04 ^d	32,26±0,22 ^b	26,11±0,30 ^c	27,32±0,16 ^c	63,44±0,0 ^a
Flavonóides totais (mg Qe/g)*	23,90±0,24 ^b	24,00±0,26 ^c	24,81±0,22 ^c	22,65±0,12 ^b	74,27±0,01 ^a

* GAE: Equivalente a ácido gálico, Qe equivalente a quercetina.

** Médias seguidas de mesma letra (linha) não são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

TABELA 5. Lista de teores totais de fenóis e flavonoides descritos na literatura, dentro e fora do Brasil.

Procedência	Fenóis Totais (mg GAE/g) [*]	Flavonoides Totais (mg de Qe/g) [*]	Fonte
Sergipe	7,01	4,97	Neves <i>et al.</i> (2009)
Sul do Brasil	19,28 a 48,90	-	Carpes <i>et al.</i> (2008)
Bahia	14,31 a 64,14	0,72 a 1,99 ^{**}	Menezes <i>et al.</i> (2010)
São Paulo	1,60 a 2,30	-	Negri <i>et al.</i> (2011)
Bahia	41.50 a 213,00	-	Freire <i>et al.</i> (2012)
Paraíba	19,69	6,81	Almeida <i>et al.</i> (2017)
Bahia e Sergipe	33,73 a 75,60	1.42 a 9.05	Araújo <i>et al.</i> (2017) ^{****}
USA	15,91 a 34,85	2,66 a 5,48	LeBlanc <i>et al.</i> (2009)
Chile	7,12 a 18,50	-	Montenegro <i>et al.</i> (2013)
Letônia, Lituânia, Espanha e China	14,20 a 26,80	2,70 a 5,20	Kaškonienė <i>et al.</i> (2015)
China	12.57	22.89 ^{***}	Sun <i>et al.</i> (2017)

* GAE referi-se a equivalente de ácido gálico; e Qe diz respeito a equivalente de quercetina

** Amostra medida em mg de equivalente de epicatequina /g

*** Amostra medida em mg de equivalente de rutina /g

**** Os maiores teores foram de pólen de *Cocos nucifera* sergipano

sam ser realizados para se determinar as reais quantidades, bem como se entender a composição deste grande grupo, visto que estas variações podem interferir, não só, na quantidade, mas também nas concentrações do diferentes grupos que compõem os fenóis.

Composição e quantificação das frações dos compostos fenólicos

Considerando-se tudo que foi dito aqui até o momento, pode-se notar como a análise dos compostos fenólicos totais constitui um dado pertinente quanto a bioatividade de um determinado produto natural, ainda assim este grupo é formado por diversas substâncias químicas de ampla variedade estrutural e, deste modo, com atividade biológicas distintas. Sabendo-se disso, é importante conhecer a concentração das frações que compõem o perfil fenólico do produto bioativo, neste caso do pólen apícola monofloral de *Arecaceae*.

Para entender as frações que compõem os fenóis do pólen de *Arecaceae*, nós estudamos, primeiramente, o padrão das frações fenólicas em um representante característico da família, devido tanto a sua vasta ocorrência no nordeste brasileiro, quanto ao seu perfil de produção de pólen perene em todo o ano, trata-se de *Cocos nucifera*. Em um segundo momento, investigamos, comparativamente, o perfil das frações fenólicas do pólen apícola em outros três repre-

sentantes (*A. funifera*, *E. guineensis* e *S. coronata*) além de *Cocos nucifera*, oriundos de regiões diferentes do nordeste, de modo a compreender as variações entre os perfis de fenóis dentro de diferentes espécies de palmeiras da família *Arecaceae*. Todas as análises foram realizadas por cromatografia líquida.

O perfil das frações fenólicas do pólen de coqueiro

Vamos abordar primeiro o perfil encontrado apenas em pólen apícola de coqueiro, neste caso consideraremos dois métodos de extração (Banho Maria e Ultrassom) para comparação, além de diferentes técnicas de secagem e de processamento do pólen (são eles: pólen in natura, resíduo de pólen, pólen seco em estufa, pólen liofilizado e pólen *light*). Os extratos obtidos através da extração por banho-maria e ultrassom demonstraram perfis cromatográficos bastante distintos com cerca de 90 compostos.

De uma maneira geral em pólen apícola de coqueiro é possível identificar três ácidos fenólicos e dois flavonóides tanto para o pólen seco em estufa como para seu resíduo: o p-cumárico, o clorogênico e o ferúlico como também a rutina e a robinina, sendo as maiores concentrações obtidas para o resíduo de pólen apícola submetido a extração em ultrassom (45,51 e 14,25 mg/100g, para os ácidos clorogênico e ferúlico, respectivamente).

A Figura 3 ilustra os perfis cromatográficos no comprimento de onda de 310 nm, das amostras de pólen seco em estufa extraídas em banho-maria e ultrassom, assim como, os perfis dos extratos dos resíduos de pólen, submetidos por estes dois procedimentos de extração.

Como pode ser observado na figura 3, o resíduo de pólen apícola submetido à extração em banho-maria apresentou uma maior área do ácido p-cumárico em comparação com as amostras de pólen apícola seco em estufa, em contrapartida, verificou-se uma menor área deste composto tanto para o resíduo quanto para o pólen apícola quando utilizada a extração com ultrassom. Além disso, foi observada uma maior área da rutina nas amostras de resíduo de pólen apícola submetidas à extração em ultrassom, provavelmente devido à granulometria do resíduo ser menor que a do pólen apícola, que facilita a absorção do solvente e maior liberação dos compostos fenólicos existentes na amostra, uma vez que o resíduo encontra-se na forma de um pó fino.

Segundo Rosa *et al.* (2000), a extração de compostos orgânicos está diretamente influenciada pela granulometria da amostra. Ou seja, a menor granulometria favorece a extração de maior teor de compostos devido ao aumento da superfície de contato da amostra com a solução extratora. Esta mesma observação é feita no estudo realizado por Soares *et al.* (1998) onde eles discutem que em processos de extração devem ser considerados uma série de fatores, tais como: granulometria, polaridade do solvente, acidez do meio, agitação do sistema, método de extração, temperatura e o tempo de contato da amostra com o solvente extrator.

Ao se comparar resultados obtidos a partir de resíduo de pólen apícola de coqueiro, este se mostra sempre superiores aos de pólen seco em estufa, assim não faz o menor sentido desprezar o pó de pólen como resíduo a ser descartado durante o processamento¹. O pólen em pó mostra-se mais fácil de ser degradado e, portanto, seus componentes podem ser obtidos mais facilmen-

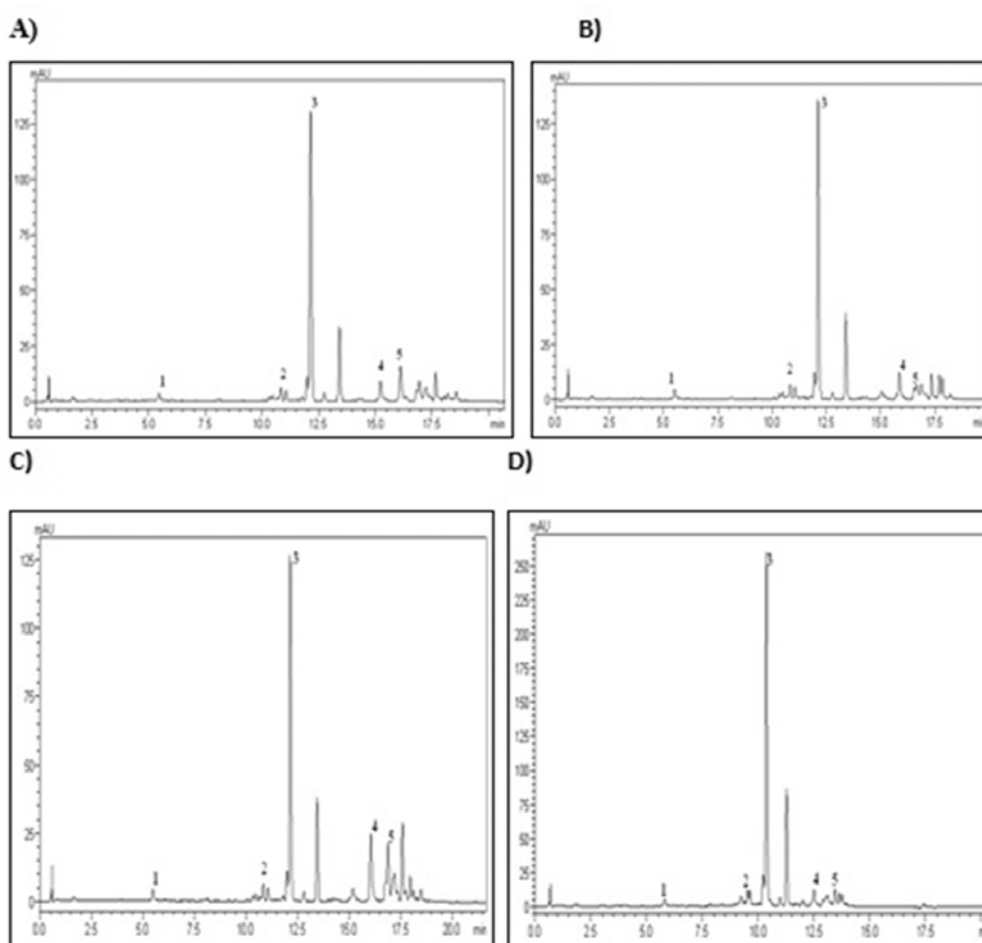


FIGURA 3. Perfis cromatográficos do pólen apícola seco em estufa e do resíduo de pólen apícola: A – Pólen com extração em banho-maria; B – Pólen com extração em ultrassom; C – Resíduo de Pólen com extração por banho-maria; D – Resíduo de Pólen com extração por ultrassom. 1 – ácido clorogênico; 2 – Robinina; 3 – Rutina; 4 – ácido ferúlico; 5 – ácido p-cumárico.

¹ O resíduo de pólen é o pólen em pó produzido pelo processo de manipulação do apicultor durante a secagem e triagem do pólen, sendo descartado devido a baixa aceitação pelo consumidores, devido sua aparência.

te ao ser consumido, assim sendo uma forma mais adequada para o consumo humano em virtude de promover maior biodisponibilidade.

O pólen seco em estufa sob a forma de pellet mantém-se como um costume do consumidor, ainda que este arranjo estrutural do pólen (pellet) não esteja associado à qualidade do produto. A forma de pellet parece ser simplesmente a forma mais adequada para as abelhas transportarem as cargas de pólen para as suas colmeias. O processamento deste pellet de pólen a exemplo de fracionamento em forma de pó, ou a produção de pólen *light* (que também se apresenta em forma de pó) configura uma forma de aumentar as qualidades nutricionais do pólen, conforme evidenciado por pesquisas aqui discutidas.

Neste âmbito, o pólen apícola de coqueiro mais apropriado para o consumo seriam: o pó de pólen, que se trata do resíduo de pólen oriundo da manipulação pelo apicultor durante seu processamento; e o pólen *light* que também se apresenta sob a forma de pó. No entanto, o encapsulamento ou outros métodos de proteção podem ser requeridos para o pólen apícola em pó, a fim de impedir o ganho de umidade em função de suas características higroscópicas.

Na Tabela 6, estão apresentadas as concentrações de três compostos fenólicos presentes no pólen seco em estufa e no resíduo de pólen apícola: rutina, ácido clorogênico e ferúlico, cujos coeficientes de correlação (R^2) foram equivalentes a 0,9996; 0,9994 e 0,9951, respectivamente.

De acordo com esses dados, os maiores teores de compostos fenólicos quantificados (rutina, ácidos clorogênico e ferúlico) foram obtidos nos resíduos de pólen em ambos os métodos de extração quando comparados ao pólen apícola, sendo os melhores resultados obtidos naqueles submetidos à extração com ultrassom. Apesar

disto, de acordo com o teste de Tukey para comparação de médias, não houve diferenças significativas do ácido ferúlico para o pólen apícola comparado.

Dentre os compostos fenólicos, o maior teor foi da rutina (328,61 mg/100g) no resíduo de pólen quando extraído em ultrassom. De acordo com Galati *et al.* (2003) e Martínez-Flórez *et al.* (2002), a rutina é um flavonóide com requisitos para exercer uma atividade antioxidante efetiva e antiulcerogênica, devido a presença da dupla ligação na posição 2,3 e a presença dos grupos hidroxila na posição 3,5 (confira a estrutura da rutina na figura 4). Além disso, tem sido utilizada como medicamento fitoterápico com a finalidade de diminuição da fragilidade capilar, melhor absorção da vitamina C e coadjuvante no tratamento da hipertensão arterial. De acordo com Halliwell & Gutteridge (1995) a rutina tem despertado grande interesse para a indústria alimentar por constituir um suplemento dietético, ser antioxidante e contribuir na preservação dos alimentos. Além disso, a rutina também foi observada em outros representantes de *Areaceae* do nordeste, conforme será demonstrado mais a frente.

O ácido clorogênico é outro fenol com atividade antioxidante, ele é um éster formado pelo ácido cafeico e o ácido (L)quínico (ver estrutura na figura 5), os quais são responsáveis por conferirem atividade ao ácido clorogênico. A identificação deste ácido fenólico em um produto natural pode ser um indicador indireto da presença individual de seus compostos formadores (conforme será discutido mais a frente no caso do ácido cafeico).

No tocante a sua ação, estudos como o de Rodriguez de Sotillo *et al.* (1994) demonstraram que o ácido clorogênico apresenta atividade antioxidante similar ao BHA que é um antioxidante

TABELA 6. Teor dos compostos fenólicos presentes em extratos hidroalcoólico de pólen (EHP) e em extratos hidroalcoólico de resíduo de pólen (EHRP) submetidos à extração em banho-maria e em ultrassom. $R^2 = 0,9996$; $0,9994$ e $0,9951$, respectivamente.

Compostos Fenólicos	Banho Maria		Ultrassom	
	Pólen seco em estufa	Resíduo de Pólen	Pólen seco em estufa	Resíduo de Pólen
Rutina (mg/100g)	181,82±0,03 ^c	210,26±0,01 ^b	189,56±0,02 ^{bc}	328,61±0,05 ^a
Ácido Clorogênico (mg/100g)	36,8±0,02 ^b	41,22±0,01 ^{ab}	39,16±0,01 ^b	45,51±0,03 ^a
Ácido Ferúlico (mg/100g)	13,01±0,02 ^a	13,55±0,02 ^a	12,77±0,05 ^a	14,25±0,02 ^a

As médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

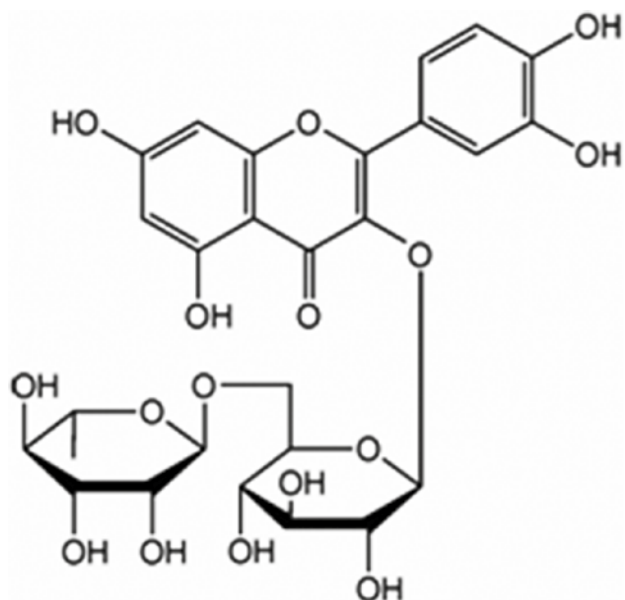


FIGURA 4. Molécula da rutina. Fonte: Shaddack - Obra própria, usando: ChemWindow, Domínio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=385368>.

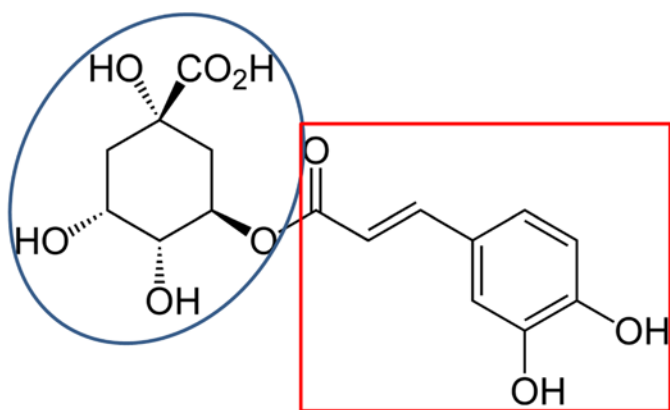


FIGURA 5. Molécula do ácido clorogênico, um éster de ácido cafeico com ácido (L)quínico. Circulo azul núcleo do ácido (L)quínico; quadrado vermelho núcleo do ácido cafeico. Fonte: De Ben Mills - Trabalho próprio, Domínio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6812526>

sintético usado na área de alimentos. Além de apresentar propriedades antioxidantes, o ácido clorogênico produz derivados com diferentes atividades biológicas, tais como as lactonas de ácidos clorogênicos que apresentam afinidade de ligação em centros opióides do cérebro e os isômeros do grupo de ácidos dicafeoilquínicos, que apresentaram, *in vitro*, capacidade de inibir de enzimas integrases na replicação do vírus HIV (Boublik *et al.* 1983; Zhu *et al.* 1999; Vitorino *et al.* 2001; Nogueira and Trugo 2003).

Outro importante composto fenólico com propriedade antioxidante também encontrado nas amostras de pólen seco em estufa e resíduo de pólen apícola foi o ácido ferúlico. O ácido ferú-

lico é um antioxidante, com função de proteger a vitamina C e a vitamina E, além de intensificar a ação de fotoproteção destas vitaminas (Srinivasan *et al.* 2007). Já a robinina, também conhecida como kanferol glicosilado, além dos seus efeitos antioxidantes com a capacidade de diminuir os radicais livres (De Angelis 2005) apresenta também ação antiinflamatória (Hämäläinen *et al.* 2007). Dentre as atividades imunofarmacológicas o kanferol e a rutina reduzem a liberação da histamina triptase de mastócitos (Theoharides *et al.* 2001). Além da proteção antioxidante, muitas das atividades farmacológicas encontradas no pólen apícola devem-se também a esses flavonóides (Medeiros *et al.* 2006).

No tocante a extração dos compostos deve-se considerar a elevada temperatura do sistema reacional, a presença de compostos intermediários instáveis e a ocorrência de reações parciais paralelas e consecutivas como fatores que conferem complexidade ao sistema reacional durante a extração. Mesmo usando-se métodos distintos de extração não foi possível observar diferença significativa para as quantidades de fenóis e suas frações em pólen e resíduo de pólen apícola de coqueiro, com exceção do flavonóide rutina que se mostrou em maior quantidade na extração do resíduo por ultrassom. É importante chamar atenção para a possibilidade de outras análises, com foco em outros compostos fenólicos, poderem alcançar resultados diferentes (conforme demonstraremos adiante quando analisarmos frações de fenóis oriundas de pólen de diferentes espécies de *Arecaceae*). Além disso, o método de ultrassom utiliza baixa temperatura, que é de aproximadamente 30 °C, temperatura bastante inferior a da extração em banho-maria que é de 70 °C, assim temperaturas altas podem contribuir na degradação de alguns compostos fenólicos (Liutti 2007).

Perfil comparativo das frações fenólicas do pólen apícolas de diferentes espécies de palmeiras do Nordeste

Nos pólen apícola monofloral de *Arecaceae* do nordeste, estudados por nosso grupo de pesquisa, foram registrados 16 possíveis compostos fenólicos diferentes, através de técnicas de cromatografia de alta performance, em amostras de pólen de 4 espécies distintas de *Arecaceae*, entretanto, foram identificados apenas cinco fenóis com base nos padrões utilizados. Dois destes compostos já foram mencionados anteriormente

em nossa discussão acerca do perfil de pólen de coqueiro, sendo eles a rutina e o ácido p-cumárico (escutiremos esta diferença mais a frente).

As espécies de palmeiras da família Arecaceae comparadas neste tópico serão *A. funifera*, *C. nucifera*, *E. guineensis* e *S. coronata* e os compostos fenólicos identificados em seu pólen foram ácido abscísico, ácido p-cumárico, ácido gálico, Rutina, Narigerina. Neste caso, não foram encontrados o ácido cafeico, Quercetina e ácido trans cinâmico, mesmo sendo usados como padrões durante as análises do estudo. Tais compostos podem estar ausentes por diversos motivos, desde a sua não produção pela planta, ou até pela metodologia escolhida para a extração dos compostos fenólicos (conforme já descrito anteriormente). Assim estudos abordando diferentes metodologias de extração precisam ser realizados em pólen de diferentes espécies de palmeira do nordeste brasileiro para melhor caracterizar os compostos fenólicos neles contidos.

Um exemplo disso é a ocorrência de ácido clorogênico em amostras de pólen de coqueiro (conforme descrito no tópico 2.3.1), este ácido é um éster oriundo da união entre ácido cafeico e o ácido (L)quínico (ver figura 5), o que sugere fortemente a presença de ácido cafeico no pólen

apícola de Arecaceae, pelo menos de coqueiro. Todavia, o que se tem observado é a ausência do ácido cafeico em pólen de coqueiro, mesmo com o uso do padrão para o ácido cafeico nas análises cromatográficas. Este fato intrigante pode estar associado a diversos fatores complexos, dentre eles a metodologia de extração escolhida (como já observado aqui), ou mesmo características metabólicas inerentes à família Arecaceae quanto a biossíntese do ácido clorogênico e/ou do ácido cafeico.

Em todo caso mais estudos precisam ser realizados, a fim de compreender a variação dos teores fenólicos em relação a diferentes métodos de extração, além de determinar as flutuações das frações fenólicas em relação esta variação de método, uma vez que muitos estudos se limitam aos teores de fenóis totais. Esta necessidade de novas pesquisas é eminente para pólen apícola de Arecaceae do nordeste brasileiro, diante da pouca quantidade de estudos acerca das variações do perfil de frações fenólicas neste tipo de pólen.

Na Figura 6 estão ilustrados os cromatogramas com os perfis das frações fenólicas obtidas de pólen de quatro palmeiras do nordeste brasileiro. As figuras 6A, 6C e 6D representam espécie de Arecaceae típica da região litorânea do

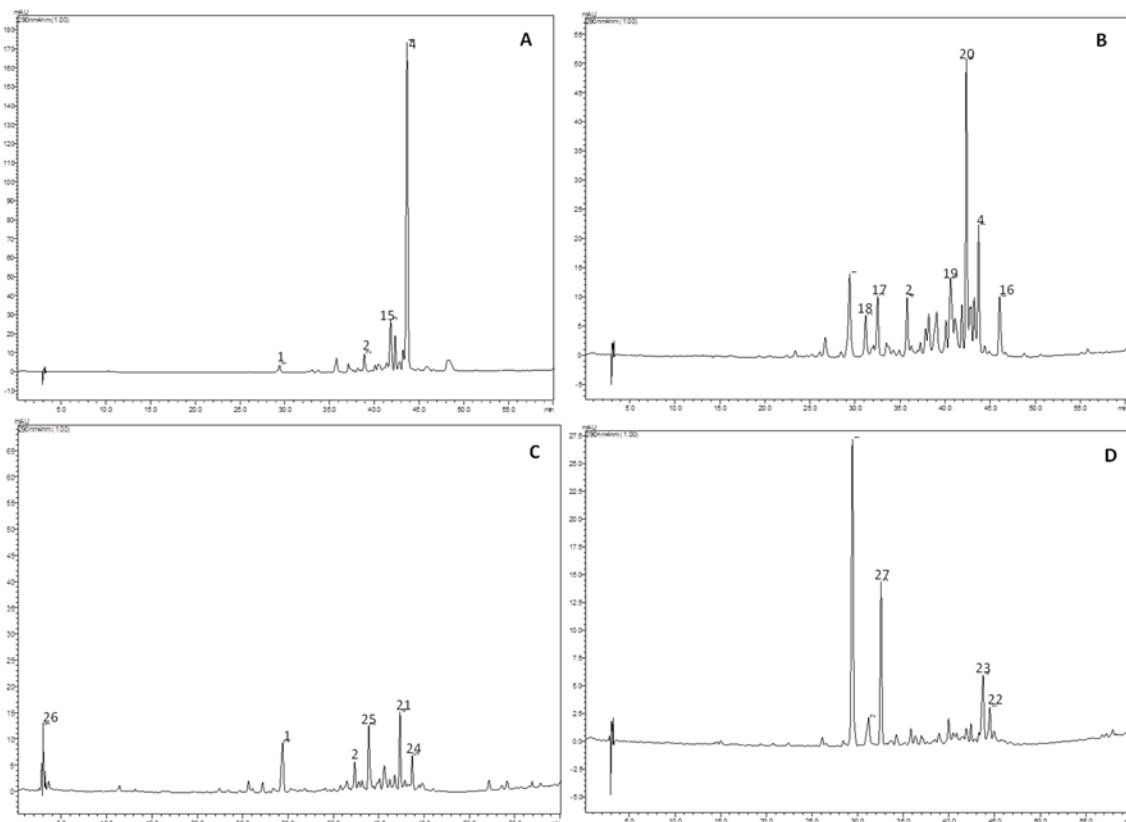


FIGURA 6. Cromatogramas dos principais compostos fenólicos presentes no pólen apícola monofloral de quatro origens botânicas da família Arecaceae. A – cromatograma referente a espécie *Elaeis guineensis*; B – cromatograma da espécie *Syagrus coronata*; C – cromatograma referente a espécie *Attalea funifera*; D – cromatograma relativo a espécie *Cocos nucifera*. 1-Ácido p-cumárico; 2 – Ácido Abscísico; 4 – Narigerina; 15 a 25 – compostos não identificados; 26 – Ácido gálico; 27 – Rutina.

nordeste brasileiro (*E. guineensis*, *A. funifera* e *C. nucifera*, respectivamente), já na figura 6B o representante é uma palmeira oriunda da caatinga, no semiárido nordestino (*S. coronata*). Em 6A e 6B foi possível registrar 12 picos majoritários, no entanto, apenas três destes compostos foram identificados, dentre os quais um flavonoide (Naringerina). Em geral, a origem botânica de ocorrência geográfica na caatinga registrou os maiores picos de compostos, isso demonstra que a origem geográfica e a tipologia fitossociológica podem influenciar na composição bioquímica do pólen (Serrano 2014), assim os aspectos climáticos induzem a planta adaptações fisiológicas e, com isso, pode afetar uma diferenciação bioquímica.

Dentre as palmeiras de Mata Atlântica do litoral nordestino, aquelas ilustradas na figura 6C e 6D (*A. funifera* e *C. nucifera*, respectivamente), apresentaram os menores picos em relação as outras espécies, contudo pode-se destacar a grande presença do ácido p-cumárico e do flavonoide rutina no pólen apícola de *C. nucifera* (coqueiro).

O panorama aqui abordado expôs a necessidade de se ampliar estudos em plantas do semiárido onde as condições de solo e clima, especialmente o stress hídrico, levam a planta a adotar estratégias fisiológicas diferenciadas, com isso, afetando a composição geral do pólen. Cabe destacar que a maioria dos estudos com pólen apícola abordam origens botânicas de domínio de florestas estacionais, sendo raros apontamentos sobre a composição físico-química e fenólicas de plantas de caatinga.

De uma forma geral, a identificação de apenas 30% dos picos registrados pode estar relacionada ao tipo de metodologia e padrões uti-

lizados, além dos aspectos de granulometria, que influenciam na eficiência da extração dos compostos. Segundo Rosa *et al.* (2000), a extração de compostos orgânicos é diretamente influenciada pela granulometria da amostra, ou seja, quanto menor a granulometria, a extração tende a apresentar um maior teor de compostos devido ao aumento da superfície de contato da amostra com a solução extratora.

Esse fato pode ser uma das explicações possíveis para os diferentes números de picos de frações fenólicas observados nos cromatogramas para pólen apícola de Arecaceae, conforme demonstrado na Figura 7.

Outros estudos destacam que além da granulometria, a polaridade do solvente, acidez do meio, agitação do sistema, método de extração, temperatura e o tempo de contato da amostra com o solvente extrator, causam influência significativa na identificação e quantificação dos compostos fenólicos (Soares *et al.* 1998; Rosa *et al.* 2000). Conforme já foi dito anteriormente é necessário aprimorar os processos de extração de compostos fenólicos no pólen apícola, ampliando os estudos comparativos acerca de diferentes métodos de extração de compostos fenólicos para pólen apícola de Arecaceae.

Na Figura 8 mostra a quantidade de compostos identificados em cada tipo polínico apícola e a sua quantificação em mg/g de pólen apícola. Alguns compostos ocorreram isoladamente em certos tipos de pólen. Isso pode ser explicado pela característica monofloral do pólen apícola, onde mais de 90% dos tipos polínicos que os constituem são de uma única fonte botânica (uma espécie de Arecaceae), reduzindo a contribuição de outras fontes que agiriam inter-

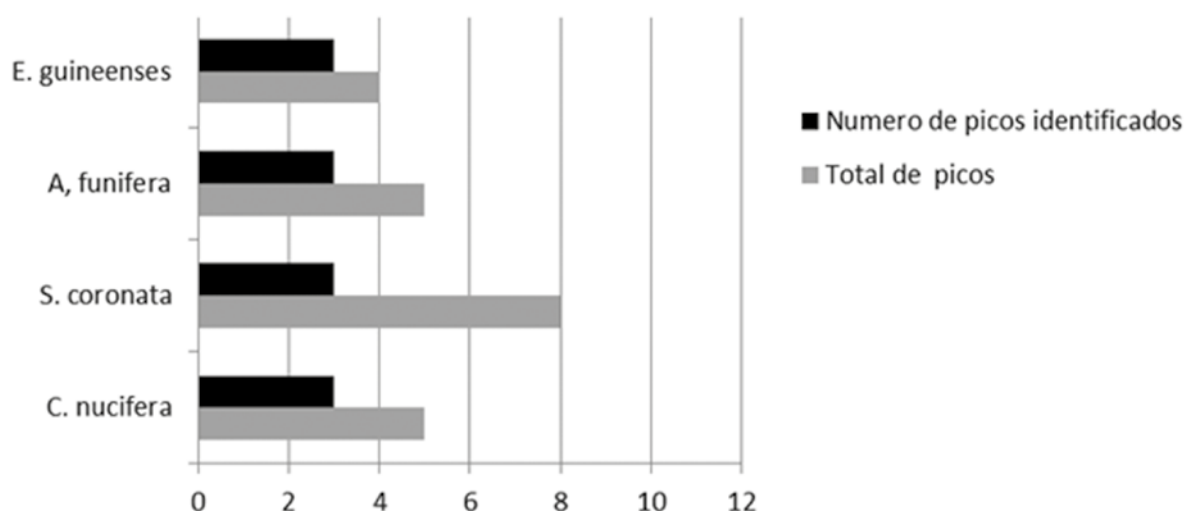


FIGURA 7. Número de picos totais obtidos em cada amostra polínica monofloral de Arecaceae em relação aos identificados por padrões cromatográficos conhecidos.

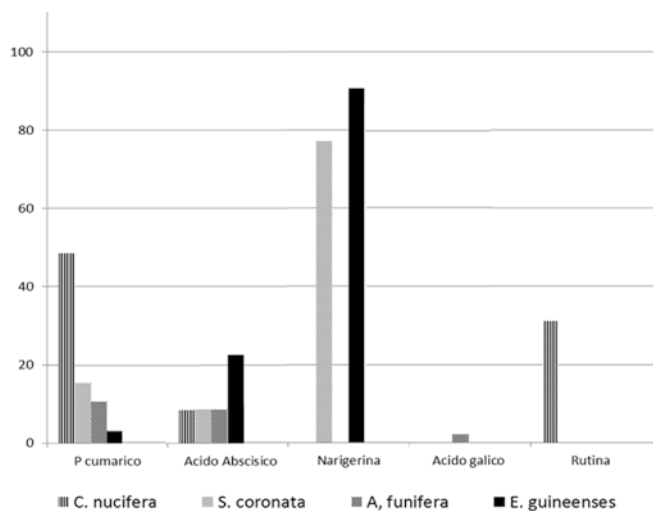


FIGURA 8. Quantificação e identificação dos compostos bioativos identificados em pólen apícola monofloral pelo método HPLC (mg/g).

ferindo de maneira significativa na representatividade da composição fenólica.

Dos compostos identificados, dois foram exclusivos de pelo menos um tipo de pólen apícola de palmeira, sendo eles o ácido gálico que apareceu em *A. funifera*, e a rutina em *C. nucifera*. Os demais compostos estiveram presentes em pelo menos dois tipos polínicos, sendo o ácido p-cumárico e o ácido abscísico os que estiveram presentes em todos os tipos de pólen. Vale lembrar que em relação as frações demonstradas anteriormente apenas para *C. nucifera*, a rutina e o ácido p-cumárico foram os únicos que ocorreram nos dois momentos (ver tópico anterior).

A flavona Rutina esteve presente apenas em *C. nucifera*, e ocorreu em dois estudos distintos (sua primeira identificação foi descrita no tópico anterior deste capítulo), o que sugere fortemente que esta flavona pode ser um marcador bioquímico para identificação e caracterização de pólen de *C. nucifera* em relação ao grupo de palmeiras. Evidente que se torna importante ampliar amostragens abordando mais espécies da família Arecaceae de ocorrência no nordeste de forma a minimizar a interferência geográfica na indicação do marcador bioquímico. Além disso, a rutina atua na redução dos níveis de ácidos graxos, colesterol total, β -lipoproteína e lipídeos totais, para além da alta atividade antioxidante, sendo a presença deste composto importante no tocante a sua bioatividade independentemente de qualquer outra finalidade.

Entre os compostos ativos destaca-se o ácido p-cumárico e o ácido Abscísico que estiveram presentes em todos os tipos polínicos, com destaque para uma maior concentração do ácido

p-cumárico em *C. nucifera*, entretanto este perfil é esperado para este composto fenólico uma vez que este seja um dos compostos fenólicos mais comum na natureza (Carpes, *et al.* 2008), sendo encontrado amplamente em produtos apícolas. Quanto à atividade do ácido p-cumárico estudo tem demonstrado que esse composto é responsável por um grande espectro de atividade antibacteriana e antifúngica (Montenegro *et al.* 2012), além de atuar positivamente em linhagens de melanoma onde induziu a diferenciação por meio de alterações morfológicas e aumento na produção de melanina (Liu *et al.* 1997).

Diante do exposto é importante destacar o papel do pólen apícola monofloral (em especial de Arecaceae) em viabilizar uma possível padronização específica de compostos, já que sua característica de prevalência de uma fonte floral específica (constituindo mais de 90% do pólen) reduz a interferência de outros tipos polínicos na sua composição fenólica (e físico-químicas também) deste pólen. Consequentemente este arranjo do pólen tem impacto direto na bioatividade do produto final, pois a atividade dos bio-compostos contidos no pólen depende da composição e da quantidade de suas frações. Assim, um pólen monofloral possui uma composição muito mais estável que pólen não monofloral (multifloral), considerando ainda que, no caso de pólen multifloral, não é possível apontar qual fonte floral é responsável por tal ação ou composto devido a heterogeneidade da amostra.

A caracterização de pólen apícola monofloral de Arecaceae contribui para a elaboração de produtos com recomendações direcionadas a públicos específicos, de modo a valorizar determinadas características em certas amostras de pólen apícola monofloral de uma espécie floral onde a sua composição química viabiliza atividades biológicas ou ganhos nutricionais exclusivos.

Em conclusão a este tópico acerca dos compostos fenólicos do pólen apícola de Arecaceae devemos destacar a necessidade de se ampliar análises acerca de pólen apícola de Arecaceae de representantes florais oriundos da caatinga, considerando o perfil fenólico apresentado por *S. coronata* e sua evidente diferença em relação às espécies do litoral (Mata Atlântica). Mostrando que as áreas de caatinga do Brasil podem apresentar espécies de Arecaceae com potencial para a produção apícola e com uma grande expressividade de compostos bioativos que podem estar relacionado diretamente as condições climáticas e fitossociológica da vegetação, que por sua vez é endêmica do Brasil, representando um diferencial em termos mundiais.

Atividade antioxidante e biológica do pólen apícola monofloral de *Arecaceae*

As atividade funcionais de alimentos bioativos estão diretamente associadas às concentrações dos compostos bioativos que compõem este alimento, sendo que a maior classe destes compostos formada pelos fenóis. Diante desse conhecimento é importante aqui traçar um paralelo entre as quantidades totais e fracionadas dos fenóis presentes no pólen apícola de *Arecaceae*, além de buscar entender alguns efeitos biológicos desempenhados por estas substâncias funcionais. Para isso iremos traçar um perfil de algumas ações importantes desempenhadas por estas biomoléculas a partir de dados obtidos nos estudos de nosso grupo de pesquisa, sendo estas ações: 1) Atividade doadora de H⁺ ao radical DPPH; 2) Capacidade antioxidante total pelo ensaio de fosfomolibdênio (P-Mo); 3) Poder Redutor; 4) Seqüestro do Peróxido de Hidrogênio (H₂O₂); 5) Seqüestro do Radical Superóxido; 6) Captura de radicais livres do óxido nítrico; e 7) Ensaio Hemolítico.

Atividade doadora de H⁺ ao radical DPPH.

Os resultados obtidos para pólen e resíduo de pólen apícola monofloral de coqueiro demonstraram que possuem atividade antioxidante, capazes de reduzir o radical DPPH•, entretanto o pólen *in natura* apresentou o menor valor de inibição conforme apresentado na figura 9 abaixo.

Sendo a análise da atividade antioxidante por DPPH uma metodologia padrão adotada na maioria dos estudos que mensuram esta atividade, não é difícil encontrar trabalhos que utilizem esta metodologia com pólen, a exemplo do estudo de LeBlanc *et al.* (2009) que avaliaram

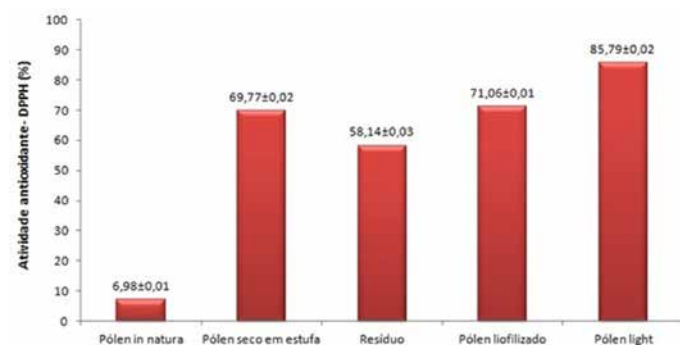


FIGURA 9. Atividade antioxidante de extratos de pólen e resíduo de pólen medidas pelo método de DPPH.

amostras de pólen apícola do deserto do Sonoran nos Estados Unidos e observaram atividade antioxidante com valores entre 11,35% a 75,90%. De acordo com Neves *et al.* (2009) valores variáveis foram obtidos avaliando amostras de pólen da região nordeste e do estado de Minas Gerais, que apresentaram inibição de 60,13% a 93,46%. Trabalhos avaliando a ação antioxidante de pólen com predominância de coqueiro ainda são escassos na literatura. Alviano *et al.* (2004), estudaram extrato da planta de *Cocos nucifera L.*, e comprovaram que esta possuía ação antioxidante e demonstrou um EC₅₀ de 26,6 µg/mL através da técnica de DPPH. Segundo Esquenazi *et al.* (2002), extratos aquosos de *C. nucifera L.*, apresentaram alguns compostos como catequina e epicatequina que são flavonóides responsáveis por ação antioxidante. Esses resultados ratificam a ação antioxidante de pólen apícola e resíduo de pólen apícola de coqueiro.

A alta atividade antioxidante indica que o pólen apícola e o resíduo proveniente de pólen com predominância de coqueiro possuem importante ação antioxidante que previne contra os radicais livres no organismo. Além disso, o resíduo de pólen apícola pode ser considerado também um potencial produto a ser comercializado juntamente com o pólen desidratado, uma vez que este apresenta uma composição química e físico-química bastante semelhante e em alguns pontos até melhor que o próprio pólen comercializado. As propriedades biológicas dos compostos fenólicos estão relacionadas com a atividade que cada fenol exerce sobre determinado meio, sendo que a estrutura química dos flavonóides favorece a ação antioxidante, embora outros constituintes como proteínas e vitaminas também possam contribuir para essa propriedade (Campos *et al.* 2003).

Os extratos de pólen light, seco em estufa e liofilizado apresentaram maior atividade antioxidante (85,79, 69,77 e 71,06%, respectivamente) capaz de reduzir o radical DPPH, resultando em valores superiores ao encontrado por Neves *et al.* (2009) com amostras de pólen apícola coletadas em São Cristóvão (Sergipe) de 62,09% e Carpes *et al.* (2008) de 20,68% com pólen do Paraná. Entretanto, esses resultados são semelhantes quando comparados a outras amostras brasileiras, como observado também em Neves *et al.* (2009) que analisaram amostras de Alagoas, Bahia e Minas Gerais pela técnica de DPPH• e encontraram 93,46, 89,32 e 60,13%, respectivamente, como também os valores observados por Menezes *et al.* (2010) que variaram entre 37,94 a 91,81% para pólen coletado em Alagoinhas/BA.

Leja *et al.* (2007), ao analisar a capacidade antioxidante do pólen apícola de diferentes espécies da região da Krakow (Polônia), encontraram uma grande variedade de compostos fenólicos e que, na maioria das amostras, a atividade antioxidante estava relacionada com o teor de fenilpropanóides. Também foi verificado que a contribuição dos flavonóides no teor de compostos fenólicos totais diferia consideravelmente em função da origem botânica. Sroka & Cisowski (2003) descrevem que a eficiência de constituintes fenólicos, como os anti-radicais e antioxidantes, depende de muitos fatores, como o número de grupos de hidroxila ligado no anel aromático e a posição da hidroxila no anel aromático. Assim como a técnica DPPH que avalia a ação antioxidante. Essa técnica é preliminar e ajuda a determinar se a matriz de estudo possui ou não ação antioxidante antes de dar continuidade com outros testes mais específicos como ABTS+, FRAP, Fosfomolibdênio, Peroxidação lipídica dentre outros. É importante ressaltar que dentre as amostras analisadas, o pólen light novamente obteve os maiores valores de capacidade antioxidante para o ensaio de DPPH.

Capacidade antioxidante total pelo ensaio de fosfomolibdênio (P-Mo)

A atividade antioxidante total foi medida pelo método fosfomolibdênio que é baseado na redução do Mo (VI) para Mo (V) pelo composto antioxidante da formação de um fosfato verde / Mo (V) complexo formado na condição de pH ácido e foram monitorados a 695 nm com um espectrofotômetro (Prieto *et al.* 1999).

O aumento da absorvância indica o aumento da atividade antioxidante total. Todos os extratos exibiram atividades significativas (Tabela 7). Os resultados mostraram que a capacidade antioxidante total (TAC) dos extratos de pólen variou entre 23,71 a 92,86%, sendo, novamente, o pólen light o que apresentou maior atividade.

O molibdênio é encontrado em quantidades mínimas no organismo e é prontamente absorvido no estômago e intestino delgado sendo excretado primeiramente pela urina como também pela bile (Basu & Dickerson 1996). A deficiência desse componente pode causar taquicardia, náusea ou mesmo cefaléia e o excesso pode causar uma síndrome semelhante à gota (Maban & Escott-Stump 1987). As fontes mais ricas em molibdênio são leguminosas, grãos de cereais, vegetais de folha verde-escura e vísceras. Como o pólen é um alimento que tem maior proximidade da categoria dos cereais essa avaliação da capacidade antioxidante se torna essencial para o conhecimento deste produto alimentar.

Ensaio do Poder Redutor

Outra metodologia implementada para a avaliação da atividade antioxidante, diz respeito ao poder redutor que os compostos fenólicos apresentam para reduzir a espécie Fe³⁺ a Fe²⁺ (Berker *et al.* 2007). Todos os extratos de pólen apresentaram efeito do poder redutor dose-dependente, ou seja, cada vez que aumenta a concentração do extrato maior é sua ação antioxidante como pode ser observado na Tabela 8 abaixo.

TABELA 7. Capacidade antioxidante total dos extratos de pólen apícola.

Amostras	Inibição (%)
Pólen in natura	23,71 ± 0,17 ^d
Pólen liofilizado	28,90 ± 0,23 ^b
Pólen light	92,86 ± 6,03 ^a
Pólen seco em estufa	26,43 ± 0,17 ^c

TABELA 8. Atividade do poder redutor dos extratos de pólen apícola monofloral de coqueiro (*Cocos nucifera*).

Extratos	Concentração (µg/mL)				
	10	25	50	100	200
In natura	12,47 ± 0,74 ^d	13,54 ± 0,41 ^d	15,70 ± 1,15 ^c	25,17 ± 3,75 ^b	45,32 ± 1,43 ^a
Light	7,55 ± 1,90 ^e	11,75 ± 1,60 ^d	28,30 ± 4,79 ^c	54,55 ± 1,09 ^b	90,28 ± 9,97 ^a
Liofilizado	5,03 ± 0,62 ^d	6,95 ± 0,83 ^d	18,70 ± 1,43 ^c	31,41 ± 1,69 ^b	39,92 ± 1,64 ^a
Seco em estufa	8,99 ± 0,71 ^c	11,39 ± 1,15 ^b	14,38 ± 2,00 ^b	26,61 ± 1,56 ^a	28,77 ± 2,51 ^a

As médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem estatisticamente entre si (p<0,05)

O poder redutor está ligado à capacidade de transferência de elétrons. No ensaio de poder redutor, a cor do sistema $\text{FeCl}_3/\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ altera para vários tons de verde e azul, dependendo do poder redutor de cada extrato. O poder de redução é um dos mecanismos antioxidantes mais poderosos que indicam boa atividade dos extratos testados. A capacidade de doar elétron e átomo de hidrogênio reflete o poder redutor de compostos bioativos e está associada com atividade antioxidante (Ak & Gülçin 2008). Este é um método indireto de avaliação da atividade antioxidante de pólen, por utilizar radicais estáveis que simulam sistemas oxidáveis complexos. Entretanto o pólen apresenta ação similar para algumas amostras enquanto outras apresentam resultados melhores quando comparada com os resultados obtidos por Santos *et al.* (2007), onde amostras de café torrado apresentaram poder redutor que variaram de 18% a 37% na concentração de 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ enquanto nesse estudo o pólen apresentou inibição que variou de 25,17% a 54,55% como é o caso do pólen light nessa mesma concentração de extrato.

Sequestro do Radical Superóxido

No ensaio de sequestro do radical superóxido, os extratos de pólen apícola monofloral de coqueiro demonstraram efeito inibitório reduzido, ou seja, não foram capazes de sequestrar o radical O_2^- . Esta informação é pertinente, pois permite conhecer quais as atividades funcionais o pólen pode desempenhar, contribuindo de maneira prática para que estudos futuros sejam direcionados a ações funcionais significativas ou ainda que sejam planejados para elucidar mecanismos de ação daquelas atividades sabidamente funcionais do pólen.

Sequestro do Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2)

Na Figura 10, os extratos de pólen monofloral de coqueiro apresentaram atividade de eliminação do peróxido de hidrogênio na forma de dose-dependência da concentração. O pólen seco em estufa e o pólen liofilizado apresentaram os maiores valores em relação às demais amostras.

O peróxido de hidrogênio não é altamente reativo, mas pode induzir radicais hidroxila, o que resultaria em grandes danos para as células (Halliwell and Gutteridge 1995). O Peróxido de hidrogênio pode inativar algumas enzimas diretamente, geralmente por oxidação do grupo

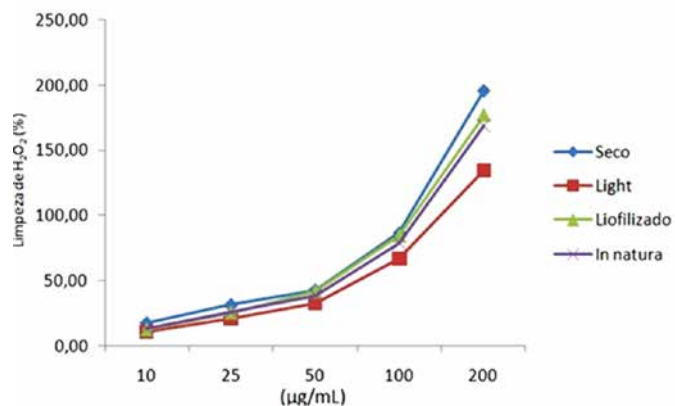


FIGURA 10. Capacidade de limpeza do radical H_2O_2 encontrada nos extratos de pólen.

tiol essenciais (-SH). O H_2O_2 pode atravessar as membranas celulares rapidamente, uma vez no interior da célula, pode reagir com íons Fe^{2+} e, possivelmente com Cu^{2+} para formar radicais hidroxila e esta pode ser a origem de muitos dos seus efeitos tóxicos (Ohye & Sugawara 2010). Assim, a remoção de H_2O_2 , bem como O_2^- é muito importante para a saúde humana.

De acordo com Raymundo *et al.* (2004), extratos metanólicos de algas foram capazes de sequestrar o peróxido de hidrogênio, mas o efeito foi bastante reduzido variando entre 1,26 e 20,01%. Nesse estudo o pólen apícola variou seus resultados entre 10,51 a 17,20% de inibição na menor concentração testada que foi de 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$. A busca por novas fontes de inibidores de ERO'S é muito importante para o tratamento de muitas doenças, como alguns tipos de câncer. Compostos fenólicos naturais podem desempenhar papel fundamental como potentes agentes quimiopreventivos (Jeong *et al.* 2009).

Captura de radicais livres do óxido nítrico

Extratos hidroalcoólicos do pólen monofloral de coqueiro apresentaram efeito inibitório sobre a produção de óxido nítrico. O radical do óxido nítrico gerado a partir de nitroprussiato de sódio a pH fisiológico foi inibido por todos os extratos de pólen apícola como apresenta na Figura 11. Os índices de inibição do pólen estão numa faixa entre 25,08% (na concentração de 200 $\mu\text{g}/\text{mL}$) a 82,45% (na concentração de 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$), sendo que a maior inibição ocorreu no pólen seco em estufa, seguido do pólen light.

O óxido nítrico (ON) é um mediador químico importante gerado pelas células endoteliais, macrófagos, neurônios, etc., e está envolvido na regulação de vários processos fisiológicos.

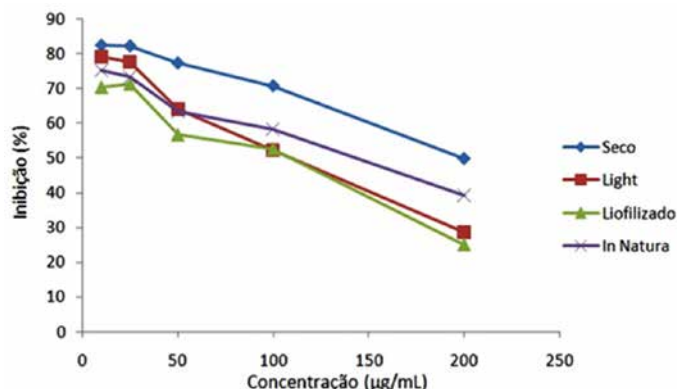


FIGURA 11. Capacidade de inibição do óxido nítrico por extratos de pólen apícola.

Excesso de concentração de ON está associado a várias doenças (Förstermann 2010). O oxigênio reage com o óxido nítrico para gerar o excesso de ânions de nitrito e peroxinitrito, que atuam como radicais livres.

Ensaio Hemolítico

O teste de hemólise vem sendo empregado rotineiramente em estudos de toxicidade de plantas de interesse peculiar (Pequeno & Soto-Blanco 2006) mostrando se positivo, sobretudo, as espécies que apresentam saponinas em sua constituição. Os extratos hidroalcoólico de pólen apícola monofloral de coqueiro apresentaram ação hemolítica dose-dependente, ou seja, na medida em que a concentração aumenta, maior é a sua ação hemolítica, como apresentado na Tabela 9, abaixo.

O extrato de pólen seco em estufa não foi capaz de lisar as hemácias de forma direta na concentração de 10 µg/mL e o mesmo ocorreu com o pólen *light*, tanto na concentração de 10 µg/mL quando na concentração de 25 µg/mL. Em se tratando de uma estrutura rica em lignina, celulose e outros componentes estruturais que podem formar espículas e estruturas rígidas, espera-se que o pólen apícola monofloral de coqueiro

apresente grande potencial de lise de hemácias em testes *in vitro*. No entanto, os resultados obtidos com o pólen seco em estufa e especialmente o pólen *light* indicam que as etapas de processamento desses produtos modificam tais estruturas e alteram as propriedades do pólen apícola reduzindo o poder desse material em danificar as células sanguíneas.

Identificação genética do pólen apícola monofloral de *Arecaceae*

A identificação do pólen apícola monofloral se dá por análises palinológicas, através da comparação das características morfológicas externas do pólen (Alves 2013). Embora a análise palinológica se mostre eficiente é importante que outras formas de identificação sejam desenvolvidas, de modo a tornar o processo mais rápido e fácil, além de possibilitar a análise de diversas amostras de uma só vez. Neste âmbito a biologia molécula pode constituir uma ferramenta muito útil. Assim, nosso grupo desenvolveu uma metodologia de identificação por código de barras genético (DNA Barcode, no inglês), neste sentido disponibilizando opções de identificação do pólen, além de realizar uma análise comparativa entre as técnicas.

Neste tópico procuraremos apresentar alguns aspectos desta forma de identificação de pólen apícola de palmeira. Para tal, demonstraremos os resultados obtidos em um de nossos trabalhos utilizando as quatro espécies de palmeiras da família *Arecaceae* que já exemplificamos nos tópicos anteriores (*A. funifera*, *C. nucifera*, *E. guineensis* e *S. coronata*).

Na abordagem molecular de identificação um ponto crítico para obter sucesso é a escolha da região a ser amplificada, para tal alguns critérios deve ser obedecidas para que um *locus* seja considerada apto para Barcode, devendo: possuir sequências curtas; facilmente amplifi-

TABELA 9. Atividade de inibição (%) hemolítica de extratos de pólen apícola monofloral de coqueiro (*Cocos nucifera*).

Amostra	Concentração (µg/mL)				
	10	25	50	100	200
Seco em estufa	0,00± 0,00 ^d	7,35± 0,52 ^c	7,45± 0,22 ^c	14,07± 0,24 ^b	37,28± 0,31 ^a
Liofilizado	6,12± 0,74 ^d	15,75± 0,34 ^c	15,86± 0,43 ^c	22,47± 0,50 ^b	45,69± 0,80 ^a
<i>In Natura</i>	3,95± 0,25 ^d	4,48± 0,50 ^d	8,15± 0,42 ^c	34,97± 0,60 ^b	44,29± 0,66 ^a
<i>Light</i>	0,00± 0,00 ^d	0,00± 0,00 ^d	6,93± 0,31 ^c	33,71± 0,44 ^b	80,91± 0,45 ^a

As médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem estatisticamente entre si (p<0,05)

cada; mostrar variação suficiente dentro da região para permitir a separação entre as espécies; ser conservadas o suficiente para estar presente mesmo considerando a diversidade dentro da espécie; e Gerar um produto único de amplificação (Ford *et al.* 2009).

Varias regiões gênicas podem são possíveis alvos para o desenvolvimento de um Barcode, dentre elas COX 1 e ITS. A primeira trata-se de um gene mitocondrial, codificador da subunidade Citocromo c Oxidase 1, possui aproximadamente 650 pb (pares de base), e tem sido considerado uma região importante para a identificação de espécies animais. Já a segunda é o gene Internal Transcribed Spacer (figura 12), que faz parte do DNA ribossomal e separa os genes 18S e 26S, sendo dividida em duas regiões, a ITS1, que separa os genes 18S e 5.8S e a região ITS2 que separa os genes 5.8S e 26S; por se tratar de uma região muito conservada intraespecificamente, porém variável Inter especificamente, esta região permite a distinção a nível específico.

Tanto Cox 1 como ITS foram testados por nosso grupo, além deste genes outros dois possuem ainda mais relevância como regiões Barcode para identificação de pólen de palmeiras da família Arecaceae, sendo eles: 1) o gene *matK* (Maturase k) que é uma ORF (open Reading Frame), de cerca de 1500 pb, localizada dentro de um íntron classe II, entre os exons 5' e 3' do gene que codifica o tRNA para a lisina; em seus 1500pb, apresenta

regiões mais conservadas e mais variáveis (ver figura 13). 2) O gene *rbcL* codificador da Ribulose bifosfato carboxilase (ver figura 13), que apresenta uma função extremamente importante no processo de fotossíntese das plantas, uma vez que esta enzima capta o gás carbônico atmosférico e fixa-o em um açúcar denominado RuDP (Ribulose 1,5-bifosfato) a reação entre estes, dá origem a duas moléculas de fosfoglicerato, sendo assim responsável pelo primeiro passo do ciclo de Calvin, a partir disto é possível entender o grau de conservação nos pares de base da sequência que codifica esta enzima, logo ressalta-se o motivo por esta região ser considerada uma potencial região para o Barcode.

Escolhida a região, devem-se desenhar os primers ou iniciadores que vão indicar a região a ser amplificada e sequenciada para se obter a identificação, este primers são então testados tanto em laboratórios com *in silico*, ou seja, computacionalmente. Para o desenvolvimentos dos primers, com base na sequência do gene escolhido, pode-se utilizar vários softwares como o Prime3Plus, já para testar os primers desenhados a ferramenta computacional mais utilizada é o BlastN, que permite verificar se a região alvo é amplificada para as espécies desejadas. Apenas os 02 primers listados no Quadro 2 mostram-se eficientes, até o momento, para a identificação de pólen apícola de palmeira, com base nos estudos realizados por nosso grupo de pesquisa.

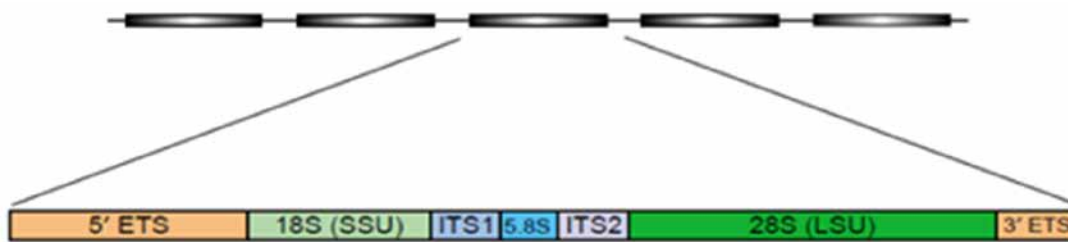


FIGURA 12. Representação esquemática da região ITS. Fonte: modificado de Coleman (2003).

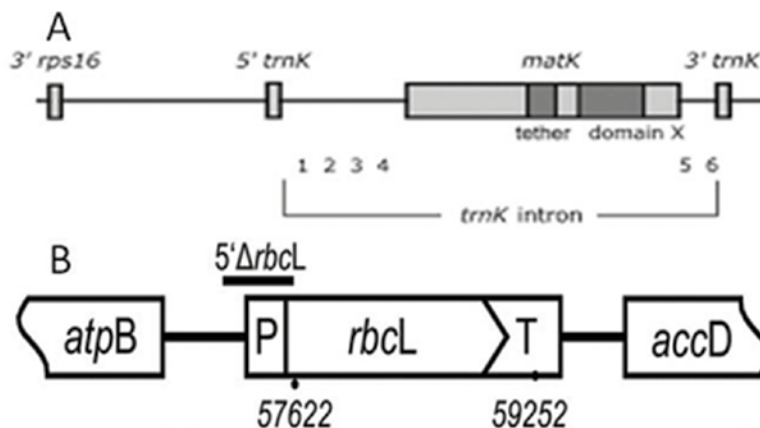


FIGURA 13. Representação esquemática dos genes *matK* e *rbcL*. A) representação do gene *matK*; B) esquema do gene *rbcL*. Fonte: A - modificado de Duffy, A.M. (2008); modificado Sharwood *et al.* (2008).

QUADRO 2. Primers capazes de identificar a origem floral do pólen apícola monofloral de palmeiras.

Gene	Primer	Sequência 5'-3'	Temperatura de melting
rbcL	rbcl-F	5' ATGTCACCACAAACAGAGACTAAAGC 3'	55 °C
	rbcl-R	5' GAAACGGTCTCTCCAACGCAT 3'	
matK	E_matK-F	5' TTCGTTGGGCACAACAATTA 3'	
	E_matK-R	5' TTGTCCTCCAAAAAGGGAAA 3'	

QUADRO 3. Condições ótimas para a PCR utilizando-se os primers rbcL e matK.

Etapa	Temperatura	Tempo
Desnaturação inicial	94° C	5 minutos
Desnaturação final	94° C	1 minuto
Anelamento	55° C	1 minuto
Extensão Inicial	72° C	1 minuto
Extensão Final	72° C	5 minutos

Para testar laboratorialmente um primer é necessário otimizar a reação através de um gradiente de temperatura no qual se varia a temperatura de anelamento a ser usada para promover a ligação do primer ao DNA alvo, durante uma reação em cadeia da polimerada (PCR). O quadro 3 mostra as condições ótimas da reação para os primers dos genes rbcL e matK.

A figura 14 mostra o resultado da PCR, evidenciando a amplificação uniforme das regiões dos genes escolhidos. Neste caso, já é possível inferir que os dados moleculares apontam para uma mesma espécie em todas as amostras de pólen testado, isto se deve por que o gel de agarose não permite uma diferenciação eficiente entre as bandas do amplicon, deste modo não se tem como afirmar quais espécies compõem o pólen testado apenas com uma análise por eletroforese é necessários sequenciar os amplicons e comparar as sequencias obtidas de cada amostra de pólen, esta comparação é feita com ferramentas de bioinformática.

Algumas questões importantes devem ser observadas acerca do sequenciamento no tocante a identificação de espécies, devemos ter cuidado na determinação dos parâmetros de confiança da montagem uma vez que erros de montagem podem enviesar a análise das sequências provocando falsos negativos e falsos positivos, com isso é aconselhável que o valor de *phred* selecionado seja entorno de 30, o que permite um erro de 1 a cada 1000pb.

A espécie que compõe a amostra polínica é conhecida com base em uma análise compa-

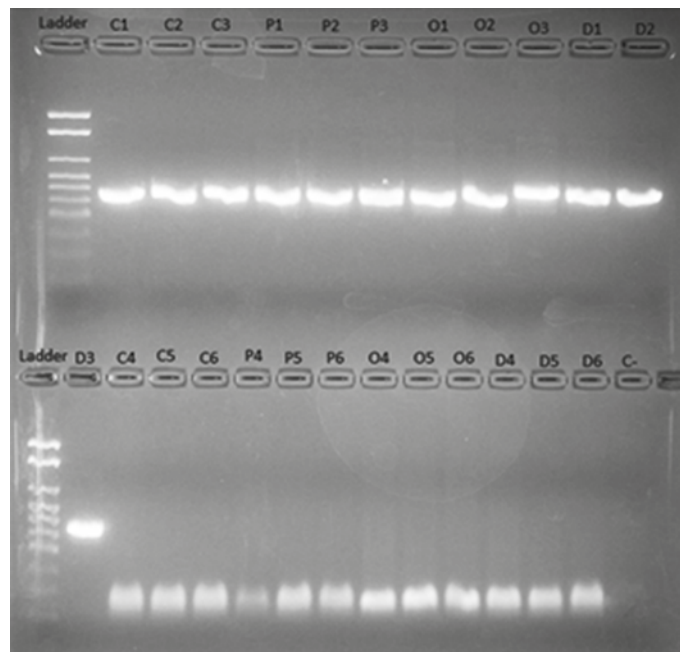


FIGURA 14. Revelação do terceiro gel onde as amostras enumeradas de 1 a 3 obtiveram a amplificação do gene rbcL e as amostras enumeradas de 4 a 6 obtiveram a amplificação do gene matK. As letras correspondem: C - *Cocus nucifera*; P - *Attalea funifera*; O - *Syagrus coronata*; D - *Elaeis guineensis*; e "C-" - controle negativo.

rativa entre a sequência que você obteve e as sequência depositadas em um banco de dados, esta análise comparativa é feita usando-se, frequentemente, a ferramenta BLAST gerando um resultado semelhante ao descrito no Quadro 4, logo abaixo.

As amostras P1-P5 e D6 obtiveram resultados incongruentes, devido à ausência da sequência referente a *Attalea funifera* no banco

QUADRO 4. Amostras de pólen apícola identificadas a partir de técnicas moleculares, destacando os parâmetros de confiança (E-value), a identidade das sequências com aquelas do banco de dados (ID) e os genes usados como marcador barcode.

Sequenciamento das amostras de folhas					
Amostras	Gene	Identificação molecular	ID (%)	E-value	Acessos NCBI
C1	Rbcl	<i>Cocos nucifera</i>	100	0.0	KX028884.1
C2	Rbcl	<i>Cocos nucifera</i>	99	0.0	KX028884.1
C3	Rbcl	<i>Cocos nucifera</i>	100	0.0	KX028884.1
C4	matK	<i>Cocos nucifera</i>	100	5e-31	KX028884.1
C5	matK	<i>Cocos nucifera</i>	99	2e-30	KX028884.1
C6	matK	<i>Cocos nucifera</i>	99	2e-88	KX028884.1
D1	Rbcl	<i>Elaeis guineensis</i>	100	0.0	JF274081.1
D2	Rbcl	<i>Elaeis guineensis</i>	99	0.0	JF274081.1
D3	Rbcl	<i>Elaeis guineensis</i>	100	0.0	JF274081.1
D4	matK	<i>Elaeis guineensis</i>	100	2e-29	JF274081.1
D5	matK	<i>Elaeis guineensis</i>	100	2e-29	JF274081.1
D6	matK	<i>Cocos nucifera</i>	100	3e-14	KX028884.1
O1	Rbcl	<i>Syagrus coronata</i>	99	0.0	KT896548.1
O2	Rbcl	<i>Syagrus coronata</i>	100	0.0	KT896548.1
O3	Rbcl	<i>Syagrus coronata</i>	99	0.0	KT896548.1
O4	matK	<i>Syagrus coronata</i>	100	1e-31	KT896548.1
O5	matK	<i>Syagrus coronata</i>	100	1e-31	KT896548.1
O6	matK	<i>Syagrus coronata</i>	100	5e-31	KT896548.1
P1	Rbcl	<i>Cocos nucifera</i>	100	0.0	KX028884.1
P2	Rbcl	<i>Cocos nucifera</i>	100	0.0	KX028884.1
P3	Rbcl	<i>Cocos nucifera</i>	100	0.0	KX028884.1
P4	matK	<i>Cocos nucifera</i>	100	3e-27	KX028884.1
P5	matK	<i>Cocos nucifera</i>	100	3e-27	KX028884.1

Origem floral das amostras de pólen: C - *Cocos nucifera*; P - *Attalea funifera*; O - *Syagrus coronata*; D - *Elaeis guineensis*. As amostras marcadas em vermelho obtiveram identificação divergente à esperada; e em verde as correspondentes às identificações esperadas, com base na análise palinológica;

* Amostra que não obteve bons resultados no sequenciamento, impossibilitando sua identificação.

de dados, porém a qualidade do sequenciamento foi significativa, o que reforça o fato de que a identificação não foi possível apenas por não haver a sequências desta espécie nos bancos de dados gênicos.

De acordo com os dados, observamos uma maior qualidade na identificação através da região rbcl, por se tratar de uma região com maior número de nucleotídeos (~600pb) houve informação suficiente para distinguir as espécies estudadas, já com a região matK houve menor qualidade nesta etapa, uma vez que a quantidade de nucleotídeos disponíveis para a comparação foi de no máximo (108pb), logo, houve menos dados para que o banco de dados conseguisse distinguir as espécies por este locus.

Também houve maior eficiência no sequenciamento da região rbcl (~80%) da sequência apresentava alta qualidade para a formação dos contigs; já no matK, cerca de 60% da sequência era aproveitada, isto também interfere na qualidade da identificação.

Ao analisar o grau de identidade, percebemos que grande parte das amostras apresentou 100% de identidade com as sequência do banco de dados. Por fim, ao se comparar os alinhamentos do blast com seus respectivos E-value notam-se valores baixos, que garantem uma baixa probabilidade destes alinhamentos serem ao acaso.

A identificação molecular da origem botânica de pólen monofloral de *Arecaceae* mostra-se

uma realidade, no entanto, ainda faz-se necessário um estudo mais amplo (com um maior número de amostras), o desenvolvimento de mais marcadores Barcode (ou seja, o uso de *locus* diferentes) e uma pesquisa acerca das informações sobre as sequências gênicas de palmeiras (Arecaceae) contidas nos bancos genômicos, para desta forma melhorar fortemente a eficiência da identificação genética destas fontes florais.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo financiamento de pesquisas vinculadas ao projeto Pindorama (CNPq, #407717/2013-7) e a bolsa concedida ao quarto autor. À Fapitec do Estado de Sergipe e à Capes pela bolsa concedida ao último autor, através da parceira Capes/Fapitec em 2016 (Edital Fapitec/SE/Capes N° 12/2016 - Programa de Formação de Mestres e Doutores no Estado de Sergipe). Por fim, agradecemos a RENORBIO por proporcionar a execução das teses que compõem este capítulo e, também aos apicultores dos estados de Sergipe e Bahia pelo apoio e fornecimento de amostras.

Referências

Ak T, Gülçin I. 2008. Antioxidant and radical scavenging properties of curcumin. *Chemico-Biological Interactions* 174(1): 27-37.

Almeida-Anacleto D. 2007. Recursos alimentares, desenvolvimento das colônias e características físico químicas, microbiológicas e polínicas de mel e cargas de pólen de meliponíneos, do município de Piracicaba, estado de São Paulo. Dissertação. Universidade de São Paulo.

Almeida JF, Reis AS, Heldt LFS, et al. 2017. Lyophilized bee pollen extract: A natural antioxidant source to prevent lipid oxidation in refrigerated sausages. *LWT - Food Sci Technol* 76 299-305.

Alves RF. 2013. Análise palinológica do pólen apícola produzido no estado de Sergipe, Brasil. Dissertação, Universidade Estadual de Feira de Santana, Brasil.

Alves C, Lima RVB. 2009. Dietary supplement use by adolescents. *Jornal de Pediatria* 85(4): 287-294.

Alviano DS, Rodrigues KF, Leitão SG, et al. 2004. Antinociceptive and free radical scavenging activities of *Cocos nucifera* L. (Palmae) husk fiber aqueous extract. *Journal of Ethnopharmacology*, 92(2-3): 269-273.

De Almeida AMM, Souza LS, Silva CA., Valentim IB, Costa JG, Goulart F. 2012. Características Físico-Químicas e Microbiológicas de Pólen Apícola da Microrregião de Ribeira do Pombal, Bahia, Brasil. In: III Simpósio Internacional de Plantas Mediciniais e Nutracêuticos. Aracaju, p. 4.

De Angelis RC. 2005. Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da

nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas. 2nd ed. São Paulo: Atheneu.

Araújo JS., Chambó ED., Costa MAPC, Silva, SMPC, Carvalho CAL, Estevinho LM. 2017. Chemical composition and biological activities of mono- and heterofloral bee pollen of different geographical origins. *International Journal of Molecular Sciences* 18(5): 10.3390/ijms18050921.

Arruda VAS., Santos Pereira AA., Estevinho LM, Almeida-Muradian LB. 2013. Presence and stability of B complex vitamins in bee pollen using different storage conditions. *Food and Chemical Toxicology* 51(1) 143-148.

Avni D, Hendriksma HP, Dag A, Uni Z, Shafir S. 2014. Nutritional aspects of honey bee-collected pollen and constraints on colony development in the eastern Mediterranean. *Journal of Insect Physiology* 69(C): 65-73.

Bárbara M., Machado C., Sodrê G., Dias L., Estevinho L, de Carvalho C. 2015. Microbiological Assessment, Nutritional Characterization and Phenolic Compounds of Bee Pollen from *Melipona mandacaia* Smith, 1983. *Molecules* 20(7): 12525-12544.

Barreto LMRC., Funari SRC, Orsi RO. 2005. Composição e qualidade do pólen apícola proveniente de sete Estados brasileiros e do Distrito Federal. *Boletim de Indústria Animal* 62(2): 167-175.

Basu TK, Dickerson JWT. 1996. Vitamins in human health and disease, Vitamins in human health and disease. Wallingford: CAB International.

Berker KI., Güçlü K., Tor İ, Apak R. 2007. Comparative evaluation of Fe(II) reducing power-based antioxidant capacity assays in the presence of phenanthroline, batho-phenanthroline, tripyridyltriazine (FRAP), and ferricyanide reagents. *Talanta* 72(3): 1157-1165.

Boublik JH., Quinn MJ., Clements JA., Herington AC, Wynne KN, Funder JW. 1983. Coffee contains potent opiate receptor binding activity. *Nature* 301: 246-248.

Brasil. 2001. Instrução Normativa n. 3, de 23 de Janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Apitoxina, Cera de Abelhas, Geléia Real, Geléia Real Liofilizada, Pólen Apícola, Própolis e Extrato de Própolis. Brasília: Poder Executivo.

Brasil. 2003. Resolução - RDC N° 360, DE 23 de Dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Brasília: Poder Executivo.

Campos MG., Webby RF, Markham KR., Mitchell KA, Cunha AP. 2003. Age-induced diminution of free radical scavenging capacity in bee pollens and the contribution of constituent flavonoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(3): 742-745.

Carpes ST., Prado A, Moreno IAM, Mourão GB, Alencar SM, Masson ML. 2008. Avaliação do potencial antioxidante do pólen apícola produzido na região sul do Brasil. *Química Nova* 31(7): 1660-1664.

- Chantarudee A., Phuwapraisirisan P, Kimura K, Okuyama M, Mori H, Kimura A, Chanchao C. 2012. Chemical constituents and free radical scavenging activity of corn pollen collected from *Apis mellifera* hives compared to floral corn pollen at Nan, Thailand. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 12(45): 10.1186/1472-6882-12-45.
- Chen Y., Yu H., Wu H., Pan Y., Wang K., Jin Y, Zhang C. 2015. Characterization and Quantification by LC-MS/MS of the Chemical Components of the Heating Products of the Flavonoids Extract in Pollen *Typhae* for Transformation Rule Exploration. *Molecules* 20(10): 18352–18366.
- Esquenazi D., Wigg MD, Miranda MMFS, Rodrigues HM, Tostes JBF, Rozental S., Silva AJR, Alviano CS. 2002. Antimicrobial and antiviral activities of polyphenolics from *Cocos nucifera* Linn. (Palmae) husk fiber extract. *Research in Microbiology* 153(10): 647–52.
- Estevinho LM, Rodrigues S, Pereira AP, Feás X. 2012. Portuguese bee pollen: Palynological study, nutritional and microbiological evaluation. *International Journal of Food Science and Technology* 47(2): 10.1111/j.1365-2621.2011.02859.x.
- Fontes HR., Ferreira JMS, Gomes JBV, Resende RS. 2006. Caracterização da produção, fenologia e sistema de manejo do coqueiro anão verde nos tabuleiros costeiros. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros.
- Ford CS., Ayres KL, Toomey N, *et al.* 2009. Selection of candidate coding DNA barcoding regions for use on land plants. *Botanical Journal of the Linnean Society* 159(1): 10.1111/j.1095-8339.2008.00938.x.
- Förstermann, U. 2010. Nitric oxide and oxidative stress in vascular disease. *European Journal of Physiology* 459(6): 10.1007/s00424-010-0808-2.
- Frenhani PB, Burini RC. 1999. Mecanismos de absorção de aminoácidos e oligopeptídios: controle e implicações na dietoterapia humana. *Arquivos de Gastroenterologia* 36(4): 10.1590/S0004-28031999000400011.
- Galati EM., Mondello MR, Giuffrida D, *et al.* 2003. Chemical Characterization and Biological Effects of Sicilian *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. Fruit Juice: Antioxidant and Antiulcerogenic Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(17): 10.1021/jf030123d.
- Guerrini A., Bruni R, Maietti S, *et al.* 2009. Ecuadorian stingless bee (*Meliponinae*) honey: A chemical and functional profile of an ancient health product. *Food Chemistry* 114(4): 10.1016/j.foodchem.2008.11.023.
- Halliwell B, Gutteridge JM. 1995. The definition and measurement of antioxidants in biological systems. *Free Radical Biology & Medicine* 18(1): 125–6.
- Hämäläinen M., Nieminen R., Vuorela P., Heinonen M, Moilanen E. 2007. Anti-inflammatory effects of flavonoids: genistein, kaempferol, quercetin, and daidzein inhibit STAT-1 and NF-kappaB activations, whereas flavone, isorhamnetin, naringenin, and pelargonidin inhibit only NF-kappaB activation along with their inhibitory effect. *Mediators of Inflammation* 2007: 10.1155/2007/45673.
- Hassan HMM. 2011. Chemical composition and nutritional value of palm pollen grains. *Global Journal of Biotechnology & Biochemistry* 6(1): 1–7.
- Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, *et al.* 1981 Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *The American Journal of Clinical Nutrition* 34(3): 10.1093/ajcn/34.3.362.
- Jeong W, Hong SS, Kim N, *et al.* 2009. Bioactive triterpenoids from *Callistemon lanceolatus*. *Archives of Pharmacological Research* 32(6): 10.1007/s12272-009-1605-3.
- Kaškonienė V, Ruočkusienė G, Kaškonas P, Akuneca I, Maruška A. 2015. Chemometric Analysis of Bee Pollen Based on Volatile and Phenolic Compound Compositions and Antioxidant Properties. *Food Analytical Methods* 8: 10.1007/s12161-014-9996-2.
- Kroyer G, Hegedus N. 2001. Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplement. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 2(3): 10.1016/S1466-8564(01)00039-X.
- LeBlanc B. W., Davis O. K., Boue S., DeLucca A, Deeby, T. 2009. Antioxidant activity of Sonoran Desert bee pollen. *Food Chemistry* 115(4): 10.1016/j.foodchem.2009.01.055.
- Leite IRDM., Franco-da-Encarnação CR. 2002. Fenologia do coqueiro na zona costeira de Pernambuco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37(6): 10.1590/S0100-204X2002000600002.
- Leja M., Mareczek A., Wyzgolik G, Klepacz-Baniak J, Czekońska K. 2007. Antioxidative properties of bee pollen in selected plant species. *Food Chemistry* 100(1): 10.1016/j.foodchem.2005.09.047.
- Liu J, Yeo HC., Doniger SJ, Ames BN. 1997. Assay of Aldehydes from Lipid Peroxidation: Gas Chromatography–Mass Spectrometry Compared to Thiobarbituric Acid. *Analytical Biochemistry* 245(2): 10.1006/abio.1996.9990.
- Liutti GC. 2007. Estudo do emprego de radicais sulfato na degradação de compostos fenólicos. Dissertação, Universidade de São Paulo, Brasil.
- Escott-Stump S, Mahan LK, Raymond J. 2013. *Krause, alimentos, nutrição e dietoterapia*. 13th ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Martínez-Flórez S, González-Gallego J, Culebras JM, Tuñón MJ. 2002. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria* 17(6): 271–278.
- Martins MCT. 2010. Polen apícola brasileiro: valor nutritivo e funcional, qualidade e contaminantes inorgânicos. Dissertação, Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
- Martins M, Morgano MEVJ. 2011. Physicochemical composition of bee pollen from eleven Brazilian states. *Journal of Apicultural Science* 55(2): 107–115.
- Medeiros ABP, Pandey A, Vandenberghe LPS, Pastore GM, Soccol CR. 2006. Production and Recovery of Aroma Compounds Produced by Solid-State

Fermentation Using Different Adsorbents. *Food Technology and Biotechnology* 44(1): 47–51.

Menezes JDS, Maciel LF, Miranda MS., Druzian JI. 2010. Compostos bioativos e potencial antioxidante do pólen apícola produzido por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.). *Revista Instituto Adolfo Lutz* 69(2): 233–242.

Modro AFH, Marchini LC, Moreti ACCC. 2011. Origem botânica de cargas de pólen de colmeias de abelhas africanizadas em Piracicaba, SP. *Ciência Rural* 41(11): 10.1590/S0103-84782011005000137.

Modro AFH, Message D, Da Luz CFP, Neto JAAM. 2007. Composição e qualidade de pólen apícola coletado em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42(8): 10.1590/S0100-204X2007000800001.

Montenegro G, Pizarro R, Mejías E, Rodríguez S. 2012. Biological evaluation of bee pollen from native Chilean plants. *Revista internacional de Botânica Experimental* 82: 7-14.

Negrão AF., Barreto LMRC, Orsi RO. 2014. Influence of the collection season on production, size, and chemical composition of bee pollen produced by *Apis mellifera* L. *Journal of Apicultural Science* 58(2): 10.2478/jas-2014-0017.

Negri G, Teixeira EW, Alves MLTMF, et al. 2011. Hydroxycinnamic acid amide derivatives, phenolic compounds and antioxidant activities of extracts of pollen samples from Southeast Brazil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59(10): 10.1021/jf200602k.

Neves LC, Alencar SM, Carpes ST. 2009. Determinação da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos e flavonoides totais em amostras de pólen apícola de *Apis mellifera*. *Brazilian Journal of Food Technology* 12(VII BMCFB): 107–110.

Nicolson SW, Human H. 2013. Chemical composition of the “low quality” pollen of sunflower (*Helianthus annuus*, Asteraceae). *Apidologie* 44(2): 10.1007/s13592-012-0166-5.

Nogueira M., Trugo LC. 2003. Distribuição de isômeros de ácido clorogênico e teores de cafeína e trigonelina em cafés solúveis brasileiros. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 23(2): 10.1590/S0101-20612003000200033.

Ohye H., Sugawara M. 2010. Dual oxidase, hydrogen peroxide and thyroid diseases. *Experimental Biology and Medicine* 235(4): 10.1258/ebm.2009.009241.

Oliveira DDS, Aquino PP, Ribeiro SMR, Proença RPC, Pinheiro-Sant’Ana HM. 2011. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum. Health Science* 33(1): 10.4025/actascihealthsci.v33i1.8052.

Orzáez Villanueva MT., Díaz Marquina A, Bravo Serrano R., Blazquez Abellán, G. 2002. The importance of bee-collected pollen in the diet: a study of its composition. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 53(3): 10.1080/09637480220132832.

Passos CD, Passos EEM., Aragão WM. 2006. Fenologia da frutificação do coqueiro anão amarelo da Malásia nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros.

Pequeno NF, Soto-Blanco B. 2006. Toxicidade in vitro de plantas tóxicas: avaliação do teste de ação hemolítica. *Acta Scientiae Veterinariae* 34(1): 45–48.

Pinto B, Caciagli F, Riccio E, et al. 2010. Antiestrogenic and antigenotoxic activity of bee pollen from *Cystus incanus* and *Salix alba* as evaluated by the yeast estrogen screen and the micronucleus assay in human lymphocytes. *European Journal of Medicinal Chemistry* 45(9): 10.1016/j.ejmech.2010.06.001.

Pinto FA., Campos CN, Barreto LMRC. 2012. Physical-Chemical profile of bee pollen from Vale do Paraíba, southeastern Brazil. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 20(1–2): 1–6.

Prieto P, Pineda M, Aguilar M. 1999. Spectrophotometric Quantitation of Antioxidant Capacity through the Formation of a Phosphomolybdenum Complex: Specific Application to the Determination of Vitamin E. *Analytical Biochemistry* 269(2): 10.1006/abio.1999.4019.

Raymundo, M. dos S., Horta, P., Fett, R. 2004. Atividade antioxidante in vitro de extratos de algumas algas verdes (Chlorophyta) do litoral catarinense (Brasil). *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* 40(4): 495–503.

Rodriguez de Sotillo, D., Hadley, M., Holm, E. T. 1994. Potato Peel Waste: Stability and Antioxidant Activity of a Freeze-Dried Extract. *Journal of Food Science* 59(5): 10.1111/j.1365-2621.1994.tb08182.x.

Rogero MM., Tirapegui J. 2008. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* 44(4): 563–574.

Rosa AH, Rocha JC, Furlan M. 2000. Substâncias Húmicas de Turfa: Estudo dos Parâmetros que Influenciam no Processo de Extração Alcalina. *Química Nova* 23(4): 472–476.

Santos MH., Batista BL., Duarte SMS., Abreu CMP, Gouvêa, CMCP. 2007. Influência do processamento e da torrefação sobre a atividade antioxidante do café (*Coffea arabica*). *Química Nova* 30(3): 10.1590/S0100-40422007000300020.

Šarić A, Balog T., Sobočanec, S., et al. 2009. Antioxidant effects of flavonoid from Croatian *Cystus incanus* L. rich bee pollen. *Food and Chemical Toxicology* 47(3): 10.1016/j.fct.2008.12.007.

Serrano MIA. 2014. Identificação de Compostos Fenólicos e teor de Minerais em Pólen Mestre em Inovação e Qualidade na Produção Alimentar. Dissertação, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Brasil.

Soares LAL, Gonzalez Ortega G, Bassani VL, Petrovick PR. 1998. Desenvolvimento tecnológico de soluções extrativas aquosas de *Phyllanthus niruri* L. (quebra-pedra) empregando planejamento fatorial. *Caderno de farmácia* 14(1/2): 21–26.

- Souza RCDS, Yuyama LKO, Aguiar JPL, Oliveira FPM. 2004. Valor nutricional do mel e pólen de abelhas sem ferrão da região Amazônica. *Acta Amazonica* 34(2): 10.1590/S0044-59672004000200021.
- Srinivasan, M., Sudheer, A. R., Menon, V. P. 2007. Ferulic Acid: therapeutic potential through its antioxidant property. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition* 40(2): 10.3164/jcbrn.40.92.
- Sroka Z, Cisowski W. 2003. Hydrogen peroxide scavenging, antioxidant and anti-radical activity of some phenolic acids. *Food and Chemical Toxicology*. Pergamon 41(6): 10.1016/S0278-6915(02)00329-0.
- Sun L, Guo Y, Zhang Y, Zhuang Y. 2017. Antioxidant and anti-tyrosinase activities of phenolic extracts from rape bee pollen and inhibitory melanogenesis by cAMP/MITF/TYR pathway in B16 mouse melanoma cells. *Frontiers in Pharmacology* 8(MAR): 10.3389/fphar.2017.00104.
- Szczêsna T. 2007. Study on the Sugar Composition of Honeybee-collected Pollen. *Journal of Apicultural Science* 51(1): 15-22.
- Szczêsna, T. 2006. Protein content and amino acid composition of bee-collected pollen from selected botanical origins. *Journal of Apicultural Science* 50(2): 81-90.
- Theoharides TC, Alexandrakis M, Kempuraj D, Lytinas M. 2001. Anti-inflammatory actions of flavonoids and structural requirements for new design. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology* 14(3): 119-127.
- Vitorino M., França A, Oliveira L, Borges MLA. 2001. Metodologias de obtenção de extrato de café visando a dosagem de compostos não-voláteis. *Revista Brasileira de Armazenamento* (4)17: 17-24.
- WHO, FAO. 2007. Protein and amino acid requirements in human nutrition. 935: World Health Organization.
- Zhao L., Windisch W, Roth, FX., Eder K, Etle T. 2007. Nutritive value of Masson Pine pollen (*Pinus massoniana*) in comparison to wheat bran and effects on stool characteristics in a pig model. *Bodenkultur* 58(1-4): 73-82.
- Zheng W, Wang SY. 2001. Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49(11): 10.1021/jf010697n.
- Zhu K, Cordeiro ML, Atienza J, Robinson WE, Chow SA. 1999. Irreversible inhibition of human immunodeficiency virus type 1 integrase by dicaffeoylquinic acids. *Journal of virology* 73(4): 3309-3316.
- Žilić S, Vančetović J, Janković M, Maksimović V. 2014. Chemical composition, bioactive compounds, antioxidant capacity and stability of floral maize (*Zea mays* L.) pollen. *Journal of Functional Foods* 10: 65-74.

Teor de minerais no pólen apícola de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) e dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Girliane Regina da Silva, Ayala Nara Pereira Gomes, Celso Amorim Camara, Rodolfo França Alves, Francisco de Assis Ribeiro dos Santos & Tania Maria Sarmiento Silva

As espécies vegetais da família Arecaceae (palmeiras) possuem grande importância econômica no Nordeste brasileiro e são polinizadas por abelhas. O pólen coletado pelas abelhas (pólen apícola) apresenta composição química variada e atividades biológicas variadas. Do ponto de vista econômico, nutricional e terapêutico, o pólen apícola monofloral (predominância de pólen de uma espécie vegetal) apresenta vantagem por apresentar as mesmas características físico-químicas, químicas e biológicas. Os minerais presentes no pólen apícola são expressos em macro e microelementos e essenciais para regulação das vias metabólicas e processos fisiológicos. Para análises de minerais, nove amostras de pólen apícola de *Elaeis guineensis* (dendê) e 12 de *Cocos nucifera* (coco) foram coletadas nos municípios de Nilo Peçanha e Maracá, Estado da Bahia. Um alto nível de elementos benéficos como K ($811,1 \pm 14,20$ mg/100 g), Ca ($235,4 \pm 6,05$ mg/100 g), Mg ($1159,4 \pm 147,2$ mg/100 g), Zn ($6,2 \pm 0,09$ mg/100 g), Fe ($2,9 \pm 0,07$ mg/100 g), Mn ($13,3 \pm 3,0$ mg/100 g) e Cu ($0,7 \pm 0,03$ mg/100 g) foram encontrados nas amostras, sendo considerados como fonte ou alimento com alto conteúdo mineral, de acordo com a regulamentação Brasileira. O alto teor de minerais mostrados no pólen monofloral analisado agregam valor ao produto.

Introdução

As plantas da família Arecaceae, popularmente conhecidas como Palmeiras, destacam-se pela relevância na subsistência de muitas comunidades tradicionais que utilizam tanto na alimentação (produtos que podem ser obtidos como óleo, amido, palmito, cera e fibras) como para combustível, construção de moradia e produção de artesanato, sendo considerada uma alternativa econômica para as comunidades (Bütow *et al.* 2009; Arruda *et al.* 2014).

Os polinizadores fornecem um serviço essencial ao ecossistema e trazem inúmeros benefícios à sociedade, através do seu papel na agricultura com a produção de alimento e na conservação da diversidade biológica (Ribeiro *et al.* 2015). As abelhas estão entre os principais responsáveis pelo processo de polinização das palmeiras (Dorneles *et al.* 2013; Gottsberger *et al.* 2013).

A apicultura é uma prática de grande potencial no Brasil devido a fatores favoráveis como o clima e a diversidade da flora (Neto & Neto 2006). É uma das poucas atividades agropecuárias que atende aos três requisitos da sustentabilidade: o econômico, o social e o ecológico. Sendo assim,

fornece renda para o apicultor, ocupa mão de obra familiar ou contratada e contribui para a preservação da flora nativa, pois é dela que são extraídos o néctar e o pólen, componentes essenciais para a vida das colmeias (Neto & Neto 2006). No nordeste brasileiro, ainda predomina a obtenção de pólen apícola obtido da flora nativa (Novais *et al.* 2009; Freire *et al.* 2012).

A origem dos produtos elaborados pelas abelhas, bem como as vantagens comerciais em determinar a qualidade promoveu o uso do conhecimento da morfologia de grãos de pólen como uma ferramenta de investigação (Modro *et al.* 2011). A determinação das plantas visitadas pelas abelhas para formar a massa de pólen apícola é realizada pela palinologia, que permite a identificação botânica (taxonômica) dos grãos presentes na mesma (Santos 2011).

As abelhas podem apresentar preferência em visitar e coletar o pólen de determinadas espécies de plantas em relação a outras (Russell *et al.* 2016) e “grãos de pólen mono-típicos” passam a conter apenas um tipo polínico ou uma maior frequência (Conti *et al.* 2016). Quando há 60% ou mais de um único tipo polínico, sem ocorrência de um pólen acessório (que ocorre

numa frequência de 15 a 45% do total dos grãos contados), considera-se como monofloral (Barth 2004), que tem por vantagem a manutenção das características físico-químicas e organolépticas do produto (Yang *et al.* 2013), saindo dessa faixa o pólen e considerado poli ou multifloral.

O pólen apícola é um dos mais ricos e puros suplementos alimentares naturais embalados por abelhas em grânulos e, posteriormente, colhidos a partir de colmeias por seres humanos (Bogdanov 2016). É o resultado da aglutinação do pólen das flores, néctar e substâncias salivares das abelhas (BRASIL 2001) coletado por meio de uma grade de retenção denominado de coletor de pólen. No final da coleta, encontram-se reunidas as bolotas de grãos de coloração variável, indicando as diversas espécies botânicas colecionadas pelas abelhas, formando uma mistura conhecida por “mix” polínico, sendo esse material removido pelo apicultor para o beneficiamento, comercialização e consumo animal e humano. Na colmeia, o pólen é coberto por uma fina camada de mel e cera e é, então, formado o pão de abelha que sofre fermentação anaeróbica e que, devido ao ácido láctico resultante, mantém-se preservado. O pão de abelha constitui a fonte básica de proteína para colônia, além de substâncias nutricionais e minerais (Komosinska-Vassev *et al.* 2015).

Por meio de técnicas analíticas avançadas, é possível identificar muitos compostos químicos em pólen apícola proveniente de várias espécies vegetais (Denisow & Denisow-pietrzyk 2016). Os componentes majoritários do pólen apícola são açúcares (13-55%), fibras (0,3-20%), proteínas (10-40%) e lipídeos (1-10%) (Feás *et al.* 2012). Outros componentes em menor quantidade são minerais (cálcio, manganês, magnésio, fósforo, selênio, zinco, cobre, ferro, potássio e sódio) (Morgano *et al.* 2012); vitaminas (tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantotênico, piridoxina, ácido ascórbico, biotina, ácido fólico e tocoferol) (Arruda *et al.* 2013); aminoácidos essenciais (Silva *et al.* 2014); compostos fenólicos, em especial os flavonoides (Freire *et al.* 2012; Ulusoy & Kolayli 2013; Silva *et al.* 2009; Campos *et al.* 2008); esteroides e terpenos (Bogdanov 2016). Devido aos seus ingredientes vitais, o pólen de abelha é considerado como um dos alimentos mais completos e nutritivos da natureza (Paradowska *et al.* 2017).

O conteúdo mineral do pólen é frequentemente expresso em macro e microelementos (Kostic *et al.* 2017), e sua composição é dependente de condições intrínsecas (origem botânica) e extrínsecas (solo, origem geográfica) (Yang *et al.* 2013). Esses bioelementos estão presentes em cerca de 1,6% do pólen, estando entre os principais macronutrien-

tes K, Ca, Mg e Na e micronutrientes Fe, Cu, Zn, Mn e Se (Komosinska-Vassev *et al.* 2015).

Os minerais são essenciais para regulação das vias metabólicas e processos fisiológicos. Sua ingestão adequada é fundamental para manter a homeostase, proteção celular, funcionalidade e saúde, enquanto a sua deficiência pode desencadear doenças específicas. A presença de zinco, cobre e ferro, bem como a razão potássio/sódio torna o pólen apícola um alimento significativo para o equilíbrio de dietas em relação ao conteúdo mineral (Ares *et al.* 2017).

A composição química do pólen ganhou interesse para pesquisa de abrangência ampla que vai desde a fisiologia das plantas até a bioquímica. Tais pesquisas indicaram diferenças apreciáveis entre composições do pólen de várias amostras, regiões ou países (Yang *et al.* 2013).

A produção de pólen apícola é uma atividade recente no Brasil, tendo começado no final da década de 1980. No entanto, o país tem o potencial de se tornar um dos grandes produtores mundiais de pólen de alta qualidade, particularmente por causa da grande diversidade da flora tropical e da variedade da abelha *Apis mellifera*. Essa biodiversidade permite que as abelhas coletem o pólen durante todo o ano (Freire *et al.* 2012).

O nordeste brasileiro é uma das poucas regiões no mundo com o potencial de produzir produtos apícolas orgânicos em grande quantidade, devido à diversidade de espécies de plantas e microclimas, juntamente com vastas áreas de terras inexploradas, livre da atividade agrícola convencional (Morgano *et al.* 2012). A proeminência do Nordeste brasileiro com sua alta produção extrativa de produtos de abelhas contrasta com o comércio local desta produção, que tem baixos valores de mercado. Com certificação botânica, é possível aumentar esses valores e, portanto, melhorar as condições sociais e econômicas dos trabalhadores agrícolas, especialmente os apicultores (Dórea *et al.* 2010).

O litoral do sul da Bahia é uma área indicada para a produção de pólen em decorrência das grandes floradas das palmeiras e as áreas de restinga. O tempo de floração destas espécies ocorre em todo ano, com pico entre agosto e setembro. Dentre os principais municípios produtores é possível destacar Marau e Nilo Peçanha. Esses municípios são caracterizados por extensões de floresta com ênfase em palmeiras, que possuem rica flora com espécies de plantas poliníferas e nectaríferas, sendo importantes para a apicultura (Dórea *et al.* 2010), e permitem a produção de mel, pólen, própolis e geleia real.

Materiais e métodos

Equipamentos, reagentes e padrões

A análise dos minerais foi feita em espectrômetro de absorção atômica sequencial com atomização em chama (AA240FS – Fast Sequential, Varian, Mulgrave, Austrália), com correção da radiação de fundo feita por lâmpada de deutério. Lâmpadas de cátodo oco foram utilizadas como fontes de radiação primária para cada mineral e a chama ar/acetileno foi utilizada em todos os experimentos. Ainda nesta análise, utilizou-se um acessório de geração de vapor (VGA-77, Varian, Mulgrave, Austrália), para geração de hidretos (HGAAS, do inglês Hydride Generation AAS). Soluções padrão a 1000 ppm dos minerais cálcio (Ca), cobre (Cu), ferro (Fe), potássio (K), magnésio (Mg), manganês (Mn), sódio (Na), zinco (Z) e selênio (Se) (Qhemis-Hexis, São Paulo, Brasil) foram utilizados para obtenção das curvas padrão. Ácido nítrico (Merck, Darmstadt, Alemanha) foi utilizado para digestão das amostras, realizada em micro-ondas (MarsXpress, CEM, São Paulo, Brasil).

Coleta de amostras e análise palinológica

As amostras do pólen apícola (de *Apis mellifera*) foram coletadas em apiários localizados na região Sul da Bahia, na cidade de Maraú (14°6'10"S, 39°0'54"W) e Nilo Peçanha (13°36'13"S e 39°06'14"W). O bioma predominante é a floresta de Mata Atlântica com cobertura vegetal, sendo esta associada às plantações de palmeiras, principalmente coqueiro (*Cocos nucifera*) e dendê (*Elaeis guineensis* L.), respectivamente, que contribuem para a atividade comercial da região. As coletas foram realizadas diariamente, durante os meses de março de 2012 a março de 2013 para *C. Nucifera*, e junho de 2013 a dezembro de 2014 para *E. guineensis*. O pólen fresco coletado foi levado para secagem em bandejas a temperatura ambiente por um sistema de ventilação apropriado e, após remoção das impurezas, foi armazenado à 20°C.

As análises palinológicas foram realizadas pelo Prof. Dr. Francisco de Assis Ribeiro dos Santos, Laboratório de Micromorfologia Vegetal, Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia. A metodologia consistiu em dissolver 2,0 g da amostra em água destilada a 40 °C, deixando-a em repouso por no mínimo 2 horas e, em seguida, em banho de ultrassom por 10 minu-

tos. Uma alíquota de 1,0 mL foi transferida para um tubo Falcon e centrifugado por 10 minutos a 2.500 rpm. A água do tubo foi descartada, ficando o sedimento polínico no fundo. Adicionou-se ácido acético glacial, deixou-se em repouso por 24 horas e centrifugou-se, descartando em seguida o ácido sobrenadante. Foi adicionada ao tubo a mistura acetolítica (anidrido acético e ácido sulfúrico, 9:1), deixando-o em banho-maria a 100 °C por 3 a 5 minutos. Após atingir a temperatura ambiente, centrifugou-se e descartou-se a mistura acetolítica, ficando o sedimento polínico. Adicionou-se 35,0 mL de água destilada e, após agitação vigorosa, o tubo foi centrifugado e a água descartada, ficando o sedimento polínico no fundo. Adicionou-se uma solução aquosa de glicerina (50%), agitando levemente para a penetração da glicerina em todo o sedimento. A amostra foi deixada em repouso por 24 horas. Centrifugou-se e descartou-se a glicerina. O sedimento foi utilizado para montagem das lâminas em gelatina glicerinada. Os tipos polínicos foram identificados por comparação com lâminas da Palinoteca do Laboratório de Micromorfologia Vegetal, onde todas as amostras deste estudo estão depositadas.

Análises de minerais

Para as análises dos minerais as amostras foram digeridas em micro-ondas, eliminando toda matéria orgânica. Pesou-se aproximadamente 0,5 g do pólen pulverizado e adicionou-se 5,0 mL de ácido nítrico. O seguinte método foi utilizado para digestão: de 0-5 minutos a temperatura passou de ambiente a 120 °C, com 800 W de potência; 5-10 minutos permaneceu a 120 °C; 10-15 minutos a temperatura passou de 120 a 160°C, com 1600 W de potência; 15-23 minutos permaneceu constante a 160°C; e de 23-30 minutos ocorreu o resfriamento das amostras. As amostras digeridas foram diluídas (1:1) com água destilada e levadas para leitura em espectrômetro de absorção atômica sequencial com atomização em chama. A quantificação dos elementos Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Zn e Se foi feita a partir da curva de calibração, preparada utilizando soluções estoque a 1000 ppm de cada mineral, determinados nos comprimentos de onda 239,9; 327,4; 386,0; 404,4; 202,6; 403,1; 330,2; 213,9 e 196,0 nm, respectivamente. Para a análise do elemento selênio, presente em concentrações mais baixas, utilizou-se o acessório VGA para geração de hidretos.

Resultados e discussão

Os resultados das análises palinológicas mostraram frequências entre 28,4 e 64,8% (Tabela 1) de grãos de pólen de *Cocos nucifera* (12 amostras) e de 0,7 e 90,5% de *Elaeis guineensis* (18 amostras), espécies predominantes na região de Maraú e Nilo Peçanha - Bahia, respectivamente. As amostras de pólen apícola selecionadas para análises de minerais foram as que apresentaram maior frequência polínica das espécies *Cocos nucifera* (12 amostras) e *Elaeis guineenses* (nove amostras).

As amostras foram coletadas em apiário localizado na cidade de Maraú, Bahia e está inserido em uma vasta área de vegetação à beira mar. Segundo os apicultores, as abelhas percorrem, aproximadamente, 2,0 km para coleta de pólen. Uma técnica de manejo foi desenvolvida para produção exclusiva de pólen apícola monofloral e chega a uma tonelada por mês (Figura 1).

As Tabelas 2 e 3 mostram os níveis de macro e microelementos em amostras de pólen de coqueiro e dendê, respectivamente. O mineral predominante encontrado no pólen apícola de coqueiro foi K (811,1±14,20 mg/100 g), seguido de Ca (235,4±6,05 mg/100 g), Mg (74,6±1,14 mg/100 g) e Na (17,4±2,82 mg/100 g), Mn (8,9±0,36mg/100 g),

Zn(6,2±0,09mg/100 g), Fe (2,9±0,07 mg/100 g), Cu (0,7± 0,03 mg/100 g) e Se (8,3±3,12 µg/100 g). Enquanto que o mineral mais abundante encontrado no pólen apícola de dendê foi o Mg (1159,4 ± 147,2mg/100 g), seguido por K (475,7± 93,5 mg/100 g), Na (10,4± 3,8 mg/100 g), Mn (13,3± 3,0 mg/100 g), Ca (8,4± 3,0 mg/100 g), Zn (4,2 ± 0,2 mg/100 g), Fe(2,5 ± 0,4 mg/100 g), Cu (0,37± 0,1 mg/100 g) e Se (22,5±5,2 µg/100 g).

Em escala decrescente de teor, os minerais se apresentam da seguinte forma: K>Ca>Mg>Na>Mn>Zn>Fe>Cu>Se para pólen de coqueiro e Mg>K>Na>Mn>Ca>Zn>Fe>Cu>Se para pólen de dendê. Essas diferenças nos níveis de minerais estão relacionadas a fatores como: variedades de flores, a partir das quais o pólen apícola elaborado, condições climáticas, geografia, condições ambientais, composição genética das espécies vegetais, procedimentos agrícolas (fertilização e pulverização agrícola) e processos apícolas (Altunatmaz *et al.* 2017).

No Brasil, a composição mineral de pólen apícola foi investigado em 154 amostras de diferentes regiões (Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-oeste). K, P, Ca e Mg foram os principais elementos minerais presentes no pólen. Estados brasileiros do Nordeste parecem ser promissores para a produção de pólen de abelha,

TABELA 1. Concentração (%) de grãos de pólen das palmeiras focais nas amostras do pólen apícola.

Amostras	<i>Cocos nucifera</i> (coqueiro)	Amostras	<i>Elaeis guineensis</i> (dendezeiro)
Mar/2012	47,6	Jul/2013	46,7
Abr/2012	45,2	Ago/2013	7,0
Mai/2012	63,3	Set/2013	13,1
Jun/2012	56,7	Out/2013	25,7
Jul/2012	28,4	Nov/2013	10,9
Ago/2012	43,1	Dez/2013	28,7
Set/2012	64,8	Jan/2014	82,0
Out/2012	41,0	Fev/2014	90,5
Nov/2012	50,5	Mar/2014	30,9
Dez/2012	41,8	Abr/2014	52,6
Jan/2013	50,8	Mai/2014	38,5
Fev/2013	53,4	Jun/2014	8,2
Mar/2013	39,7	Jul/2014	1,4
		Ago/2014	0,7
		Set/2014	1,4
		Out/2014	5,9
		Nov/2014	34,5
		Dez/2014	22,4



FIGURA 1. Imagens da coleta e processamento do pólen apícola: **A.** Coletor de pólen; **B.** Pólen fresco; **C.** Secagem do pólen; **D.** Armazenamento do pólen desidratado.

TABELA 2. Teor de minerais nas amostras do pólen apícola de *Cocos nucifera* (mg/100g ± DP) e a dose diária recomendada para adultos (IDR).

Minerais Amostras	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Zn	Se**
Mar/2012	268,0±7,32	0,8±0,06	3,5±0,15	893,9±12,98	80,4±0,37	11,3±0,61	20,3±0,01*	6,8±0,23	3,3±0,1*
Abr/2012	266,2±6,32	0,7±0,02	3,3±0,12	915,2±14,29	79,6±0,27	10,8±0,22	21,4±0,87*	6,7±0,07	2,8±0,02*
Mai/2012	249,5±6,61	0,6±0,02	3,0±0,07	810,6±7,14*	76,6±0,00*	9,6±0,25	9,9±0,20*	6,3±0,12	4,3±0,35*
Jun/2012	252,7±0,75	0,7±0,01	2,8±0,01	805,7±3,38*	77,8±0,18*	9,3±0,17	3,8±0,43*	6,4±0,10	3,6±0,29*
Jul/2012	252,1±6,49	0,6±0,03	2,7±0,05	810,6±10,17*	73,9±0,87*	8,6±0,09	3,8±0,42*	6,3±0,24	3,0±0,06
Ago/2012	234,7±2,44	0,6±0,01	2,8±0,20*	780,2±7,13	74,5±0,72	8,6±0,09	5,7±0,49*	6,1±0,06	2,5±0,54*
Set/2012	245,4±6,50	0,6±0,03	2,9±0,08*	808,4±8,45	75,7±0,02	9,1±0,14	11,1±1,12*	11,1±1,12*	2,1±0,20
Out/2012	200,9±11,20	0,5±0,01	2,8±0,01*	723,6±12,81*	63,6±1,03*	5,9±0,01*	28,2±0,51*	5,7±0,15	1,1±0,17*
Nov/2012	228,8±9,44	0,6±0,02	2,7±0,04	819,4±19,56	73,8±0,70	8,4±0,12	36,8±0,53*	5,9±0,04	1,2±0,15
Dez/2012	214,5±1,56	0,6±0,02	2,7±0,08	806,3±8,68	74,3±0,44*	8,3±0,06	19,9±0,79	6,0±0,02*	2,2±0,25
Jan/2013	228,3±10,67	0,6±0,02	2,6±0,34*	743,9±78,02*	72,1±3,61*	8,2±0,03	25,9±6,11*	6,1±0,05	34,1±0,83*
Fev/2013	213,6±5,71	0,6±0,08	2,6±0,06	797,5±15,54	73,6±0,79	8,0±0,15	23,8±1,73*	6,0±0,08	19,3±3,43*
Mar/2013	217,3±5,13	0,9±0,06	2,9±0,04*	829,4±5,87	74,3±0,00*	8,6±0,31*	15,3±0,89*	6,4±0,23	28,4±4,50*
Média ± DP	235,4±6,05	0,7±0,03	2,9±0,07	811,1±14,20	74,6±1,14	8,9±0,36	17,4±2,82	6,2±0,09	8,3±3,12
IDR para adultos (mg)	1000,0	0,9	14,0	--	260,0	2,3	--	7,0	34,0**

*n=2

**Concentração em micrograma (µg).

TABELA 3. Teor de minerais nas amostras do pólen apícola de *Elaeis guineensis* (mg/100g ± DP) e a dose diária recomendada para adultos (IDR).

Minerais Amostras	K	Mg	Mn	Na	Ca	Zn	Fe	Cu	Se**
Jul/2013	412,3±27,0*	111,7±25,6*	15,53±0,9	5,1±0,1	10,7±1,2	4,1±0,1	2,0±0,4	0,46±0,08	44,4±7,6
Out/2013	367,1±7,7*	910,4±12,6*	14,70±0,9	8,1±0,8	7,3±0,7*	3,9±0,2	2,7±0,2	0,24±0,05	12,2±0,08
Dez/2013	617,2±50,2*	928,9±0,9*	19,0±0,4	18,9±0,3	8,7±1,0*	4,0±0,1	2,9±0,2	0,22±0,06	7,5±0,2
Jan/2014	447,8±11,9*	1261,2±3,9*	13,6±0,5	8,3±0,6	8,8±2,8*	4,1±0,02	1,8±0,1	0,38±0,05	4,4±0,4
Fev/2014	371,0±28,5*	1253,6±21,1*	13,7±0,4	9,3±0,1	9,1±0,2*	4,0±0,1	1,8±0,1	0,40±0,03	8,2±2,2
Mar/2014	581,8±19,8*	1160,7±33,3*	9,9±0,7	11,2±0,2	7,5±0,1*	4,4±0,1	2,8±0,3	0,32±0,06	4,0±0,3
Abr/2014	458,4±4,1*	1229,4±2,6	9,9±0,3	10,9±0,5	7,6±1,0	4,5±0,2	2,2±0,1	0,27±0,1	28,7±0,9
Mai/2014	448,5±5,5*	1277,3±33,3	10,2±0,4	9,6±0,3	13,6±1,3*	4,5±0,2	2,7±0,5	0,39±0,05	20,2±0,6
Nov/2014	576,4±10,8*	1295,2±9,5	12,9±0,7	12,2±0,5	2,1±1,0*	4,3±0,3	3,2±0,04	0,63±0,1	15,2±1,09
Média ± DP	475,6,4±93,5	1159,4±147,2	13,1±3,0	10,4±3,8	8,4±3,0	4,3±0,2	2,5±0,4	0,37±0,1	22,5±5,2
IDR para adultos (mg)	1000,0	0,9	14,0	-	260,0	2,3	-	7,0	34,0**

*N=2; **Concentração em micrograma (µg).

pois amostras desta região apresentam valores significativamente mais elevados de minerais e mostrou produção constante ao longo do ano (Morgano *et al.* 2012).

De acordo com a regulamentação brasileira (Brasil 2012) para minerais, a contribuição de mais de 30% da IDR (Ingestão Diária Recomendada) de referência por 100 g de produto classifica o alimento como “alto conteúdo” e acima de 15% como “fonte”.

Com base na IDR de cobre, manganês e zinco, ambas as amostras de pólen podem ser consideradas como “alto conteúdo” e em relação ao ferro como “fonte”. Na Tabela 4, é apresentado o percentual de mineral em relação a IDR/100g de produto, para a média das amostras de pólen de coqueiro e dendê e a classificação segundo a RDC.

Para as duas amostras o conteúdo de manganês foi tão significativo que uma porção de 100g supre 100% da necessidade diária de um indivíduo adulto. Esse elemento desempenha um papel importante nos processos redox na planta (fotossíntese) e como cofator importante em 35 enzimas diferentes. Em humanos, Mn, também, desempenha um papel importante como cofator de diferentes enzimas (Kostic *et al.* 2015). A média das amostras de pólen de *E. guineensis* também apresentou elevado conteúdo de magnésio, no qual 100g supre 100% da necessidade diária de um indivíduo adulto; entretanto, o conteúdo de cálcio foi mais baixo quando comparado

ao de *C. Nucifera*. Yang *et al.* (2013) demonstram que o teor de minerais nos grãos de pólen pode variar conforme a espécie vegetal, origem geográfica e composição do solo. Kostic *et al.* (2015) ressaltam a importância nutricional do zinco e do ferro, minerais com os quais o pólen de abelha é mais rico do que outros produtos de abelha. Se usado como suplemento alimentar, o pólen apícola estudado pode atender a mais de 15% da necessidade diária humana para o uso de ferro e mais de 60% do requerimento diário para o zinco. A alta relação K Na torna o pólen de abelhas potencialmente valioso para dietas com um equilíbrio eletrolítico definido. Selênio e Cu são considerados nutrientes antioxidantes porque são componentes estruturais das enzimas antioxidantes (Silva *et al.* 2014).

Estudos feitos em outros países além do Brasil demonstram que condições climáticas e outros fatores levam a uma variação no teor de minerais no pólen. Stanciu *et al.* (2012), estudando o teor de minerais em diferentes tipos de pólen apícola monofloral na Romênia, observaram que os níveis de minerais nas amostras variaram consideravelmente devido às diferenças na origem floral do pólen. Isso foi verdade para K, Mg, Ca, Mn e Fe, enquanto o teor de Zn do pólen pareceu ser mais constante. Em todas as amostras foi encontrado o K em maiores concentrações, seguido de Ca. Taha (2015), estudando pólen apícola multifloral na Arábia Saudita, apresentou intervalos semelhantes para K e Zn, enquanto Ca, Mg e Fe

TABELA 4. Percentual de mineral em relação à IDR/100g de produto para a média das amostras polínicas de *Cocos nucifera* e *Elaeis guineensis* e a classificação segundo a RDC nº 54 de 2012.

	Fe	Zn	Cu	Mn	Mg	Ca	Se
<i>C. nucifera</i>	20,7	88,5	77,7	>100	28,6	23,5	24,4
Classificação	Fonte	Alto Conteúdo	Alto Conteúdo	Alto Conteúdo	Fonte	Fonte	Fonte
<i>E. guineensis</i>	17,9	60,5	41,1	>100	>100	0,8	66,1
Classificação	Fonte	Alto Conteúdo	Alto Conteúdo	Alto Conteúdo	Alto Conteúdo	-	Alto Conteúdo

foram superiores, mostrando em seu resultado um maior conteúdo de Na seguido de K nas amostras estudadas. Amostras de pólen apícola estudadas na Turquia por Kalaycioglu *et al.* (2017) apresentam prevalência semelhante as estudadas na Arábia Saudita, tendo também Na como mineral de maior conteúdo, já os teores de K de pólen de abelhas estudados na China (Yang *et al.* 2013) são ligeiramente menores em comparação com os conteúdos de pólen turco (Kalaycioglu *et al.* 2017) e sérvios (Kostic *et al.* 2017).

Com o objetivo de caracterizar o pólen na Colômbia, um estudo mostrou que o mesmo se encontra dentro dos limites relatados na literatura (Fuenmayor *et al.* 2014), apresentando a mesma prevalência dos elementos do pólen chinês. Grembeka *et al.* (2013), estudando mel e produtos derivados de abelha na Polônia, observaram uma ordem decrescente de conteúdo dos minerais diferente, se comparada aos outros estudos, tendo Ca o maior conteúdo seguido por Mg, e só depois por K, além de valores abaixo do intervalo relatado na literatura para Na e K. Pesquisas sugerem que um critério de qualidade do pólen é seu conteúdo mineral, estando na faixa: K (4000 a 20000 mg/kg), Mg (200 a 3000 mg/kg), Ca (200 a 3000 mg/kg), Zn (30 a 250 mg/kg) e Fe (11 a 170 mg/kg) (Campos *et al.* 2008). De Melo *et al.* (2016), estudando o teor de minerais em duas diferentes formas de desidratação de pólen coletado no estado de São Paulo, Brasil, observaram valores consistentes com a literatura com um maior teor de K seguido de Ca, Mg, Na e Zn. Esse resultado é semelhante ao estudo realizado por Morgano *et al.* (2012) com amostras de pólen coletadas em várias regiões do país que mostraram uma ordem decrescente dos elementos semelhante, relatando o K como mineral de maior teor seguido de Ca, Mg, Na, Fe, e Zn.

O pólen apícola monofloral coletado na Paraíba mostrou resultado semelhante para alguns elementos, houve prevalência de K como o elemento de maior teor, seguido de Ca e Mg; no entanto, não foi possível detectar o Na pelo mé-

todo estudado e o Zn apresentou maior teor que o Fe quando comparado aos trabalhos descritos anteriormente (Silva *et al.* 2014). Estudo realizado em três estados da região Sul do Brasil com pólen de diferentes espécies vegetais, incluindo da família Arecaceae, mostrou perfil de elementos minerais semelhantes aos encontrados na Bahia também com Palmeiras (Carpes *et al.* 2009). Algumas amostras apresentaram pólen dominante da família Arecaceae (>45%), confirmando que há uma manutenção de características físico-químicas quando há uma maior prevalência de um tipo polínico (Yang *et al.* 2013).

Potássio (K)

O Potássio é o sétimo elemento mais comum que ocorre na crosta terrestre e essencial para a vida vegetal e humana. Em nosso organismo, os íons de potássio se juntam com o íon de sódio e, em seguida, agem nas membranas celulares na transmissão de impulsos eletroquímicos dos nervos e fibras musculares e no balanceamento da atividade de alimentação e remoção de subprodutos nas células (Sudre *et al.* 2014). Quase todos os estudos relatam o K como o mais abundante no pólen apícola, de acordo com a literatura em torno de 60% (Campos *et al.* 2008), sendo considerado o principal elemento. As concentrações podem variar de acordo com a região. Romênia (5135 mg/kg), Arábia Saudita (6904 mg/kg), Servia (6170 mg/kg), China (5324 mg/kg) e Colômbia (5624 mg/kg) apresentaram concentrações próximas (Stanciu *et al.* 2012; Taha 2015; Kostic *et al.* 2017; Yang *et al.* 2013; Fuenmayor *et al.* 2014), enquanto Turquia (3346 mg/kg) e Polônia (700 mg/kg) apresentaram média das amostras mais baixas do que as comumente encontradas na literatura (Kalaycioglu *et al.* 2017; Grembeka & Szefer 2013).

Dentre os estudados no Brasil, houve pouca variação entre as amostras da Região Sul (5051 mg/kg), São Paulo (5200 mg/kg), Paraíba (5918 mg/kg), Bahia (4757 mg/kg) e, em estudo reali-

zado com pólen de vários estados (4919 mg/kg), apenas o pólen de coqueiro coletado na Bahia apresentou conteúdo maior (8111 mg/kg); mesmo assim, todas se apresentaram dentro da faixa encontrada na literatura (Carpes *et al.* 2009; De Melo *et al.* 2016; Silva *et al.* 2014; Morgano *et al.* 2012).

Cálcio (Ca)

O cálcio é o 5º dos elementos mais abundantes da crosta terrestre e é também o mais abundante no corpo humano, além de estar envolvido em uma grande quantidade de aspectos da vida, como contração muscular, ativação enzimática, diferenciação celular, resposta imune, morte celular programada e atividade neuronal (Pu *et al.* 2016; Zhou *et al.* 2013). Nas plantas, possui um papel fundamental na especificidade das vias de sinalização, pois desempenha diferentes funções nos tecidos vegetais, notadamente na proteção das membranas e paredes celulares e na sinalização de resposta às condições de estresse biótico ou abióticos (Lenzone *et al.* 2018; Yamamoto *et al.* 2011).

De acordo com a literatura, o Ca está entre os três minerais com maior conteúdo em pólen apícola. Grembeka & Szefer (2013) obtiveram em seus resultados o cálcio como mineral mais encontrado em pólen na Polônia (950 mg/kg) e essa concentração é semelhante a de estudos com amostras da Romênia (1632 mg/kg), Turquia (1435 mg/kg) e Colômbia (1717 mg/kg). Arábia Saudita (4282 mg/kg) e China (2068 mg/kg) mostraram teores mais elevados, enquanto Sérvia (550 mg/kg) encontrou quantidade menor em relação aos outros (Stanciu *et al.* 2012; Kalaycioglu *et al.* 2017; Fuenmayor *et al.* 2014; Taha 2015; Yang *et al.* 2013; Kostic *et al.* 2017).

Em algumas regiões do Brasil, esses resultados são semelhantes, amostras de pólen da Bahia (2354 mg/kg) e da Paraíba (2644 mg/kg) mostraram um conteúdo maior desse mineral em relação a São Paulo (1475 mg/kg) e estados da Região Sul (996 mg/kg) (Silva *et al.* 2014; De Melo *et al.* 2016; Carpes *et al.* 2009). Amostras de pólen de dendê apresentaram uma concentração de Ca inferior ao relatado na literatura (84 mg/kg), no entanto, a quantidade de Mg foi muito maior do que se tem relatada. Essa relação Ca:Mg pode estar ligada a propriedades químicas muito similares, como o grau de valência e a mobilidade, fazendo com que haja competição pelos sítios de adsorção no solo e na absorção pelas raízes (Salvador *et al.* 2011).

Magnésio (Mg)

Em torno de 60% ou 25 g de Mg estão localizados no osso adulto, no qual ele desempenha um papel central no desenvolvimento esquelético, além de ser essencial para a estabilização conformacional de macromoléculas, manutenção de atividades enzimáticas, e também servir como um regulador do equilíbrio catiônico-aniônico nas células e como um turgor de células reguladoras de íons osmoticamente ativo junto com K. O Mg é particularmente importante para as plantas, com cerca de 75% de Mg de folhas envolvidas na síntese de proteínas e 15-20% de Mg total associada a pigmentos de clorofila, atuando principalmente como um cofator de uma série de enzimas envolvidas na fixação e metabolismo fotossintético do carbono (Guo *et al.* 2016). De acordo com Campos *et al.* (2008), o Mg destaca-se como um dos quatro bioelementos de maior conteúdo em pólen apícola (200 – 3000 mg/kg). Estudos conduzidos com pólen de diversas localidades geográficas como, Polônia (774 mg/kg), Turquia (787 mg/kg), Sérvia (940 mg/kg), Romênia (958 mg/kg), Colômbia (1029 mg/kg), China (1449 mg/kg) reportaram valores nessa faixa (Grembeka & Szefer 2013; Kalaycioglu *et al.* 2017; Kostic *et al.* 2017; Stanciu *et al.* 2012; Fuenmayor *et al.* 2014; Yang *et al.* 2013). Taha (2015), estudando pólen apícola monofloral na Arábia Saudita, observou uma quantidade do mineral maior (3636 mg/kg) do que nos outros países, o que pode ser atribuído às características do solo, clima, origem botânica, entre outros fatores (Yang *et al.* 2013).

No Brasil, observa-se que a maioria das amostras estudadas apresenta um conteúdo similar aos outros países e dentro da faixa reportada na literatura. De-Melo *et al.* (2016) relataram o teor de Mg em torno de 775 mg/kg para amostras paulistas de pólen apícola, resultados similares aos de Carpes *et al.* (2009) que estudaram pólen polifloral na região Sul do país (740 mg/kg) e Morgano *et al.* (2012) com amostras de pólen em diferentes regiões do Brasil (1114 mg/kg). Na região Nordeste, Silva *et al.* (2014) descreveram teor de minerais em amostras obtidas em dois anos 2009 e 2011 e observou uma variação de mais de 100% em relação aos dois anos (2166 e 975mg/kg respectivamente). Ainda no Nordeste, amostras de pólen monofloral de coqueiro coletadas na Bahia apresentaram conteúdo dentro da faixa relatada na literatura (746 mg/kg), no entanto, amostras de Dendê, também coletadas na Bahia, apresentaram um teor de Mg maior do que o reportado (11.595 mg/kg), como já descrito. Isso pode ter ocorrido devido à competição com o Cálcio pelos sítios de adsorção no solo e na absorção pelas raízes.

Sódio (Na)

O sódio desempenha funções importantes no organismo humano juntamente com o potássio por meio da bomba sódio/potássio ATPase, envolvida nos aumentos significativos do potencial osmótico das células, podendo estimular o transporte de aminoácidos e a absorção de glicose e água (Schöler & Krause 2017). É fundamental no controle da osmoticidade, além de participar na geração da atividade elétrica em diferentes tecidos excitáveis (Delattre 2007). Por ser um bioelemento determinante no volume extracelular, está envolvido no processo de regulação da pressão arterial, de forma que o aumento de sódio na dieta acarreta uma elevação da mesma (Farquhar *et al.* 2015). Os mecanismos subjacentes não são completamente compreendidos, mas podem envolver alterações na função renal, volume de fluido, hormônios reguladores de fluidos, vasculatura, função cardíaca e sistema nervoso autônomo (Oh *et al.* 2017).

Para as plantas é considerado um elemento benéfico: baixos níveis de Na são essenciais, em contraste, altas concentrações citosólicas de Na são tóxicas para as plantas. Devido às suas semelhanças químicas, algumas funções desempenhadas pelo potássio podem ser realizadas pelo sódio, como ajuste osmótico, regulação de potencial de membrana, crescimento celular, atividade enzimática e síntese proteica. No entanto, o papel principal de Na é considerado regulação da pressão do turgor e expansão celular (Adams & Shin 2014). Os principais efeitos da salinidade em plantas são: efeito osmótico, que leva a um déficit hídrico devido a altas concentrações de solutos presentes no solo, e estresse de íons específicos, levando à deficiência de K, devido à alteração da razão K/Na (Keisham *et al.* 2018).

O sódio apresenta um conteúdo muito variado em amostras de pólen apícola, sendo que, em algumas amostras, esse mineral é predominante e, em outras, não são encontrados teores quantificáveis. Em análise realizada na Arábia Saudita e Turquia, observou-se o Na como o elemento de maior teor (7023 e 5772 mg/kg, respectivamente), já na Romênia não foram reportadas quantidades significativas do mineral (Taha 2015; Kalaycioglu *et al.* 2017; Stanciu *et al.* 2012). Quantidades intermediárias foram descritas em pesquisas na Sérvia (20 mg/kg), Polônia (58 mg/kg), Colômbia (99 mg/kg) e China (483 mg/kg) (Kostic *et al.* 2017; Grembeka & Szefer 2013; Fuenmayor *et al.* 2014; Yang *et al.* 2013).

Nos estudos realizados com pólen apícola coletados no Brasil, observa-se uma menor va-

riação entre os resultados. Na região Sul e Sudeste do país, encontrou-se um conteúdo de sódio em torno de 199 e 38 mg/kg respectivamente (De-Melo *et al.* 2016; Carpes *et al.* 2009). Na Bahia, amostras de coqueiro e dendê apresentam cerca de 170 e 104 mg/kg, e estudo realizado por Morgano *et al.* (2012) em vários lugares do país descreve cerca de 34 mg/kg de sódio em amostras de pólen apícola. Apenas o pólen coletado no estado da Paraíba ficou fora dessa faixa, não sendo encontradas quantidades apreciáveis do mineral (Silva *et al.* 2014).

Ferro (Fe)

O Ferro (Fe) é essencial para a sobrevivência da planta, uma vez que está envolvido em processos como respiração e fotossíntese. Em plantas superiores, 80% do Fe celular em folhas verdes está localizado nos cloroplastos, que são essenciais para a fotossíntese (Zhang *et al.* 2017). Fe existe em grande parte como complexos férricos pouco solúveis sob condições aeróbicas. Assim, em solos com pH elevado (solos calcários), a absorção de Fe e outros metais (por exemplo, Zn e Mn) é dificultada e a espécie vegetal pode apresentar baixo conteúdo desse mineral, podendo ter o crescimento e o metabolismo significativamente prejudicados (Bashir *et al.* 2017).

No corpo humano, o ferro ocorre na forma de compostos inorgânicos (óxidos, sais) e orgânicos (proteínas contendo ferro, complexos orgânicos de baixo teor molecular). O ferro está presente no corpo em formas oxidada e reduzida, ou, respectivamente, trivalente e divalente. Na concentração fisiológica do oxigênio, o ferro trivalente é mais estável e forma complexos com proteínas que atuam como formas de transporte (transferrina) e reserva (ferritina) do metal no corpo humano. O ferro reduzido desempenha um papel importante no metabolismo porque é um substrato para transportadores transmembranares, participa na síntese da heme e interage com a ferritina (Milton *et al.* 2016). Por ter participação na formação da heme, grupo responsável por carrear oxigênio no interior da hemoglobina na forma hemoproteica, é fundamental na oxigenação celular; além de atuar em outros processos como na síntese do ácido desoxirribonucleico e como transportador de elétrons na cadeia respiratória mitocondrial, sendo sua deficiência responsável por um significativo prejuízo ao organismo (Grotto 2010).

O ferro apresenta teor pouco variável entre as amostras e uma faixa que vai desde 11 a 170 mg/kg, com exceção de um estudo com amostras

da Arábia Saudita, que apresentou um conteúdo acima do relatado (427 mg/kg), é comum que seja observada a presença do mineral na faixa frequente, como por exemplo, o estudo com pólen apícola monofloral realizado por Yang *et al.* 2013, na China, no qual foi possível observar a presença de 119 mg/kg do mineral, resultado semelhante aos obtidos na Romênia (73 mg/kg), Turquia (83 mg/kg), Colômbia (70 mg/kg) e Servia (42 mg/kg) (Stanciu *et al.* 2012; Kalaycioglu *et al.* 2017; Fuenmayor *et al.* 2014; Kostic *et al.* 2017).

Da mesma forma que em outros países, no Brasil também se observa certa frequência no conteúdo de Ferro nas amostras de pólen analisadas. Morgano *et al.* (2012) relataram um conteúdo médio de 60 mg/kg em amostras de pólen de diversas regiões do Brasil. Corroborando com esses dados, Carpes *et al.* (2009), estudando pólen apícola em três estados da região Sul do país, encontraram um teor de 73 mg/kg, enquanto Silva *et al.* (2014), trabalhando com amostras da Bahia, região Nordeste do país, observaram um teor médio de 24 mg/kg, assim como amostras de pólen apícola de dendê e coqueiro, também coletadas na Bahia, apresentaram um conteúdo similar, 25 e 29 mg/kg, respectivamente.

Zinco (Zn)

O zinco é essencial para a saúde humana porque serve como cofator para mais de 300 enzimas e 2000 fatores de transcrição, proporciona estabilidade estrutural às membranas celulares e regula a expressão gênica. Destaca-se, ainda, por contribuir para o bom funcionamento do sistema de defesa antioxidante, no qual atua protegendo as células contra o dano oxidativo através da inibição da enzima nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato oxidase (NADPH-Oxidase), uma enzima pro-oxidante e indução da síntese da metalotioneína que está envolvida na redução dos radicais hidroxílicos (OH) e no sequestro das espécies reativas de oxigênio produzidas sob condições de estresse (Marreiro *et al.* 2017; Ranasinghe *et al.* 2015). Estudos demonstram que o zinco está envolvido na fosforilação dos receptores de insulina e na regulação da sinalização por tirosina-fosfatase. A deficiência de zinco pode levar a um aumento de glicose circulante devido a mau funcionamento de células beta e resistência à insulina, o que torna mais fácil para diabetes mellitus tipo 2 (DM2) acontecer (Carvalho *et al.* 2017).

A deficiência de zinco é conhecida por afetar 1/3 da população mundial, um fator importante que contribui para 1,4% das mortes em todo

o mundo, e está associada a muitas doenças, incluindo síndrome de má absorção, doença hepática crônica, doença renal crônica, doença celular falciforme e diabetes (Ranasinghe *et al.* 2015).

O zinco pertence aos elementos minerais que são essenciais para todos os tipos de plantas. Incorporando-se nas enzimas associadas à síntese de proteínas e aos processos energéticos, é necessário para manter a integridade das biomembranas e também desempenha um papel importante no desenvolvimento de sementes e órgãos generativos. Entre os fatores que alteram a biodisponibilidade do zinco nas plantas podemos citar o pH do solo, quantidade de componente argiloso, a proporção de componentes orgânicos, umidade de solo e concentração de outros elementos (Sturikova *et al.* 2018).

O Zinco é o mineral com menor variabilidade de conteúdo entre os estudados. Campos *et al.* (2009) apresentam uma faixa de 30 a 250 mg/kg de pólen apícola para esse mineral, e dentre os trabalhos pesquisados todos apresentam um conteúdo médio dentro desse intervalo. Estudos conduzidos na Romênia (35 mg/kg), Arábia Saudita (36 mg/kg), Turquia (36 mg/kg), Sérvia (49 mg/kg), China (45 mg/kg) e Colômbia (47 mg/kg), demonstram a similaridade (Stanciu *et al.* 2012; Taha 2015; Kalaycioglu *et al.* 2017; Kostic *et al.* 2017; Yang *et al.* 2013; Fuenmayor *et al.* 2014;). No Brasil, não é diferente, amostras da região Sudeste (105 mg/kg), Sul (50 mg/kg) e Nordeste (53 mg/kg), além de um trabalho realizado por Morgano *et al.* (2012) que estudou pólen apícola de diversas regiões do país obtendo uma média de 46 mg/kg de amostra, se encontram na faixa e com conteúdo similar mesmo quando coletadas em diferentes regiões, climas e solos (De-Melo *et al.* 2016; Carpes *et al.* 2009; Silva *et al.* 2014).

Outros minerais

O manganês (Mn) é um elemento essencial mantido em um nível ótimo no corpo humano para o bom funcionamento do cérebro, também desempenha um papel significativo no metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas e atua como cofator de várias enzimas antioxidantes como superóxido dismutase e glutamina sintetase (Tarale *et al.* 2016).

Nos cloroplastos, Mn está no centro do complexo evolutivo de oxigênio do fotossistema II e é responsável por transformar a água em oxigênio molecular e elétrons para reabastecer os doados à cadeia de transporte de elétrons. Nas mitocôndrias, é o cofator da superóxido dismu-

tase que desintoxica o superóxido. Como outros micronutrientes, o Mn é absorvido por raízes e distribuído ao longo da planta para chegar às organelas (plastídios e mitocôndrias) e locais de armazenamento (vacúolo) (Salomé 2017). Além disso, contribui para a ativação de diversas reações enzimáticas como carboxilação, metabolismo de carboidratos, ciclo do ácido cítrico e produção de clorofila. Verificou-se que as respostas das plantas a diferentes níveis de Mn disponível no solo e na solução de nutrientes são variáveis entre espécies (Nazari *et al.* 2017).

O selênio (Se) é um componente essencial das selenoproteínas desempenhando um papel importante em muitas funções biológicas no corpo humano, como defesa antioxidante, formação de hormônios tireoidianos, síntese de DNA, fertilidade e reprodução. Pode ser convertido no organismo em vários metabolitos, como o metilselenol que desempenha um papel na prevenção do câncer. Também atua, além da vitamina E, na função muscular, melhorando a resistência, recuperação e retardando o processo de envelhecimento (Mehdi *et al.* 2013).

As plantas captam e metabolizam Se através da via de assimilação de enxofre (S) (Quinn *et al.* 2011). Não existe nenhuma função essencial conhecida em plantas superiores. No entanto, o Se tem sido relatado como um provável elemento benéfico para muitas espécies de plantas, atuando no crescimento e em mecanismos de resistência (Pilon-smits *et al.* 2009).

Conclusão

As análises realizadas para determinação do conteúdo de minerais em pólen apícola de coqueiro e dendê usando digestão assistida por micro-ondas em sistema fechado e quantificação por espectrometria de absorção atômica sequencial com atomização em chama (FAAS) mostrou boa precisão e robustez, permitindo determinação de micro e macro elementos no pólen apícola. Variações entre os conteúdos de minerais entre as amostras coletadas em diferentes apiários são observadas, como já reportado, em outras literaturas. K, Mg e Ca foram os principais minerais encontrados na composição do pólen apícola.

A determinação do conteúdo mineral em pólen apícola juntamente com as análises físico-químicas são parâmetros que demonstram a qualidade das amostras, agregando valor ao produto. Por ser considerado alimento, é importante que seja realizada a quantificação dos

bioelementos no pólen apícola, enquadrando-o de acordo com a ingestão diária recomendada como um alimento de fonte ou alto conteúdo de cada mineral. Pesquisas em vários lugares do mundo comprovam que a variedade do conteúdo dos oligoelementos em diferentes amostras pode estar relacionada a fatores como variedades de flores, a partir das quais o pólen de abelha foi coletado, condições climáticas, geografia, condições ambientais, composição genética das espécies vegetais, procedimentos agrícolas (fertilização e pulverização agrícola) e processos apícolas.

O Nordeste brasileiro mostra-se promissor para a produção de pólen de abelhas, pois amostras dessa região apresentaram quantidades significativas de minerais além de produção constante ao longo do ano. Em termos de valores médios, as amostras de pólen apícola estudadas podem ser considerados fonte de alto conteúdo de Mg, Mn, Se, Cu e Zn e fonte de Ca e Fe. A alta relação K/Na pode tornar valioso produto para dietas com equilíbrio eletrolítico definido; e a presença de Se, Cu e Zn faz dele uma fonte potencial de minerais antioxidantes para a dieta humana.

A nutrição das espécies vegetais impacta não só no crescimento das mesmas, mas também na maioria dos outros organismos vivos, uma vez que são a base de muitas cadeias alimentares. Animais e humanos necessitam de todos os minerais discutidos e sua abundância e distribuição nas plantas afetam os componentes da dieta.

Agradecimentos

Este projeto foi financiado pelo CNPq-Renorbio-Pindorama (Processo número 407659/2013-7 e 407717/2013-7) e FACEPE-PRONEM (Processo número 0741.1.06/14).

Referências

- Adams E, Shin R. 2014. Transport, signaling, and homeostasis of potassium and sodium in plants. *Journal of Integrative Plant Biology* 56: 231 – 249.
- Altunatmaz SS, Tarhan D, Aksu F, Barutçu UB, Or ME. 2017. Mineral element and heavy metal (cadmium, lead and arsenic) levels of bee pollen in Turkey. *Food Science and Technology* 37: doi: 10.1590/1678-457x.36016.
- Ares AM, Valverde S, Bernal JL, Nozal MJ, Bernal J. 2017. Extraction and determination of bioactive compounds from bee pollen. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 147: 110-124.

- Arruda JC, Silva JC, Sander NL. 2014. Conhecimento e uso do babaçu (*Attalea speciosa* Mart.) Por quilombolas em Mato Grosso. *Fragmentos de cultura* 24: 239-252.
- Arruda VASA, Pereira AAS, Freitas AS, Barth OMB, Almeida-Muradian LB. 2013. Dried bee pollen: B complex vitamins, physicochemical and botanical composition. *Journal of Food Composition and Analysis* 29: 100-105.
- Barth OM. 2004. Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, própolis and pollen loads of bees. *Scientia Agricola* 61: 342-350.
- Bashir K, Nozoye T, Nagasaka S, *et al.* 2017. Paralogs and mutants show that one DMA synthase functions in iron homeostasis in rice. *Journal of Experimental Botany* 68: 1785-1795.
- Bogdanov S. 2016. *The Pollen Book*, Chapter 1. Bee Product Science. Disponível em <www.bee-hexagon.net>.
- Brasil. 2012. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. A diretoria colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária aprova o Regulamento sobre Informação Nutricional Complementar. *Diário Oficial da União*, n. 219, Brasília, 13 nov. 2012, Seção 1, p.122.
- Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa - Mapa; Instrução Normativa Nº 3, de 19/01/2001, *Diário Oficial da União* 23/01/2001.
- Büttow MV, Barbieri RL, Neitzke RS, Heinden G. 2009. Conhecimento tradicional associado ao uso de butiás (*Butia* spp., Arecaceae) no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 31: 1069-1075.
- Campos MGR, Bogdanov S, Almeida-Muradian LB, *et al.* 2008. Pollen composition and standardisation of analytical methods. *Journal of Apicultural Research and Bee World* 47: 156-163.
- Carpes ST, Cabral ISR, Luz CFP, Capeletti JP, Alencar SM, Masson ML. 2009. Palynological and physicochemical characterization of *Apis mellifera* L. bee pollen in the Southern region of Brazil. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 7: 667-673.
- Carvalho GB, Brandão-Lima PN, Maia CSC, Barbosa KBF, Pires LV. 2017. Zinc's role in the glycemic control of patients with type 2 diabetes: a systematic review. *Biometals* 30: 151-162.
- Conti I, Medrzycki P, Argenti C, *et al.* 2016. Sugar and protein content in different monofloral pollens - building a database. *Bulletin of Insectology* 2: 318 - 320.
- Delattre E. 2007. Fundamentos de eletrofisiologia: potenciais de membrana. *Revista da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto* 40: 378 - 393.
- De-Melo AAM, Estevinho MLMF, Sattler JAG, *et al.* 2016. Effect of processing conditions on characteristics of dehydrated bee-pollen and correlation between quality parameters. *LWT - Food Science and Technology* 65: 808-815.
- Denisow B, Denisow-Pietrzyk M. 2016. Biological and therapeutic properties of bee pollen: A review. *Journal Science of Food Agriculture* 96: 4303-4309.
- Dórea MC, Novais JS, Santos FAR. 2010. Botanical profile of bee pollen from the southern coastal region of Bahia, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 24: 862-867.
- Dorneles LL, Zillikens A, Steiner J, Padilhas MTS. 2013. Polinização de *Euterpe edulis* (Arecaceae) por abelhas em sistema agro-florestal na Ilha de Santa Catarina. *Iheringia, Sér. Bot., Porto Alegre* 68: 47-57.
- Farquhar WB, Edwards DG, Jurkowitz CT, Weintraub WS. 2015. Dietary Sodium and Health, more Than Just Blood Pressure. *Journal of the American College of Cardiology* 65: 1042 - 1050.
- Feás X, Vázquez-Tato MP, Estevinho L, Seijas JA, Iglesias A. 2012. Organic Bee Pollen: Botanical Origin, Nutritional Value, Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Microbiological Quality. *Molecules* 17: 8359-8377.
- Freire KRL, Lins ACS, Dórea MC, Santos FAR, Camara CA, Silva TMS. 2012. Palynological Origin, Phenolic Content, and Antioxidant Properties of Honeybee-Collected Pollen from Bahia, Brazil. *Molecules* 17: 1652-1664.
- Fuenmayor C, Zuluaga C, Díaz C, Quixazán MC, Cosio M, Mannino, S. 2014. Evaluation of the physicochemical and functional properties of Colombian bee pollen. *Revista MVZ Córdoba* 19: 4003 - 4014.
- Gottsberger IS, Vanin SA, Gottosberger G. 2013. Interactions of the Cerrado palms *Butia paraguayensis* and *Syagrus petraea* with parasitic and pollinating insects. *Sociobiology* 60: 306-316.
- Grembecka M, Szefer P. 2013. Evaluation of honeys and bee products quality based on their mineral composition using multivariate techniques. *Environmental Monitoring and Assessment* 185: 4033 - 4047.
- Grotto HZW. 2010. Fisiologia e Metabolismo do Ferro. *Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia* 32: 8-17.
- Guo W, Nazim H, Liang Z, Yang D. 2016. Magnesium deficiency in plants: An urgent problem *The Crop Journal* 4: 83 - 91.
- Kalaycioglu Z, Kaygusuz H, Doker S, Kolayli S, Erim F. 2017. Characterization of Turkish honeybee pollens by principal component analysis based on their individual organic acids, sugars, minerals, and antioxidant activities. *LWT - Food Science and Technology* 84: 402 - 408.
- Keisham M, Mukherjee S, Bhatla SC. 2018. Mechanisms of Sodium Transport in Plants—Progresses and Challenges. *International Journal of Molecular Sciences* 19: 1 - 22.
- Komosinska-Vassev K, Olczyk P, Kazmierczak J, Mencner L, Olczyk K. 2015. Bee pollen: Chemical composition and therapeutic application. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2015: 1-7.
- Kostic AŽ, Pesic MB, Mosic MD, Dojcinovic BP, Natic MM, Trifkovic JD. 2015. Mineral content of bee pollen from Serbia. *Arhiv Za Higijenu Rada I Toksikologiju* 66: 251-258.

- Kostic AZ, Kaluderovic LM, Dojcinovic BP, Barac MB, Babic VB, Macukanovic-Jocice MP. 2017. Preliminary investigation of mineral content of pollen collected from different Serbian maize hybrids – is there any potential nutritional value? *Journal of the Science of Food and Agriculture* 97: 2803–2809.
- Lenzoni G, Liu J, Knight MR. 2018. Predicting plant immunity gene expression by identifying the decoding mechanism of calcium signatures. *New Phytologist* 217: 1598 – 1609.
- Marreiro DM, Cruz KJC, Morais JBS, Beserra JB, Severo JS, Oliveira ARS. 2017. Zinc and Oxidative Stress: Current Mechanisms. *Antioxidants* 6: 1-9.
- Mehdi Y, Hornick J, Iatasse L, Dufrasne I. 2013. Selenium in the environment, metabolism and involvement in body functions. *Molecules* 18: 3292-3311.
- Milto IV, Suhodolo IV, Prokopieva VD, Klimenteva TK. 2016. Molecular and Cellular Bases of Iron Metabolism in Humans. *Biochemistry* 81: 549-564.
- Modro AFH, Marchini LC, Moreti ACCC. 2011. Origem botânica de cargas de pólen de colmeias de abelhas africanizadas em Piracicaba, SP. *Ciência Rural* 41: 1944-1951.
- Morgano MA, Matins MCT, Rabonato LC, Milani RF, Yotsuyanagia K, Rodriguez-Amayac DB. 2012. A Comprehensive Investigation of the Mineral Composition of Brazilian Bee Pollen: Geographic and Seasonal Variations and Contribution to Human Diet. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 23: 727 – 736.
- Nazari M, Zarinkamar F, Niknam V. 2017. Changes in primary and secondary metabolites of *Mentha aquatica* L. exposed to different concentrations of manganese. *Environmental Science and Pollution Research* 24: 1-14.
- Neto FLP, Neto RMA. 2006. Apicultura nordestina: principais mercados, riscos e oportunidades. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2006.
- Novais JS, Lima LCL, Santos FAR. 2009. Botanical affinity of pollen harvested by *Apis*. *Grana* 48(3): 224-234.
- Oh SW, Koo HS, Han KH, Han SY, Chin HJ. 2017. Associations of sodium intake with obesity, metabolic disorder, and albuminuria according to age. *Plos One* 12: 1 – 17.
- Paradowska K, Zielinska A, Kuras M, Wawaer I. 2017 The composition of bee pollen color fractions evaluated by solid-state ^1H and ^{13}C NMR: their macroelement content and antioxidant properties. *Journal of Apicultural Research* 56: 523-532.
- Pilon-Smits EAH, Quinn CF, Tapken W, Malagoli M, Schiavon M. 2009. Physiological functions of beneficial elements. *Current Opinion in Plant Biology* 12: 267–274.
- Pu F, Chen B N, Xueas S. 2016. Calcium intake, calcium homeostasis and health. *Food Science and Human Wellness* 5: 8–16.
- Quinn CF, Prins CN, Freeman JL, *et al.* 2011. Selenium accumulation in flowers and its effects on pollination. *New Phytologist* 192: 727 – 737.
- Ranasinghe P, Wathurapatha WS, Ishara MH, *et al.* 2015. Effects of Zinc supplementation on serum lipids: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition & Metabolism* 12: 1-16.
- Ribeiro ACC, Silva-Neto CM, Gonçalves BB, Mesquita-Neto JN, Melo APC, Buzin EJWK. 2015. Economic value of bee pollination in crop production in the state of Goiás. *Enciclopédia Biosfera* 11: 3592-3603.
- Russell AL, Golden RE, Leonard AS, Papaj DR. 2016. Bees learn preferences for plant species that offer only pollen as a reward. *Behavioral Ecology* 27: 731 –740.
- Salomé PA. 2017. Manganese Is a Plant's Best Friend: Intracellular Mn Transport by the Transporter NRAMP2. *The Plant Cell* 29: 2953–2954.
- Santos FAR. 2011. Identificação botânica do pólen apícola. *Seminário Brasileiro de Própolis e Pólen*.
- Salvador JT, Carvalho TC, Lucchesi LAC. 2011. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais* 9: 27-32.
- Scholer CM, Krause M. 2017. Glutamine metabolism and Physical Exercise: General aspects and perspectives. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento* 25: 166-175.
- Silva TMS, Camara CA, Lins ACS, *et al.* 2009. Chemical composition, botanical evaluation and screening of radical scavenging activity of collected pollen by the stingless bees *Melipona rufiventris* (uruçu amarela). *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 81: 173-178.
- Silva GR, Natividade TB, Camara CA, Silva SEM, Santos FAR, Silva TMS. 2014. Identification of Sugar, Amino Acids and Minerals from the Pollen of Jandaíra Stingless Bees (*Melipona subnitida*). *Food and Nutrition Sciences* 5: 1015-1021.
- Stanciu OG, Marghitas LA, Dezmirean D, Campos MG. 2012. Specific distribution of minerals in selected unifloral bee pollen. *Food Science and Technology Letters* 3: 27-31.
- Sturikova H, Krystofova O, Huskaa D, Adam V. 2018. Zinc, zinc nanoparticles and plants. *Journal of Hazardous Materials* 349: 101–110.
- Sudre KJF, Santos AMCM, Moreira LRMO. 2014. Avaliar a composição química do mesocarpo de babaçu (*Orbignya oleifera*) *in natura* no município Raposa-MA. *Eclética Química* 39: 216-226.
- Taha EA. 2015. Chemical composition and amounts of mineral elements in honeybee-collected pollen in relation to botanical origin. *Journal of Apicultural Science* 59: 75-81.
- Tarale P, Chakrabarti T, Sivanesan S, Naoghare P, Bafana A, Krishnamurthi K. 2016. Potential Role of Epigenetic Mechanism in Manganese Induced Neurotoxicity. *BioMed Research International* 2016: 1 – 18.
- Ulusoy E, Kolayli S. 2013. Phenolic Composition and Antioxidant Properties of Anzer Bee Pollen. *Journal of Food Biochemistry* 38: 73-82.

Yamamoto ELM, Ferreira RMA, Fernandes PLO, Albuquerque LB, Alves EO. 2011. Função do cálcio na degradação da parede celular vegetal de frutos. *Revista Verde* 6: 49 – 55.

Yang K, Wu D, Ye X, Liu D, Chen J, Sun P. 2013. Characterization of chemical composition of bee pollen in China. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61: 708-18.

Zhang XY, Zhang X, Zhang Q, *et al.* 2017. Zea mays Fe deficiency-related 4 (ZmFDR4) functions as an iron transporter in the plastids of monocots. *The Plant Journal* 90: 147 – 163.

Zhou Y, Xue S, Yang J.J. 2013. Calciomics: integrative studies of Ca²⁺- binding proteins and their interactomes in biological systems. *Metallomics* 5: 29-42.

Análise da viabilidade produtiva e econômica de quatro espécies de palmeiras para produção de pólen apícola monofloral no Nordeste brasileiro

Ronaldo Fernandes Pereira
& Edilson Divino de Araujo

O pólen apícola é uma matéria prima promissora para o mercado de alimentos naturais e fármacos por possuir aplicação em tratamentos respiratórios, sistemas imunológico, alimentação etc. Entretanto para que o pólen apícola seja promissor para indústria e mercado consumidor a sua exploração deve ser viável tanto economicamente como produtiva, de maneira a suprir o mercado consumidor o ano todo. Esse estudo analisou a viabilidade econômica e produtiva de quatro espécies de palmeiras - Coco (*Cocos nucifera*), Dendê (*Elaeis guineensis*), Piaçava (*Attalea funifera*) e Ouricuri (*Syagrus coronata*) - na produção de pólen apícola monofloral, coletado por *Apis mellifera*. No contexto produtivo todas as espécies analisadas apresentaram dominância monofloral acima de 80% caracterizando homogeneidade polínica demonstrando a preferência das abelhas africanizadas por essa fonte de pólen no período de sua florada. O coco apresentou o maior período de produção com 300 dias/ano e o Ouricuri, o menor com 80 dias/ano. A maior média produtiva foi registrada para Piaçava com 156,80 g/colmeia/dia. Com exceção de *S. coronata*, as demais palmeiras apresentaram viabilidade econômica, com base nos custos e preços de produção apurados nesse estudo, registrando índices de lucratividade anual superiores a 40%.

Introdução

As florestas tropicais contêm cerca de 70% das espécies vegetais do planeta e dessas menos de 10% são utilizadas pelo homem em escala comercial (Guimarães & Silva 2012). O conhecimento etnobotânico já demonstrou que a nossa diversidade florística tem potencialidades nas diversas áreas importantes para humanidade destacando a médicas, nutricional, energética, construção entre outras. Porém ainda se têm priorizado as práticas destrutivas das florestas e o manejo não sustentável.

Na verdade hoje estamos em um ritmo acelerado de destruição de nossas florestas que possivelmente não conseguiremos avançar no conhecimento dessa biodiversidade que poderia solucionar problemas econômicos e sociais. O avanço da monocultura florestal e da agropecuária ainda são os principais fatores de redução dos ecossistemas florestais, pois ainda vivemos no mundo que não entende o valor da biodiversidade.

As palmeiras são os melhores exemplos de uma utilização múltipla e racional tendo como exemplo o coco (*Cocos nucifera* L.), o dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) e a piaçava (*Attalea funifera* Mart.).

O Brasil é um dos países com o maior número de espécies de palmeiras em estado nativo (*in situ*) com aproximadamente 300 espécies, considerando variedades e híbridos naturais (Lorenzi *et al.* 2010, apud Guimarães & Silva 2012). Das palmeiras tropicais, podem-se utilizar tudo desde as folhas ao fruto, e a transformação desse material produz uma econômica capaz de sustentar populações tradicionais e empresas multinacionais.

O resultado dessa utilização são óleos comestíveis, combustível como o biodiesel, fibras, carvão, bebidas, cosméticos, alimentos entre outros de maneira que a exploração não madeireira das palmeiras é mais rentável economicamente e socialmente que a sua destruição. No Brasil, a exploração das palmeiras ainda está em escala inicial e ainda é em sua maioria extrativista, entretanto o potencial das palmeiras já vem sendo demonstrado muito tempo, faltando, na verdade, incentivo governamental em tornar essas atividades uma fonte econômica viável como outras culturas.

Nordeste brasileiro, a exploração da carnaubeira (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore) é fundamental na manutenção de muitas comunidades do Piauí, Ceará e Maranhão, onde o processamento do pó é transformado em cera é um

produto bastante apreciado por variados setores da indústria e as exportações de cera da carnaúba tem se mostrado sempre crescentes onde o Estado do Piauí é um dos grandes exportadores.

Outra espécie nativa de grande valor comercial no nordeste em especial na Bahia, Sergipe e Alagoas é a piaçava (*Attalea funifera*) que tem na utilização de suas fibras o seu maior potencial econômico. Segundo o IBGE, em 2008 a produção brasileira de piaçava chegou a 78.167 toneladas, sendo a Bahia responsável por que 87% dessa produção. Além da exploração desses produtos conhecidos, as palmeiras tropicais vêm surgindo como uma importante fonte produtora de pólen apícola.

O pólen apícola é diferente do pólen floral por conter além dos grãos de pólen das flores, enzimas, néctar e saliva das abelhas e, por conseguinte, possuir características bioquímicas diferenciadas do pólen floral. As abelhas acumulam os grãos de pólen nas corbículas, mantendo-os agregados pela adição de néctar e, em seguida, são transferidos para a colmeia, que são utilizadas como fonte essencial de proteína ao enxame.

Embora todas as abelhas colem pólen das flores, os coletados por *Apis mellifera* L. são mais o foco para uma escala comercial. Essa atividade vem sendo desenvolvida com mais intensidade a partir dos anos 1980, mas somente nas últimas décadas devido seus princípios bioativos, atividade enzimáticas, fonte de proteínas, vitaminas, aminoácidos além de ser promissor nas ações preventivas a diversos tipos de câncer ele ganhou mais destaque no Brasil tanto na parte comercial como em estudos biotecnológicos (Wang *et al.* 2013; Feas *et al.* 2012; Almeida-Muradian 2005).

A composição química e funcional do pólen está relacionada diretamente a origem botânica vegetal (Nogueira *et al.* 2012; Almeida-Muradian 2005; Qian *et al.* 2008) dessa forma existe uma diferença entre os tipos de pólen apícola conforme a sua fonte vegetal.

Estudos já comprovam que o coco (*Cocos nucifera*) é uma das principais fontes de produção do pólen apícola (Barreto *et al.* 2006) especialmente em Sergipe e na própria Bahia. Porém, aparentemente, todas as palmeiras apresentam a mesma potencialidade devido ao potencial de sua inflorescência contendo um grande número de flores.

Dessa forma, para que seja explorada de forma sustentável, toda matéria prima *in natura* tem que ser viável no contexto produtivo e ain-

da oferte retorno econômico compatível com os custos de sua exploração e comercialização caso contrário, não haverá interesse de investidores e o produto ou mecanismo não se viabiliza. Diante disso é fundamental o aumento de estudos no sentido de interrelacionar o comportamento ecológico das palmeiras, em especial o seu ciclo fenológico com sua potencialidade econômica. O cruzamento dessas informações é que pode levar a utilização racional e sustentável das palmeiras tropicais, mesmo em seu estado nativo.

Aqui se apresenta o estudo de viabilidade produtiva e econômica de quatro espécies de palmeiras com fins de produção do pólen apícola no Nordeste brasileiro, mostrando que possível desenvolver uma atividade planejada e sustentada com plantios comerciais em forma de manejo ou nativos.

Área de estudo

O Nordeste brasileiro é uma região rica em diversidade de ecossistemas, sendo caracterizada por ambientes costeiros, biomas do cerrado, mata atlântica, amazônico e caatinga, sendo esse último bioma endêmico do Brasil e da região.

Esta pesquisa focou em quatro espécies de palmeiras com indicativo potencial à produção de pólen apícola monofloral: *Cocos nucifera* L. (Coco-da-bahia), *Elaeis guineensis* Jacq. (Dendê), *Attalea funifera* Mart. (Piaçava) e *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (Ouricuri). A amostragem envolveu plantios comerciais e áreas de vegetação nativas (Tabela 1) que tinham como característica a dominância de uma das espécies botânicas estudadas.

Para confirmação da dominância botânica adotou-se um transecto de 100m de raio a partir das colmeias, o que correspondeu a uma área a 3,14 hectares sendo essa distancia ótima para o forrageamento de abelhas (Pacheco 1982; Wolff *et al.* 2008).

As espécies Dendê (*Elaeis guineensis*) e Coco (*Cocos nucifera*) ocorreram em plantios comerciais onde as áreas avaliadas possuíam mais de 100 hectares de plantio da planta. Para espécie *A. funifera* (Piaçava), a área analisado foi ambiente nativo inserida na mata Atlântica baiana, porém em local com grande dominância visual dessa palmeira. O local amostral possuía mais de 50 hectares em floresta contínua.

Para a espécie Ouricuri (*Syagrus coronata*), a área analisada foi de 10 hectares no semiárido sergipano em local fortemente antropizado com

TABELA 1. Localização e caracterização geográficas das áreas amostradas por espécie botânica estudada. Plantio: **N** (nativo) e **C** (comercial).

Espécie	Município	Plantio	Coordenadas Geográficas
<i>Atalea funifera</i>	Nilo Peçanha/BA	N	S 03° 36'36.5" e W 39° 05'09.3"
<i>Cocos nucifera</i>	Barra dos Coqueiros/SE	C	S 10° 51'10.5" e W 36°59'45.3"
<i>Elaeis guineensis</i>	Itaperoá/BA	C	S 13° 51'10.5" e W 36°59'45.3"
<i>Syagrus coronata</i>	Poço Redondo/SE	N	S 09° 92'67.17" e W 37°62'38.73"

dominância visual da espécie. No caso de *S. coronata*, ressalta-se o *status* crítico de conservação em Sergipe, porém similar a outras regiões do nordeste onde desde a década de 1990 já se vêm apontando redução expressiva das populações nativas dessa palmeira.

Metodologia

Determinação da dominância botânica do pólen apícola

A identificação da dominância polínica nas amostras foi determinada em laboratório com a separação de amostras de pólen apícola das colmeia (n=5), sendo realizada a homogeneização da amostra polínica tendo como base sua cor e morfologia, seguindo uma adaptação na proposta de Correia-Oliveira *et al.* (2008).

Depois de organizados os grupos polínicos, foi retirado 1 g do pólen dominante homogeneizado e a partir das quais foram confeccionadas três lâminas microscópicas para análise *via* acetólise, conforme descrito por Erdtman (1960). A montagem de lâminas foi realizada conforme a metodologia de Louveaux *et al.* (1978), modificada por Barth (1989), onde os grãos de pólen foram analisados em microscópio ótico e contados 500 grãos por lamina para confirmação da dominância monofloral conforme espécie analisada. Comprovada a dominância botânica procederam-se as demais análises.

Metodologia para determinação da análise produtiva

Cada área de amostragem recebeu cinco colmeias de *Apis mellifera* L., conforme metodologia empregada por Modro *et al.* (2007) e Silva Filho *et al.* (2010). Essas colmeias foram selecionadas de forma aleatória em um apiário composto de 30 enxames e cada uma delas foi equipada com coletor de pólen, modelo tipo frontal baiano (Barreto *et al.* 2006) composto por peça frontal inclinada

em PVC (trampa) com espessura de 3 mm e coletor de pólen com tela em aço inoxidável.

As colmeias foram coletadas coleta durante cinco dias consecutivos/ mês durante toda a fase floral da planta, conforme apontamento dos estudos fenológicos para cada espécie (Pereira 2015).

A viabilidade produtiva foi analisada para cada espécie botânica, levando-se em consideração dados médios da produção obtidos diariamente por colmeia durante os cinco dias consecutivos por mês obtendo uma base de produtividade colmeia dia e durante todo ciclo de produção por planta obtendo dados de produção para cada fonte botânica.

Cada colmeia teve sua produção pesada individualmente e extraída a média geral levando-se em consideração o peso do pólen apícola *in natura* (verde).

Determinação da viabilidade econômica para produção de pólen apícola de palmáceas

Para o cálculo de viabilidade econômica, foi criado um cenário futuro sendo um apiário com 35 colmeias produtivas, conforme padrão produtivo para o Estado de Sergipe (Correia-Oliveira *et al.* 2008). O preço de venda do pólen apícola *in natura* (verde) foi estabelecido com base em entrevista a dez produtores de pólen, resultando em um preço médio de US\$ 11,75/kg (cotação do dólar R\$ 3,83 – Banco Central, 26 Jun 2018) considerando um acréscimo de 20% no valor para o segundo ano conforme apontamento com o mercado local.

Os indicadores econômicos foram baseados na metodologia descrita por Caione *et al.* (2011) e Fachini *et al.* (2013) que avaliaram o potencial econômico da apicultura para produção de mel. Destacando que trabalhos de análise econômica e produtiva envolvendo a cadeia apícola são muito escassos e com isso fica difícil de padronizar uma metodologia.

A composição de todos os valores utilizados nesse capítulo, foram baseados nos parâmetros estabelecidos por Pereira (2015) que relata a composição e a formação de custo de cada item para produção de pólen apícola em Sergipe.

Essa análise econômica somente leva em consideração os aspectos produtivos relacionados diretamente ao apicultor, não sendo apurados valores de custos e receitas com o beneficiamento final realizado em casa de pólen.

Para o custo de implantação (**CI**) foram consideradas as indumentárias, coletores, fumegador, a aquisição de 50 colmeias e um freezer para armazenamento do pólen, totalizando US\$ 7.488,98, que no cenário empírico do trabalho foi tabulado para pagamento em 24 meses, sem carência bancária. Os custos operacionais (**CO**) englobam as despesas cotidianas, como mão-de-obra, troca de cera apícola, arame, limpeza de área, alimentação de enxames e preparo de ração proteica. Nesse estudo, não foram levados em consideração os custos de depreciação de máquinas e equipamentos. Existem outros indicadores que compõem um plano de negócio, mas que não foram focados no estudo.

Para composição dos indicadores econômicos (**IE**), foram utilizados:

- Para analisar a receita, adotou-se o índice de lucratividade (**IL**) que representa em percentual de lucro real que o apicultor afere com a venda de sua matéria-prima, já deduzida todos os custos (**CI+CO**).

Os indicadores econômicos são dados pelas seguintes fórmulas:

- **Preço de Equilíbrio - PEq**: Refere-se ao volume de produção total com base no valor de mercado menos todos os custos com isso determina-se o valor mínimo do pólen apícola capaz de pagar as despesas, sendo dado pela equação $PEq = (CO+CI)/Pr$ onde,

Pr: Preço pago pelo mercado pelo produto;

CO: Custos operacionais totais;

CI: Custos de implantação da atividade apícola/ano.

- **Índice de lucratividade - IL**: Indica em percentual (%) qual o lucro líquido obtido com atividade, levando em consideração a receita bruta e a receita líquida, que é aquela que já deduz todos os custos

(operacionais e de implantação), sendo expressa da seguinte forma: $IL = (RL/RB) * 100$ onde,

- **Renda bruta - RB** representada pelo valor apurado pelo produtor com a venda direta do seu produto, sem a dedução dos custos, sendo diretamente relacionado à quantidade produzida (**PR**) pelo preço de venda por Kg (**PV**) logo, $RB = PR \times PV$;
- **Renda líquida - RL**: Refere-se ao valor obtido com a venda dos produtos, subtraindo os custos totais (**CT**) que é igual a soma do custo de implantação e de operação (**CI+CO**) dado pela fórmula $RL = RB - CT$.

Resultados e discussão

Análise Produtiva

A sazonalidade florística influencia na produção e na composição físico-química do pólen apícola onde os fatores ambientais, como solo, umidade, clima, disponibilidade do recurso floral e origem geográfica são itens importantes na determinação da qualidade biotecnológica e nutricional do pólen apícola como nos aspectos produtivos (Estevinho *et al.* 2012; Modro *et al.* 2011).

Devido esses fatores para um estudo de produção apícola é fundamental a determinação do ciclo de produtivo do pasto apícola como base em estudos fenológicos, porque eles tendem a fundamentar melhor uma tomada de decisão quanto ao retorno do investimento e da sua viabilidade econômica.

Como o presente estudo analisou plantas específicas buscando o pólen apícola monofloral, ou seja, aquele em que mais de 80% das cargas polínicas são de uma única planta foi fundamental determinar e comprovar a dominância botânica (Almeida-Muradian *et al.* 2005; González-Martín *et al.* 2007; Carpes *et al.* 2013).

Todas as espécies de palmeiras estudadas tiveram uma grande representatividade de dominância polínica nas amostras de pólen coletadas nas colmeias, sendo superior a 80% (Tabela 2). Esse resultado evidencia que as espécies analisadas possuem perfil produtivo positivo para produção monofloral de pólen apícola podendo ser explorada comercialmente na atividade apícola. Por outro lado comprovada sua viabilidade econômica poder-se-á buscar alternativas de

TABELA 2. Percentual de dominância do pólen apícola por espécie de Palmeira encontrado nas colmeias de *Apis mellifera* obtidas por meio de coletor de pólen frontal.

Espécie	% de pólen monofloral presente na amostra
<i>Attalea funifera</i>	88,10±7,56
<i>Cocos nucifera</i>	87,60±3,96
<i>Elaeis guineensis</i>	81,40±6,23
<i>Syagrs coronata</i>	85,70±5,87

manejo sustentável em ambiente nativo ou em escala comercial para essas espécies.

Outro aspecto levado em consideração na dominância polínica foi o fato que esse resultado demonstra que a abelha *Apis mellifera* tem nas palmeiras sua principal fonte de pólen no período da florada das respectivas fontes botânicas demonstrando uma grande atratividade apícola.

Como mostrado no quadro 1 do nono capítulo deste livro que trata da identidade biológica e molecular do pólen monofloral de palmeiras, anteriormente, o ciclo sazonal (mensal) produtivo de pólen apícola, referente às fontes botânicas analisadas em suas localidades, indica que *S. coronata*, espécie que ocorreu no semiárido sergipano, possui o menor ciclo produtivo em relação às outras espécies de palmeiras, de ocorrência em áreas mais úmidas, especificamente na mata atlântica (*C. nucifera*, *E. guianeensis* e *A. funifera*). Esse apontamento corrobora com os aspectos que a origem geográfica e fatores ambientais influenciam na produção do pólen apícola e consequentemente nos indicadores econômicos para aquela espécie, assim como na qualidade do produto final como já descrito por alguns autores (Estevinho *et al.* 2012; Modro *et al.* 2011).

A floração da planta está ligada diretamente a sua capacidade produtiva na cadeia apícola em geral. Destaca-se que esse processo biológico sofre modificações conforme a origem geográfica, devido às características pluviométricas, edáficas e climáticas. Assim, uma mesma espécie de plantas poderá ter épocas distintas de floração conforme a região (Novais *et al.* 2009; D’Apolito *et al.* 2010).

Com as informações registradas no quadro 1 foi possível sumarizar os dias produtivos de cada espécie gerando as informações sobre o ciclo produtivo em dias para cada espécie. A compreensão de quantos dias dura o ciclo produtivo de cada fonte botânica favorece a elaboração de um plano de manejo sustentável para cada espécie

além de reduzir o grau de empirismo do cenário produtivo econômico anual.

O coco (*C. nucifera*) foi a fonte botânica que apresentou o maior ciclo produtivo (quadro 1), sendo 300 dias, corroborando com as informações de Passos *et al.* (2006) e Fontes (2018) que analisando a fenologia do coco gigante no Ceará e Sergipe comprovaram que a espécie emite inflorescências durante todo o ano com picos trimestrais e nos meses mais secos ocorrendo redução de flores nos meses chuvosos. A tabela 3 registra em dias e os meses de produção nas localidades amostradas demonstrando o ciclo de produção para cada espécies de palmeira durante 24 meses de acompanhamento fenológico.

Considerando que durante o ciclo produtivo de cada espécie foi realizada a coleta do pólen apícola diretamente na colmeia por meio de coletores, sendo que registrou-se dominância floral logo quando realizada a pesagem do pólen apícola individualmente por colmeia foi possível estimar a produtividade por colmeia para cada fonte floral (Tabela 4).

Os dados de produtividade apresentados na tabela 4 são valores médios produtivos mínimos, uma vez que as colmeias não foram manejadas para essa coleta. Essa informação aponta que se o apicultor trabalhar com manejo de rainha, trocas de cera e controle do tamanho do enxame esses números tendem a aumentar signifi-

TABELA 3. Número de dias de floração de cada fonte botânica de palmeiras amostrada correlacionando com os dias de produção de pólen apícola produzido por *Apis mellifera*.

	Espécie/dias de produção			
	Ouricuri	Coco	Piaçava	Dendê
Número de dias de produção	90	300	180	210
Produção	nov-fev	jan-dez	nov-mai	ago-fev

TABELA 4. Dados médios de produção por espécie botânica durante o ciclo produtivo, valores em grama/colmeia/dia (g).

Espécie	Produção
<i>Attalea funifera</i>	156,80±41,19 ^{ab}
<i>Cocos nucifera</i>	122, 18± 5,42 ^{bcd}
<i>Elaeis guineenses</i>	142,40±20,28 ^{abc}
<i>Syagrus coronata</i>	81,14±13,34 ^d

**Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente

camente. Dentro dos princípios da apicultura profissional uma das técnicas mais importantes para produção apícola é o manejo de rainhas, de forma que se ocorrer todo o preparo produtivo dos enxames com a finalidade de coleta de pólen apícola os números irão aumentar em relação aos dados médios apresentados na tabela 4.

Realizada análise estatística observa-se que, *A. funifera* e *E. guineensis* não apresentaram diferenças estatísticas entre si, de igual maneira para *C. nucifera* e *S. coronata*. Com isso observe que em escala produtiva as espécies podem gerar a mesma quantidade de pólen apícola, sendo a produção influenciada pela permanência da floração.

Dentre as espécies *A. funifera* é que tem a maior produtividade mesmo com um ciclo produtivo inferior a *E. guineensis* e *C. nucifera*. O Ouricuri (*S. coronata*) registrou o menor índice de produtividade, porém é importante considerar que foi a única palmeira amostrada no semiárido e sua localização foi em área degradada, diferente das demais palmáceas que se encontram em áreas planejadas e não degradadas e com índices pluviométrico maiores. Dessa forma, para avaliar melhor o dado produtivo de *S. coronata* seria necessário ampliar sua amostragem em áreas menos degradadas e em regiões mais úmidas a exemplo da zona da mata nordestina, área de sua ocorrência natural.

O Ouricuri de todas as palmeiras amostradas é que se encontra em estágio mais crítico de conservação, devido o manejo extrativista e a expansão agropecuária no nordeste. Sendo necessário buscar meios para o estabelecimento de suas populações e possivelmente o manejo apícola pode ser uma das melhores alternativas devido ao retorno econômico que essa atividade pode ofertar.

De uma forma geral, as palmeiras de ocorrência na mata Atlântica não diferiram estatisticamente em sua produção. Os índices de produtividade encontrados são superiores a 100g/colmeia/dia, corroborando com os dados de Barreto *et al.* (2006) que analisaram a produção apícola em nove estados brasileiros destacando

C. nucifera como uma importante planta produtora de pólen apícola.

Analisando os resultados e a fenologia de outras plantas verifica-se de forma objetiva que o coco tem uma maior duração de floradas o que ira refletir em uma maior produção apícola.

Para consolidar a análise econômica referente a oferta produtiva de pólen apícola monofloral foi realizada uma projeção considerando o cenário anual de produção dentro do ciclo floral de cada palmácea. Nessa projeção, foi levada em consideração a produtividade por colmeia/ano porém transformando esses dados médios para um apiário com de 35 colmeias ativas/produtivas (Tabela 5).

Esses valores referem-se a dados mínimos produtivos, uma vez que as colmeias foram selecionadas de forma aleatória de um apiário produtor de pólen apícola e sem nenhum manejo específico para a coleta do trabalho. Por outro lado, esses dados demonstram que as palmáceas tem uma grande capacidade produtiva podendo produzir com 35 colmeias ativas valores superiores a 1 tonelada de pólen apícola ano. Alves e Nascimento (2013) estudando o babaçu (*Orrbignya speciosa* (Mart.) Barb. Rodr.) no Ceará, na Serra do Meruoca encontraram dados produtivos superiores aos registrados nesse estudo (500g/colmeia/dia), corroborando que as palmeiras de fato ofertam um grande potencial produtivo de pólen apícola.

Logo considerando a viabilidade produtiva apresentada, caso as palmeiras nativas brasileiras sejam manejadas de forma adequada elas podem representar uma importante fonte botânicas para a exploração comercial do pólen apícola. Com isso sendo outra oportunidade de renda para comunidades extrativistas do norte e nordeste do Brasil, área de ocorrência nativa de muitas espécies de palmeiras.

Análise de viabilidade econômica

Para análise econômica foram tabulados os dados médios produtivos considerando o ciclo de produção anual de cada espécie e tendo como

TABELA 5. Produção média de pólen apícola por fonte botânica considerando dados diários e no ciclo produtivo de cada espécie para um apiário composto de 35 colméias de *Apis mellifera* em escala de produção.

Produção (kg)	Ouricuri	Coco	Piaçava	Dendê
Colméia/Mês	2,43	3,67	4,70	4,27
Colmeia/Ciclo Produtivo	7,30	36,66	28,22	29,90
Apiário/Ano (N=35)	255,55	1282,93	987,84	1046,64

referência de cálculo o cenário de um apiário produtivo com 50 colmeias das quais 35 estão em plena produção.

O custo de implantação (CI) foi considerado como um investimento a ser pago em dois anos e os custos operacionais (CO) são variáveis conforme o ciclo produtivo de cada espécie. Esse valor é variável devido aos custos com diárias de trabalho (homem/dia) e alimentação diária das abelhas, de maneira que uma planta com ciclo maior irá ter maiores custos operacionais, mas espera-se uma maior renda bruta.

Considerando o aspecto de cenário produtivo foi previsto um aumento de 20% na produção para o segundo ano, assim como aumento no preço de venda (PV) do pólen apícola. Esse cenário mesmo estipulado de forma empírica reflete uma realidade possível, porque considera o aumento da experiência do apicultor adquirido no primeiro ano e a estabilização dos enxames, de maneira que a renda bruta e líquida tende a aumentar anualmente enquanto os custos operacionais tende a diminuir.

A tabela 6 resume todos os indicadores econômicos para cada fonte botânica considerando a produção anual na projeção de dois anos produtivos (n=24 meses).

Observa-se que o índice de lucratividade (IL) é o percentual que representa a margem de lucro do projeto sendo que ele aumenta a partir do segundo ano, sendo superior a 50%. No entanto já no primeiro ano é registrado um aumento significativo nos índices, onde a cultura do coco

registrou um índice de 51,1% e o dendê de 43%, demonstrando uma alta viabilidade econômica produtiva. Evidentemente que no terceiro ano IL irá aumentar consideravelmente já que não haverá os custos de implantação. Mesmo no caso da palmeira Ouricuri onde os índices foram negativos caso dilua o valor de investimentos para mais de 24 meses essa atividade poderá apresentar alguma rentabilidade.

Mas no caso do Ouricuri (*S. coronata*), será necessário diferenciar o seu valor de venda em relação as demais palmáceas para que ocorra essa diferenciação é fundamental aprimorar os estudos biotecnológicos e etnobotânicos buscando alguma qualidade diferencial que possa justificar o seu aumento no mercado. Possivelmente o fato de ser uma planta que as populações silvestres estão ameaçadas pode ser uma justificativa para essa diferenciação mercadológica.

Também é importante, novamente frisar que para o Ouricuri a área amostrada não foi a região do semiárido onde as condições climáticas e edáficas influenciam muito no ciclo fenológico da planta, sendo fundamental realizar o estudo e outra área para definir melhor se a planta oferece um IL negativo em relação as demais.

Considerando que as palmeiras no nordeste são utilizadas de maneira extrativista por muitas comunidades e o manejo não é madeireiro, ou seja, se utilizam outros produtos como frutos, folhas, resinas essa atividade pode ser integrada ao manejo apícola criando uma nova oportunidade de renda a essas comunidades.

TABELA 6. Indicadores econômicos para viabilidade produtiva de pólen apícola monofloral de quatro espécies de palmeira de ocorrência na região Nordeste. Ver texto para maior detalhamento.

	CI	CO	CT	RB	RL	PV	PEq	Pr	IL (%)
Ano 1									
Coco	3744,47	3614,65	7359,12	15073,61	7714,49	11,75	5,74	1282,93	51,18
Ouricuri	3744,47	2792,19	6536,67	3002,52	-3534,14	11,75	25,58	255,55	-117,71
Piaçava	3744,47	3144,67	6889,15	11606,48	4717,33	11,75	6,97	987,84	40,64
Dendê	3744,47	3262,17	7006,64	12297,34	5290,70	11,75	6,69	1046,64	43,02
Ano 2									
Coco	3744,47	3614,65	7359,12	26127,60	18768,48	16,97	4,78	1539,52	71,83
Ouricuri	3744,47	2792,19	6536,67	5204,38	-1332,29	16,97	21,32	306,66	-25,60
Piaçava	3744,47	3144,67	6889,15	20117,89	13228,74	16,97	5,81	1185,41	65,76
Dendê	3744,47	3262,17	7006,64	21315,38	14308,74	16,97	5,58	1255,97	67,13

Abreviaturas: CI - custo de implantação; CO - custos operacionais; CT - custos totais; IL - índice de lucratividade; PEq - preço de equilíbrio; Pr - produção por apiário/ciclo anual (kg); PV - preço de venda (2018); RB - renda bruta; RL - renda líquida.

Considerando que o valor do pólen apícola beneficiado pode chegar a 100% do seu valor *in natura* a implementação de casa de pólen, irá aumentar a rentabilidade dessa atividade econômica. Deve-se levar em consideração que nos indicadores econômicos apontados nesses estudos foram apenas os relacionados diretamente a exploração produtiva não sendo computados valores relacionados aos aspectos de beneficiamento direto em casa de pólen.

O estudo demonstrou que a produção de pólen apícola por *Apis mellifera* com as palmáceas nativas pode ser uma grande oportunidade de renda para comunidades extrativistas entre outros. Demonstrando a potencialidade comercial não madeireira desse grupo de plantas e que a sua integração econômica com atividade apícola pode ser uma forma de assegurar a conservação de muitas espécies de palmeiras tropicais e melhorar as condições de vida de comunidades tradicionais.

Agradecimentos

À Petrobras S.A, por meio do Programa Petrobras Ambiental (2010) por ter financiado integralmente todo o estudo através do Projeto Frutos da Floresta. À Codevasf por ter acreditado no potencial da pesquisa e ter autorizado o desenvolvimento do doutorado na pessoa da técnica Kenya Marcelino, João Afonso, Paulo Sergio e Paulo Viana. A RENORBIO/UFS por ter disponibilizado, pesquisadores e meios para execução de todos os testes. Ao apicultor Marcio Brasil por ter disponibilizado tempo e seus apiários para coleta do material na Bahia. A toda equipe de profissionais do Projeto Frutos da Floresta pelo apoio na coleta do material botânico e demais procedimentos na execução do projeto.

Referências

- Almeida-Muradian LB, Pamplona LC, Coimbra S, Barth, OM. 2005. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition and Analysis* 18: 105-111.
- Almeida-Muradian LB, Bera A, Felsner M L, Cano CB. 2007. Produtos apícolas. in.: Almeida-Muradian, L. B.; Penteado M. D. V. C. *Vigilância sanitária: tópicos sobre legislação e análise de alimentos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Alves JE, Nascimento JEM. 2013. A produção de pólen apícola na serra da Meruoca. *Anais da VI ExpoMel 2013: A apicultura com produtos padronizados e convivendo com a seca*. Meruoca, Ceará, p. 115-127.
- Araújo YLM. 2013. Processos biotecnológicos para obtenção de produtos pelo uso de resíduos de pólen apícola e sua caracterização com ênfase aos compostos aromáticos. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO, UFS.
- Arruda VAS, Pereira AAS, Estevinho LM, Almeida-Muradian LB 2013. Presence and stability of B complex vitamins in bee pollen using different storage conditions. *Food and Chemical Toxicology* 51(1): 143-148.
- Barreto LMRC, Funari SRC, Orsi, RO. 2006. *Produção de pólen no Brasil*. Taubaté: Cabral Editora e Livraria Universitária.
- Barth OM. 1989. *O pólen no mel brasileiro*. Rio de Janeiro: Gráfica Luxor.
- Caione G, Caione W, Silva Af, Lima MG. 2011. Avaliação econômica da atividade apícola em alta floresta, mt: um estudo de caso. *Revista De Ciências Agro-Ambientais* 9(1): 59-69.
- Carpes ST, Alencar SM, Cabral ISR, et al 2013. Polyphenols and palynological origin of bee pollen of *Apis mellifera* L. from Brazil. Characterization of polyphenols of bee pollen. *Journal of Food* 11(2): 150-161.
- Correia-Oliveira ME, Ferreira AF, Poderoso JCM, Lessa ACV, Araujo, ED, Carnellosi, MAG. 2008. Atividade de água (Aw) em amostras de pólen apícola desidratado e mel do Estado de Sergipe. *Revista da Fapese* 4(2): 27-36.
- D'apolito C, Pessoa SM, Balestieri, FCLM, Balestieri JBP. 2010. Pollen harvested by *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) in the Dourados region, Mato Grosso do Sul State (Brazil). *Acta Botanica Brasilica* 24(4): 898-904.
- Erdtman, G. 1952. *Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms*. Stockholm: Almqvist & Wiksell.
- Erdtman, G. 1965. *Pollen morphology and plant taxonomy: Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta*. Stockholm: Almqvist & Wiksell. 1965
- Estevinho LM, Rodrigues S, Pereira, AP, Feás X. 2012. Portuguese bee pollen: palynological study, nutritional and microbiological evaluation. *International Journal of Food Science and Technology* 47(2): 429-435.
- Fachini C, Oliveira MM, Filho AAV. 2013. Análise econômica da produção de mel segundo diferentes perfis em capão bonito, estado de são paulo. *Informações Econômicas (São Paulo)* 43(1): 29-42.
- Feás X, Vázquez-Tato MP, Estevinho L, Seijas JA, Iglesias A. 2012. Organic bee pollen: Bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological quality. *Molecules* 17, 8359-8377.
- Fontes HR, Ferreira JMS, Gomes JBV, Resende RS. 2018. Caracterização da produção, fenologia e sistema de manejo do coqueiro anão verde nos tabuleiros costeiros disponível em: <<http://www.cpatc.embrapa.br>>. acesso em: 20 de junho 2018.
- González-Martín I, Hernández-Hierro JM, Barros-Ferreiro N, Marcos CC, García-Villanova, RJ. 2007. Use of NIRS technology with a remote reflectance

fibre-optic probe for predicting major components in bee pollen. *Talanta* 72: 998-1003.

Guimarães CAL.; Silva, LAM. 2012. Piaçava da Bahia (*Attalea funifera* Mart.) Ilhéus: Editus.

IBGE. 2008 – Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. Rio de Janeiro: IBGE.

Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. 1978. Methods of Melissopalynology. *Bee World* 59: 139-157.

Modro AFH, Marchini LC, Camargo AC. 2011. Origem botânica de cargas de pólen de colmeias de abelhas africanizadas em Piracicaba, SP. *Ciência Rural* 41(11): 1944-1951.

Modro AFH, Message D, Luz CFP, Neto JAM. 2007. Composição e qualidade de pólen apícola coletado em Minas Gerais. *Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42(8), 1057-1065.

Nogueira CC, Iglesias A, Feás X, Estevinho LM, 2012. Commercial Bee Pollen with Different Geographical Origins: A Comprehensive Approach. *International Journal of Molecular Science* 13: 11173-11187.

Novais JS, Lima LCL, Santos F A R. 2009. Botanical affinity of pollen harvested by *Apis mellifera* .in a semi-arid area from Bahia, Brazil. *Grana* 48: 224-234.

Passos CD, Passos EEM, Aragão WM. 2006. Fenologia da frutificação do coqueiro anão amarelo da malásia

nos tabuleiros costeiros de Sergipe. 2006. Disponível em: <<http://www.cpatc.embrapa.br>>. acesso em: 15 de junho 2018.

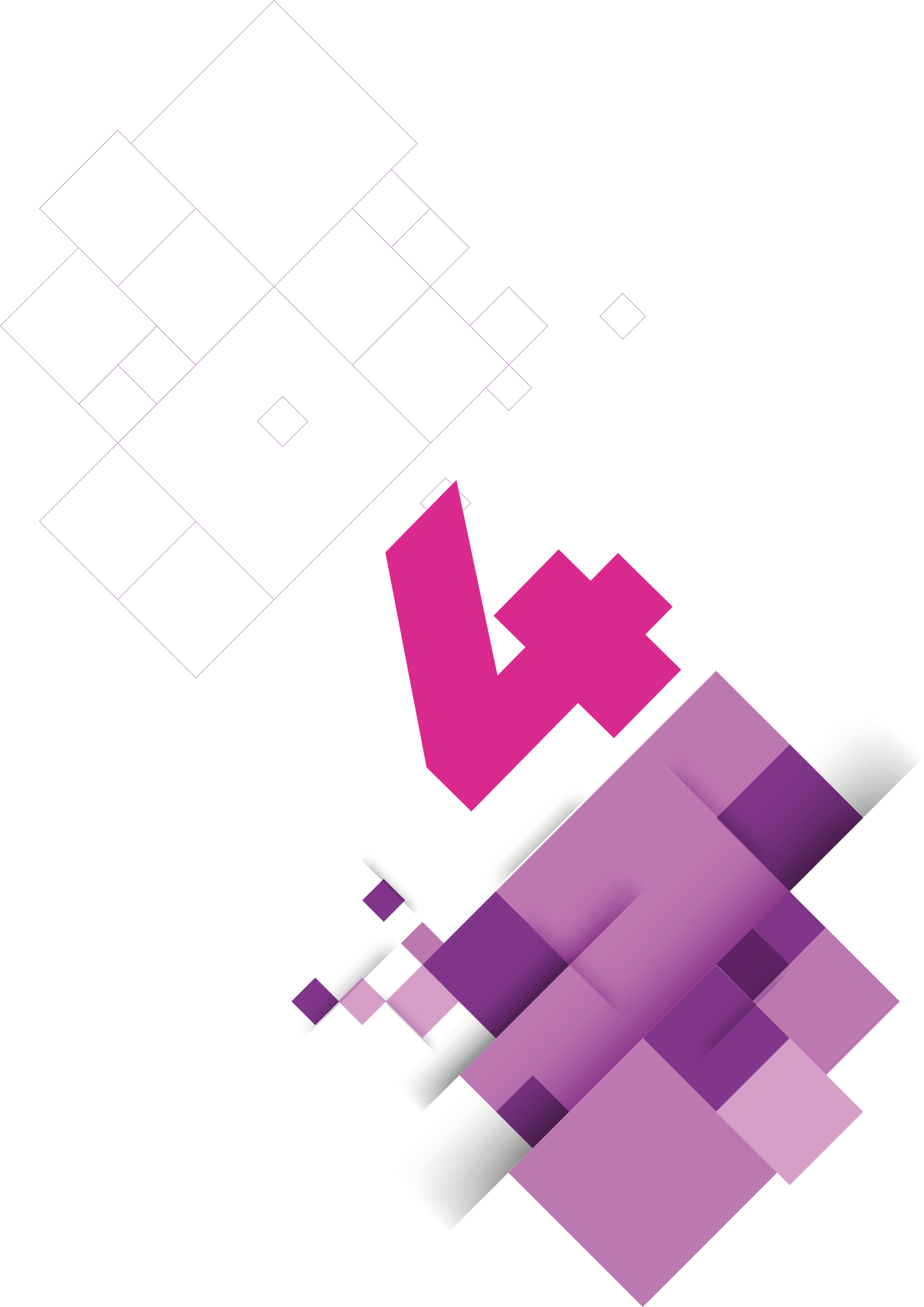
Pereira, RF. 2015. Prospecção e identificação botânica de pólenes apícolas monoflorais para fins biotecnológicos. Tese de Doutorado – RENORBIO. Universidade Federal de Sergipe.

Qian WL, Khan Z, Watson DG, Fearnley J. 2008 Analysis of sugars in bee pollen and propolis by ligand exchange chromatography in combination with pulsed amperometric detection and mass spectrometry. *Journal of Food Composition and Analysis* 21, 78-83.

Silva Filho JP, Silva RA, Silva MJS. 2010. Potencial apícola para *Apis mellifera* L. em área de caatinga no período da floração da oiticica (*Licania rigida* Benth). *Revista Verde* 5(1) 120-128.

Wang B, Diao Q, Zhang Z, Liu Y, Gao Q, Zhou Y, Li S. 2013. Antitumor activity of bee pollen polysaccharides from *Rosa rugosa*. *Molecular Medicine Reports* 7, 1555-1558.

Wolff LF, Reis VDA, Santos RSS, 2008. Abelhas melíferas: bioindicadores de qualidade ambiental e de sustentabilidade da agricultura familiar de base ecológica. *Embrapa Clima Temperado*, 244.



***Euterpe oleracea* Mart. e *Elaeis guineensis* Jacq. (Arecaceae): Novos hospedeiros para o registro de ocorrência de microfungos (Ascomycota) no Brasil**

Nadja Santos Vitória,
Maiara Araújo Lima dos Santos
& José Luiz Bezerra

As palmeiras além da beleza e da importância para o meio ambiente contribuem com impacto social, cultural, nutricional e econômico. *Euterpe oleracea* (açai) e *Elaeis guineensis* (dendê) são palmeiras de importância econômica e neste trabalho constituem novos hospedeiros botânicos para onze novos registros de microfungos (Ascomycota): *Anthostonella ludoviciana* A. *nitidissima*, *Calonectria* sp., *Capsulospora* aff. *calamicola*, *C. frondicola*, *Gloniopsis praelonga*, *Nemania* sp., *Oxydothis manokwariensis*, *O. mauritiae*, *Seynesia nobilis* e *Thaxteriella* cf. *pezizula*. Os fungos *A. nitidissima*, *Capsulospora* aff. *calamicola*, *C. frondicola*, *O. manokwariensis* e *O. mauritiae* são registrados pela primeira vez para o Brasil e *A. ludoviciana* pela primeira vez no estado da Bahia.

Introdução

Estudos sobre fungos associados à família Arecaceae se destacaram a partir da década de 90, estendendo-se aos dias atuais, tendo enfoque o levantamento da micota para fornecer dados de distribuição e estimativas de diversidade (Fröhlich & Hyde 1994; Hyde, Taylor & Fröhlich 2000; Hyde *et al.* 2007; Vitoria *et al.* 2014, 2016a; Santos *et al.* 2016). Espécies de Arecaceae são componentes importantes dos ambientes naturais, em função da sua abundância e interações com outros organismos, como, por exemplo, os fungos que colonizam os substratos das plantas em busca de nutrientes, abrigo ou transporte, estabelecendo relações mutualísticas, de parasitismo ou de patogenicidade.

Ascomycota é o maior filo do Reino Fungi, com mais de 64.000 espécies descritas (Kirk *et al.* 2008). Ascomycetos em palmeiras são muito diversos e, considerando o número de espécies de fungos em geral, Hyde (1996a) sugeriu a razão palmeira: fungos de 1:26, mais elevada do que a geralmente aceita de 1:6 para outras plantas (Hawksworth 1991). Ainda assim, a micota de palmeiras no Brasil é pouco estudada.

As palmeiras possuem valor econômico, ecológico, ornamental e alimentar. Dentre as espécies de Arecaceae de importância econômica destacam-se *Euterpe oleracea* Mart. (açazeiro) e *Elaeis guineensis* Jacq. (dendezeiro). O açazeiro

tem várias utilizações tais como alimentação, fabricação de casas, corante natural, ração animal, arborização, medicina caseira e produção de celulose (Oliveira & Muller 1998). Do dendezeiro utiliza-se o fruto, cachos vazios dos frutos, cascas da amêndoa (caroço) e tronco.

O presente trabalho tem como objetivo relatar o açazeiro e dendezeiro como novos hospedeiros botânicos para o registro de ocorrência dos Ascomycota, ampliando os dados de distribuição geográfica dos fungos em novos substratos para a ciência.

Material e métodos

As expedições foram realizadas em fragmentos de Mata Atlântica nos estados da Bahia e de Pernambuco. Amostras de *Euterpe oleracea* Mart. e *Elaeis guineensis* Jacq. foram coletas nos municípios de Recife - PE (Parque Estadual Dois Irmãos, 08°15'30"S e 35°57'00"W, 30m altitude), Cabo de Santo Agostinho - PE (Reserva Ecológica de Gurjaú (RESEC) 08°10'00"S e 35°02'30"W, 54m Altitude), Tamandaré-PE (Reserva Biológica de Saltinho (REBIO) 08°43'55"S e 35°10'26"W, 95m altitude), Uruçuca-BA (Escola Media Agropecuária Regional da CEPLAC (EMARC), 14°36'165"S e 39°16'608"W, 100m altitude) e Uma - BA (Estação Experimental Lemos Maia (ESMAI), 15°16'207"S e 39°05'532"W, 86m altitude) no período de 2008–2010 (Figura 1). Os espécimes herborizados



FIGURA 1. Áreas de coleta. A. Parque Estadual Dois Irmãos (Recife-PE). B. Reserva Biológica de Saltinho-REBIO (Tamandaré-PE). C. Reserva Ecológica de Gurjaú-RESEC (Cabo de Santo Agostinho-PE). D. Estação Experimental Lemos Maia-ESMAI (Una-BA). E. Escola Media Agropecuária Regional da CEPLAC-EMARC (Uruçuca-BA). (Fotos Vitória, N.S).

foram depositados nos Herbários URM (Departamento de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco) e CEPLAC (Coleção Micológica do Centro de Pesquisa do Cacau).

Para o levantamento da micota de palmeiras foram coletadas, com auxílio de um podão, folhas da copa, serrapilheira de palmeiras colonizadas por fungos, inflorescências, frutos e pedaços de troncos de palmeiras que apresentaram estruturas reprodutivas dos fungos, assim como folhas mortas ainda presas nas árvores, a fim de verificar os Ascomycota associados (Figura 2).

A análise topográfica do material coletado e as mensurações das estruturas macroscópicas foram feitas com o auxílio de um microscópio estereoscópico. Após o exame, fragmentos das estruturas dos fungos foram montados entre lâmina e lamínula, utilizando lactofenol como meio de montagem, com ou sem adição de corantes (azul de algodão ou fucsina ácida). Reagente de Melzer e KOH a 10% também foram utilizados. As preparações foram observadas ao microscópio de luz em diversos aumentos para caracterização das estruturas morfológicas do fungo, as quais foram medidas com auxílio de um micrômetro ocular.

Resultados

A micobiota que habita as espécies de *Arecaea* em fragmentos de Mata Atlântica é diversificada, acomodando táxons não registrados. Os resultados obtidos constituem dados relevantes de distribuição geográficas de Microfungos (Ascomycota) em *Euterpe oleracea* (açai) e *Elaeis guineensis* (dendê). Os fungos identificados nesse estudo estão organizados por hospedeiros em ordem alfabética (Tabela 1).

Anthostomella ludoviciana Ellis et Langl. (Figura 3. A-G)

Material Examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Tamandaré, Reserva Biológica de Saltinho, em folhas mortas (raque) de *E. guineensis*, 20/XI/2009, Nadja Vitoria (CEPEC 2025). BRASIL. BAHIA: Uruçuca, EMARC, em folhas mortas(raque) de *E. guineensis* 13/III/2010, Nadja Vitoria (CEPEC 2046).

Anthostomella nitidissima (Durieu et Mont.) Sacc. (Figura 4. A-N)

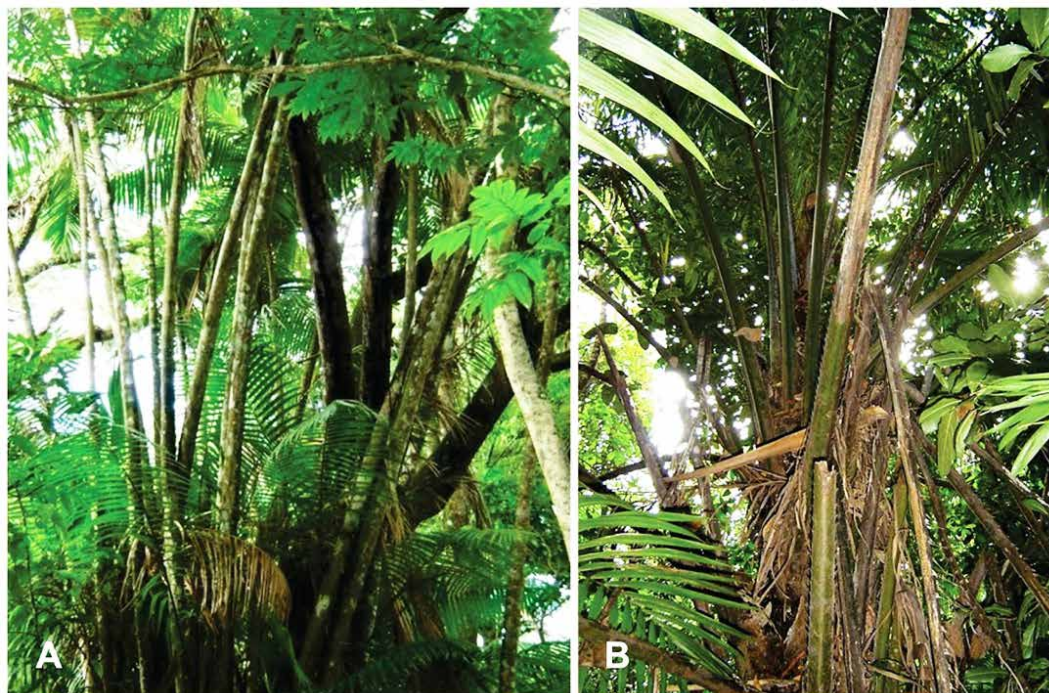


FIGURA 2. Palmeiras coletadas. A. *Euterpe oleracea*. B. *Elaeis guineensis*. (Fotos Vitória, N.S).

TABELA 1. Lista de espécies fúngicas (Ascomycota) associadas às palmeiras *Euterpe oleracea* e *Elaeis guineensis* (Areaceae).

Ascomycota	<i>Euterpe oleracea</i>	<i>Elaeis guineensis</i>	Registro de ocorrência
<i>Anthostomella ludoviciana</i> Ellis et Langl.	–	X	Primeiro registro do fungo para o estado da Bahia, tendo <i>E. guineensis</i> como novo hospedeiro para o fungo
<i>Anthostomella nitidissima</i> (Durieu et Mont.) Sacc.	X	X	Primeiro registro do fungo para o Brasil em dois novos hospedeiros para a ciência
<i>Calonectria</i> sp.	X	X	<i>E. oleracea</i> e <i>E. guineensis</i> novos hospedeiros para o fungo
<i>Capsulospora</i> aff. <i>calamicola</i> K.D. Hyde	X	X	Primeiro registro do fungo para o Brasil em dois novos hospedeiros para a ciência
<i>Capsulospora frondicola</i> K.D. Hyde	X	–	Primeiro registro do fungo para o Brasil, tendo <i>E. oleracea</i> novo hospedeiro para o fungo
<i>Gloniopsis praelonga</i> (Schwein.) Underw. & Earle, Bull.	–	X	<i>E. guineensis</i> novo hospedeiro para o fungo
<i>Nemania</i> sp.	–	X	<i>E. guineensis</i> novo hospedeiro para o fungo
<i>Oxydothis manokwariensis</i> K.D. Hyde	X	–	Primeiro registro do fungo para o Brasil, tendo <i>E. oleracea</i> novo hospedeiro para o fungo
<i>Oxydothis mauritiae</i> J. Frohl. & K.D. Hyde	X	–	Primeiro registro do fungo para o Brasil, tendo <i>E. oleracea</i> como novo hospedeiro para o fungo
<i>Seynesia nobilis</i> (Welw. & Curr.) Sacc.	X	X	<i>E. oleracea</i> e <i>E. guineensis</i> novos hospedeiros para o fungo
<i>Thaxteriella</i> cf. <i>pezizula</i> (Berk. & M.A. Curtis) Petr.	–	X	<i>E. guineensis</i> novo hospedeiro para o fungo

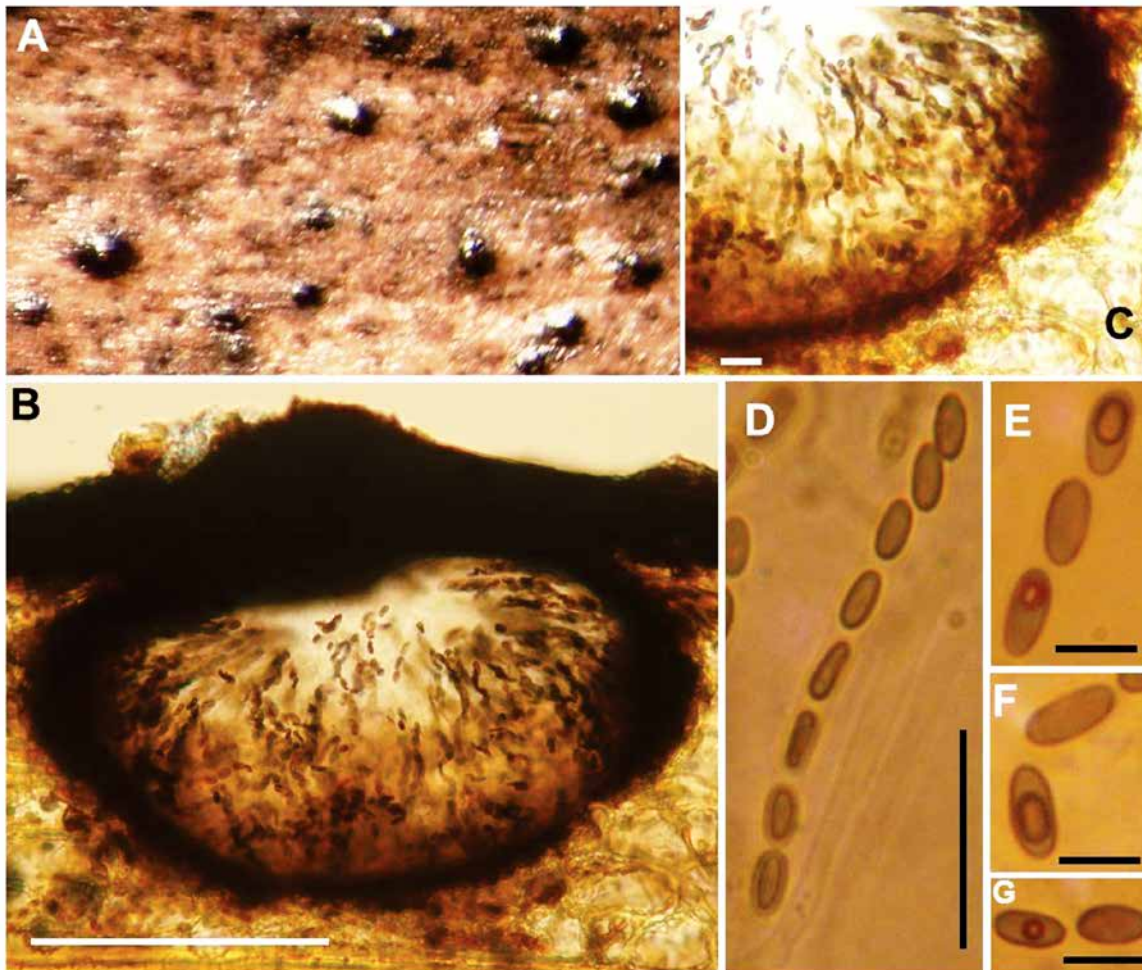


FIGURA 3. *Anthostomella ludoviciana* (CEPEC 2025). A. Aparência do fungo na superfície do hospedeiro. B. Secção do ascoma. C. Perídio. D. Asco. E–G. Ascósporos. (Barras: B=100 µm, C= 10 µm, D= 20 µm, E–G= 5 µm). Fotos: Vitória, N.S.

Material Examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Recife, Parque Estadual Dois Irmãos, em folhas mortas (raque) de *E. guineensis*, 21/XI/2008, Nadja Vitoria (CEPEC 2028); 9/XII/2008, Nadja Vitoria (CEPEC 2029); 13/VI/2009, Nadja Vitoria (CEPEC, 2031). Cabo de Santo Agostinho, Reserva Ecológica de Gurjaú, em folhas mortas (raque) de *E. oleracea*, 9/VII/2009, Nadja Vitoria (CEPEC 2026); em folhas mortas (raque) de *E. guineensis*, 9/VI/2009, Nadja Vitoria (CEPEC, 2027). Tamarandé, Reserva Biológica de Saltinho, em folhas mortas (raque) de *E. oleracea*, 3/IX/2010, Nadja Vitoria (CEPEC 2124, 2125). BRASIL. BAHIA: Uruçuca, Estação Experimental Lemos Maia (ESMAI/CEPLAC), em folhas mortas (raque) de *E. guineensis*, 19/III/2009, Nadja Vitoria (CEPEC 2030).

***Calonectria* sp.** (Figura 5.A-I)

Material Examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Cabo de Santo Agostinho, Reserva Ecológica de Gurjaú, em folhas mortas (raque) de *E. oleracea*, 09/VI/2009, Nadja Vitoria (CEPEC 2273). BAHIA: Uruçuca, EMARC, em folhas mortas (raque) de *E. guineensis*, 09/VII/2009, Nadja Vitoria (CEPEC 2274).

Capsulospora* aff. *calamicola K.D. Hyde (Figura 6.A-H)

Material Examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Recife, Parque Estadual Dois Irmãos, em folhas mortas (raque) de *E. oleracea*, 13/VI/2009, Nadja Vitoria (URM 83503); em folhas mortas (raque) de *E. oleracea*, 18/XI/2009, Nadja Vitoria (CEPEC 2277). Cabo de Santo Agostinho, Reserva Biológica de Gurjaú, em folhas mortas (raque) de *E. guineensis*, 09/VI/2009, Nadja Vitoria (URM 83502, CEPEC 2278).

Capsulospora frondicola K.D. Hyde (Figura 7.A-K)

Material Examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Cabo de Santo Agostinho, Reserva Ecológica de Gurjaú, em folhas mortas (raque) de *E. oleracea*, 09/VI/2009, Nadja Vitoria (URM 83504, CEPEC 2279).

Gloniopsis praelonga (Schwein.) Underw. & Earle, Bull. Figura 8.A-G

Material Examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Recife, Parque Estadual Dois Irmãos, em folhas

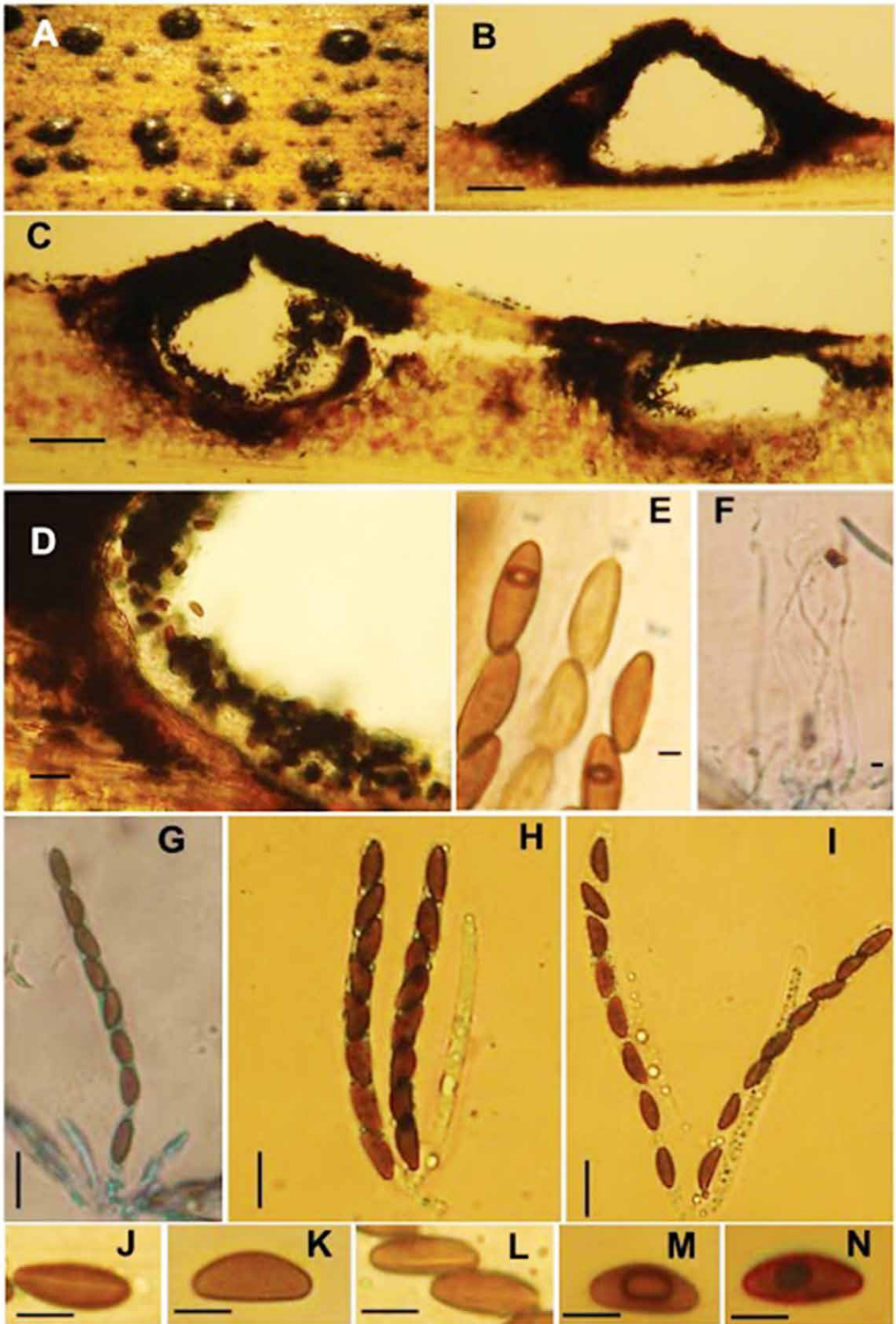


FIGURA 4. *Anthostomella nitidissima* (CEPEC 2028). A. Aparência dos ascomas na superfície do hospedeiro. B-C. Secções dos ascomas. D. Perídio. E. Anel subapical do ascó J+. E. Paráfises. G-I. Ascos. J-N. Ascósporos. (Barras: B-C= 100 µm, D, G-I= 10 µm, E-F= 2 µm, J-N= 5 µm). Fotos: Vitória, N.S.

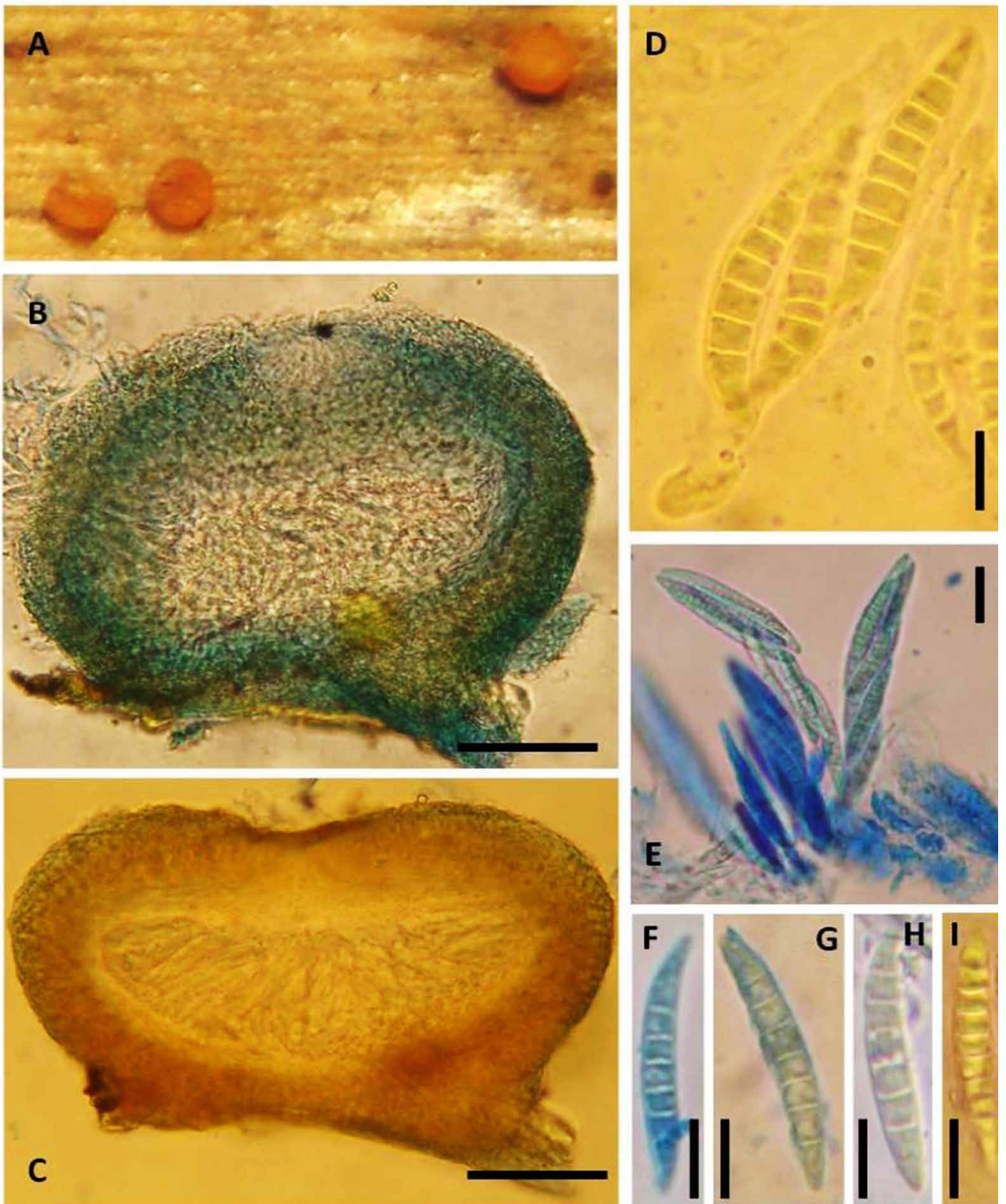


FIGURA 5. *Calonectria* sp. (CEPEC 2273). A. Aparência dos ascomas na superfície do hospedeiro. B-C. Secções dos ascomas. D-E. Ascós. F-I. Ascósporos. (Barras: B-C= 50 µm; D-I= 10 µm). Fotos: Vitória, N.S.

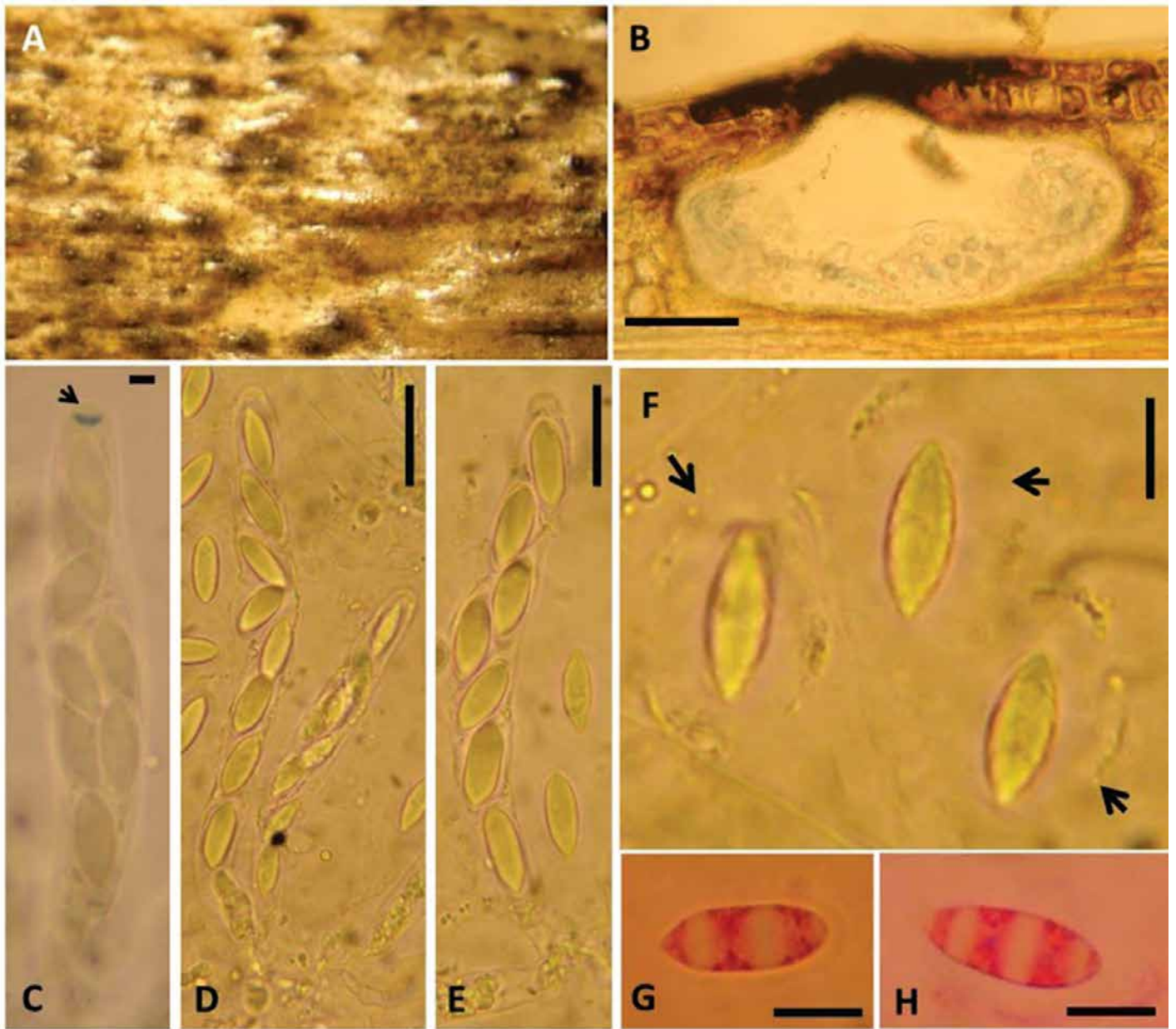


FIGURA 6. *Capsulospora* aff. *calamicola* (CEPEC 2277). A. Aparência dos ascomas na superfície do hospedeiro. B. Secção do ascoma. C. Anel subapical do asco (seta). D-E. Ascos. F-H. Ascósporos. (Barras: B= 50 μ m; C= 3 μ m; D-E= 20 μ m; F-H= 10 μ m). Fotos: Vitória, N.S.

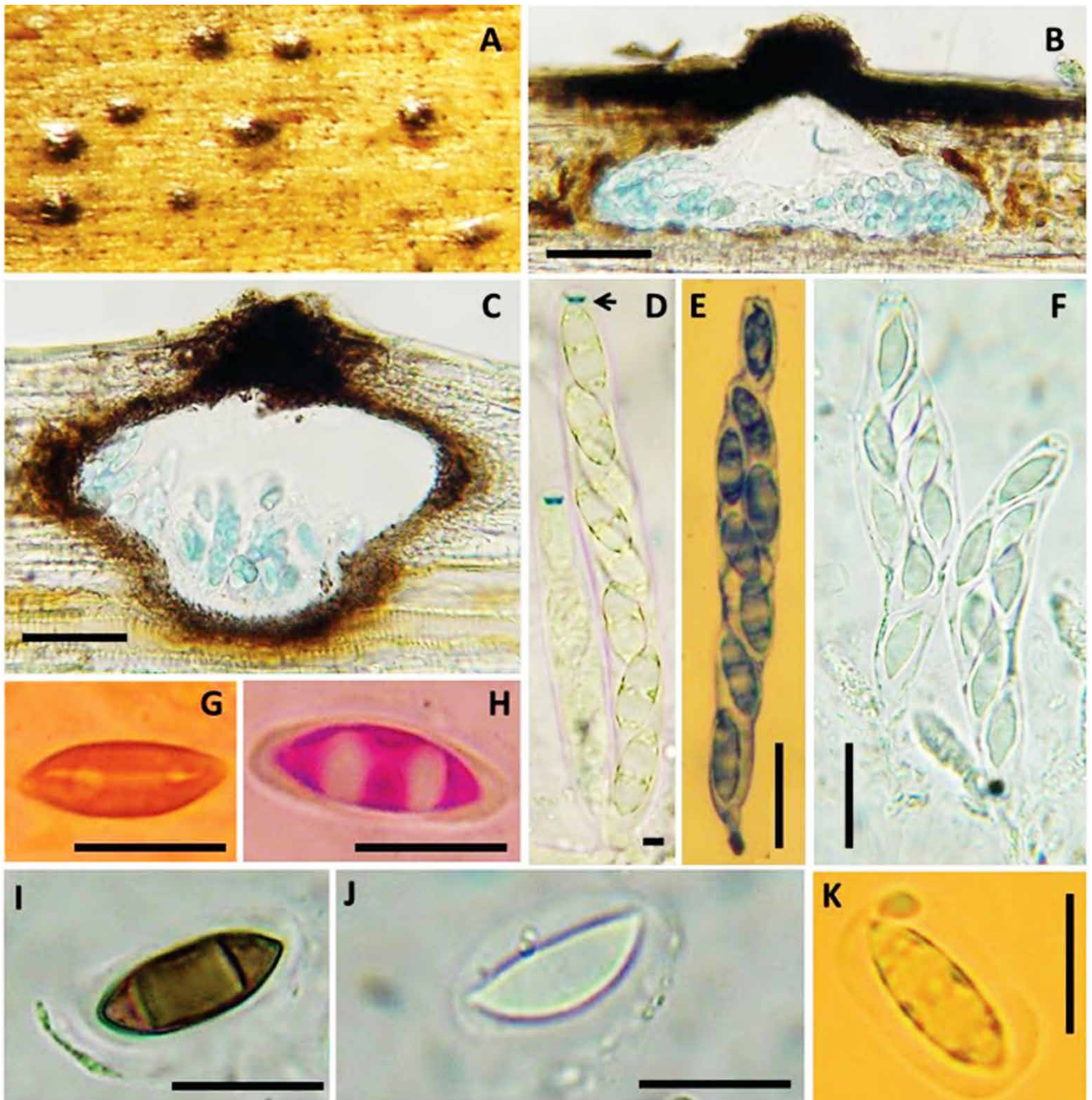
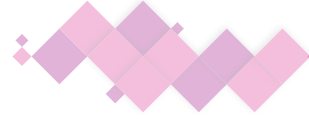


FIGURA 7. *Capsulospora frondicola* (CEPEC 2279). A. Aparência dos ascomas na superfície do hospedeiro. B–C. Secções dos ascomas. D. Anel subapical do asco J+ (seta). E–F. Ascospores. G–K. Ascósporos. (Barras: B–C= 50 µm; D= 4 µm; E–F= 20 µm; G–K=10 µm). Fotos: Vitória, N.S.

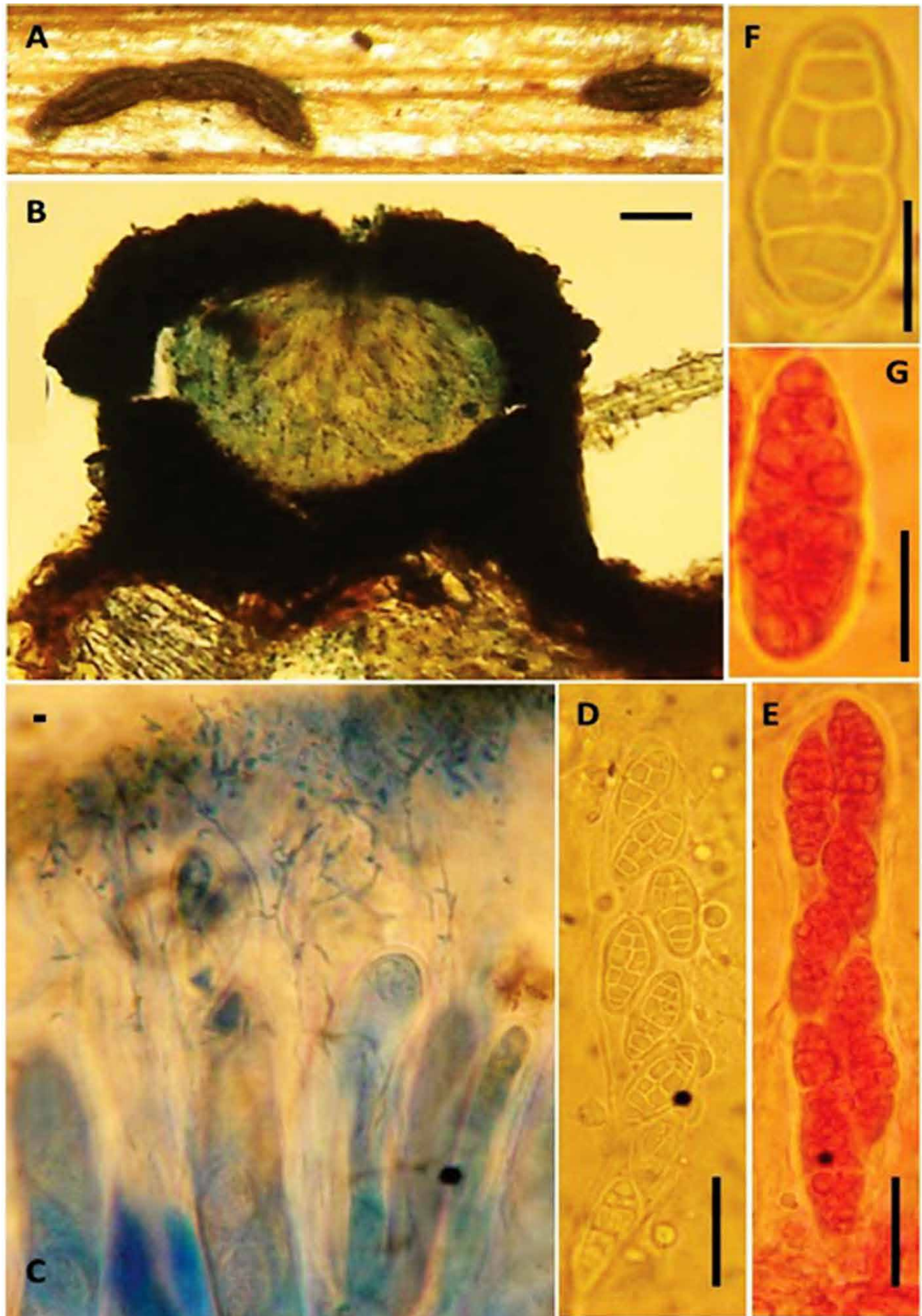


FIGURA 8. *Gloniopsis praelonga* (CEPEC 2286). A. Histeriotécios na superfície do hospedeiro. B. Secção do ascoma. C. Ascus e pseudoparáfises. D–E. Ascus. F–G. Ascósporos. (Barras: B= 50 µm; C= 1 µm; D–E= 20 µm; F–G= 5 µm). Fotos: Vitória, N.S.

mortas (pecíolo) de *E. guineensis*, 06/IX/2010, Nadja Vitoria (CEPEC 2286, URM 83510).

Gurjaú, em folhas mortas (raque) de *E. oleracea*, 18/XI/2008, Nadja Vitoria (CEPEC 2330).

***Nemania* sp.** (Figura 9.A-G)

Material Examinado: BRASIL. BAHIA: Uruçuca, EMARC, em folhas mortas (raque) de *E. guineensis*, 09/VII/2009, Nadja Vitoria (CEPEC 2317).

Oxydothis manokwariensis K.D. Hyde (Figura 10.A-G)

Material Examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Cabo de Santo Agostinho, Reserva Ecológica de

Oxydothis mauritiae J. Frohl. & K.D. Hyde (Figura 11.A-G)

Material Examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Recife, Parque Estadual Dois Irmãos, em folhas mortas (raque) de *E. oleracea*, 18/XI/2009, Nadja Vitoria (CEPEC 2331).

Seynesia nobilis (Welw. & Curr.) Sacc. (Figura 12. A-H)

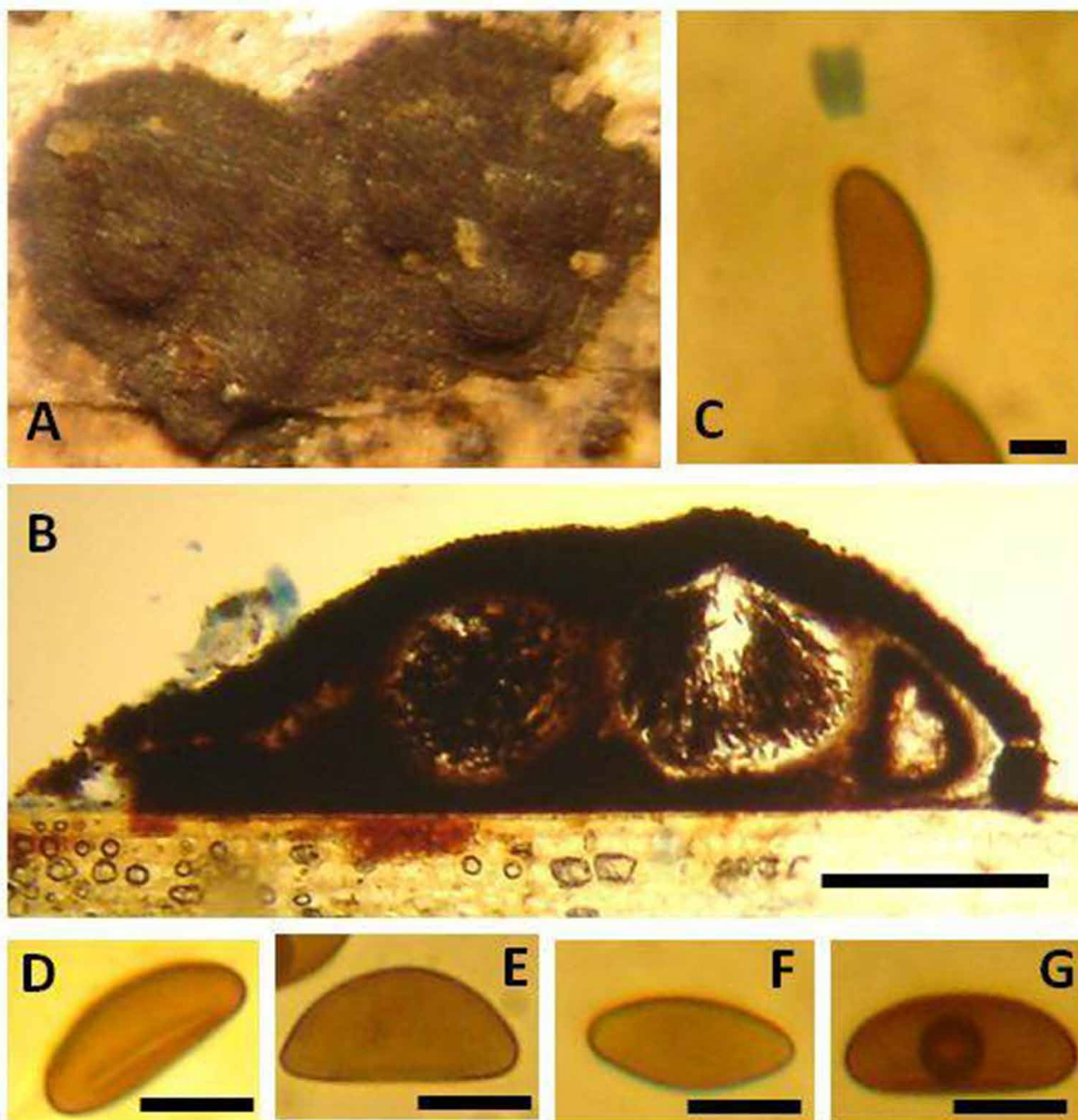


FIGURA 9. *Nemania* sp. (CEPEC 2317). A. Ascomas na superfície do hospedeiro. B. Seção do ascoma. C. Anel amilóide do asco. D–G. Ascósporos. (Barras: B= 200 µm; C= 4 µm; D–G= 5 µm). Fotos: Vitória, N.S.

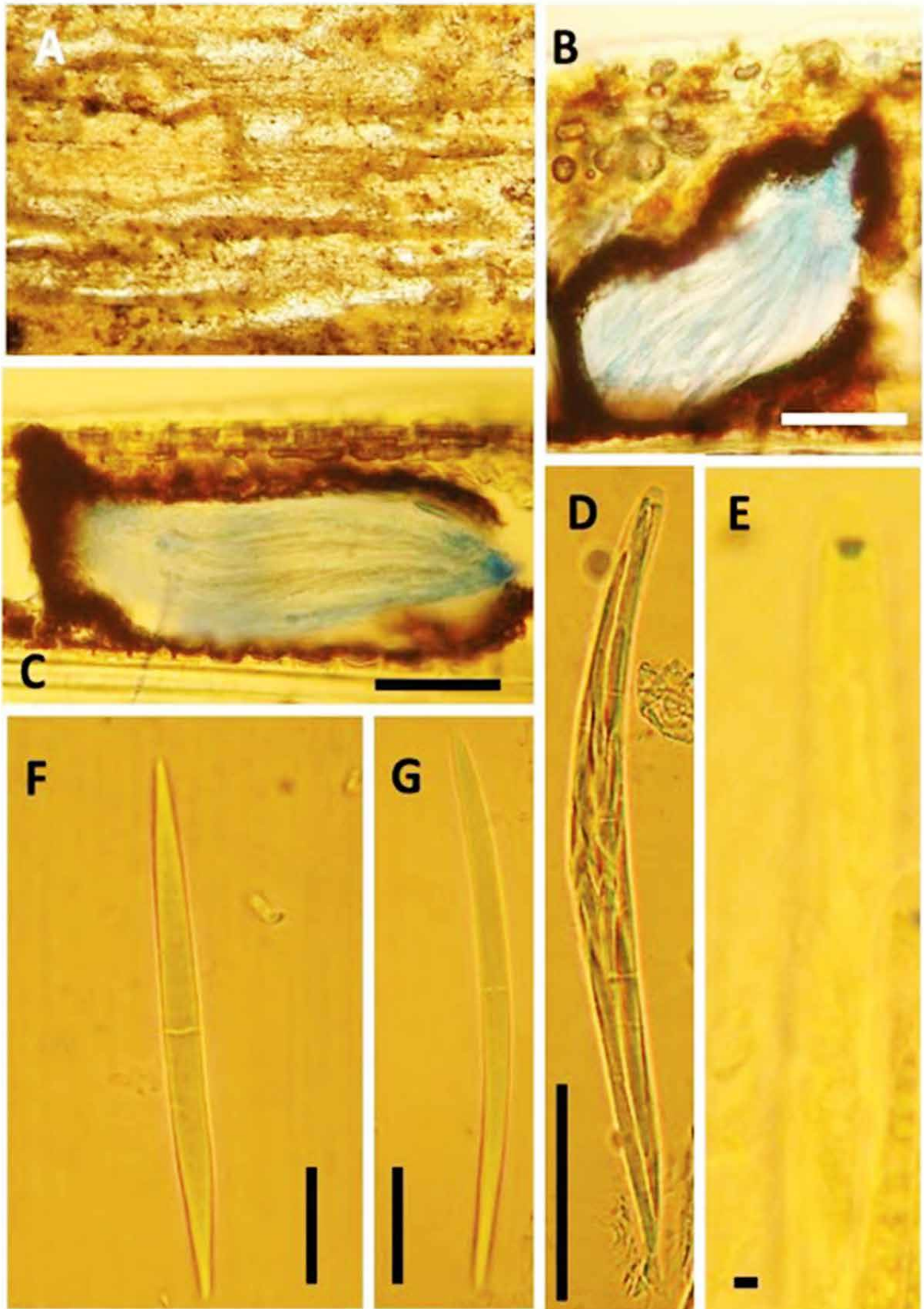


FIGURA 10. *Oxydothis manokwariensis* (CEPEC 2330). A. Aparência dos ascomas na superfície do hospedeiro. B-C. Secções dos ascomas. D. Asco. E. Anel J+. F-G. Ascósporos. (Barras: B-D= 50 μm; E= 3 μm; F-G= 20 μm). Fotos: Vitória, N.S.

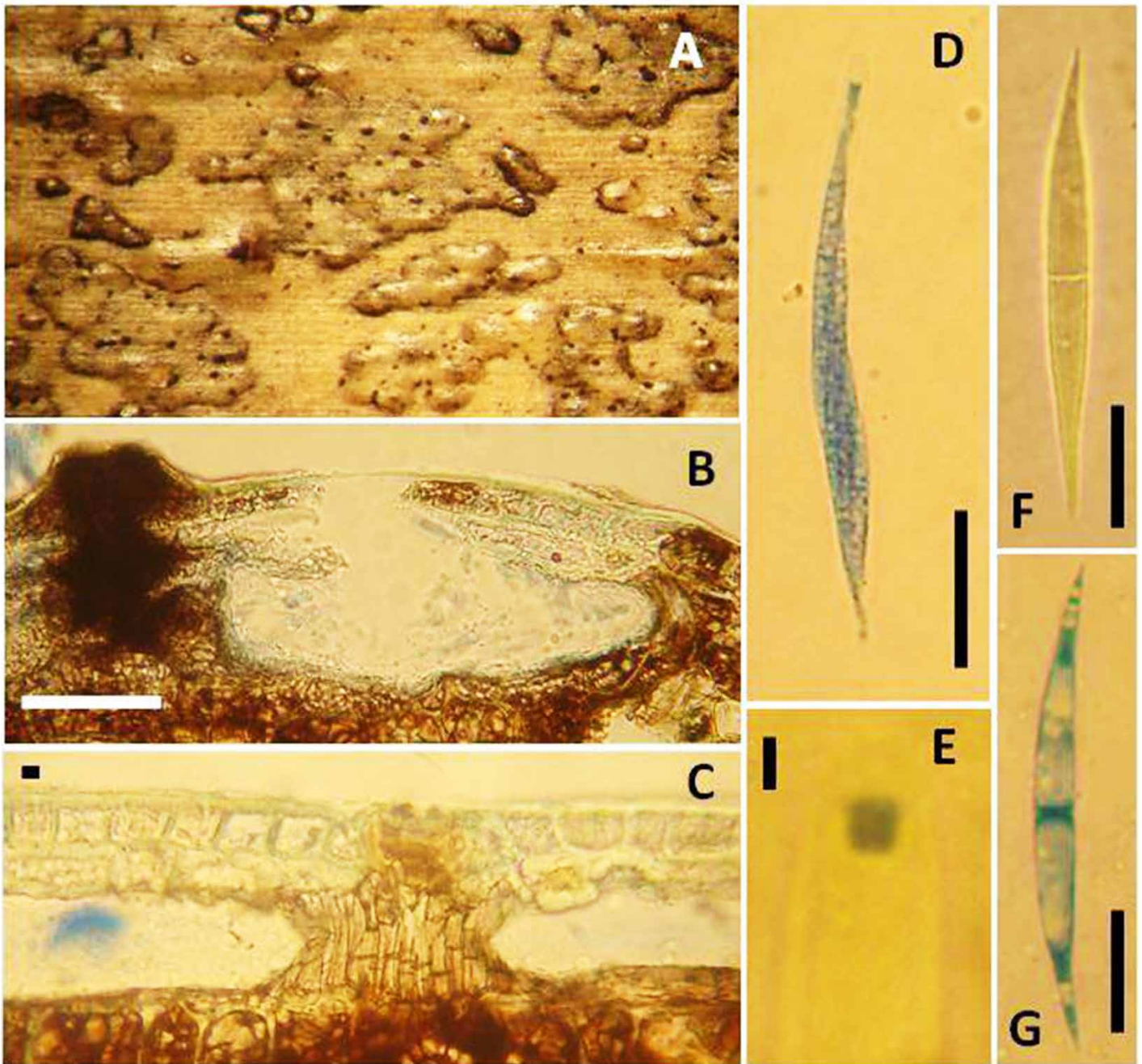


FIGURA 11. *Oxydothis mauritiae* (CEPEC 2331). A. Aparência dos ascomas na superfície do hospedeiro. B. Secção do ascoma. C. Perídio. D. Asco. E. Anel J+. F-G. Ascósporos. (Barras: B= 50 μ m; C= 10 μ m; D, F-G= 20 μ m; E= 3 μ m). Fotos: Vitória, N.S.

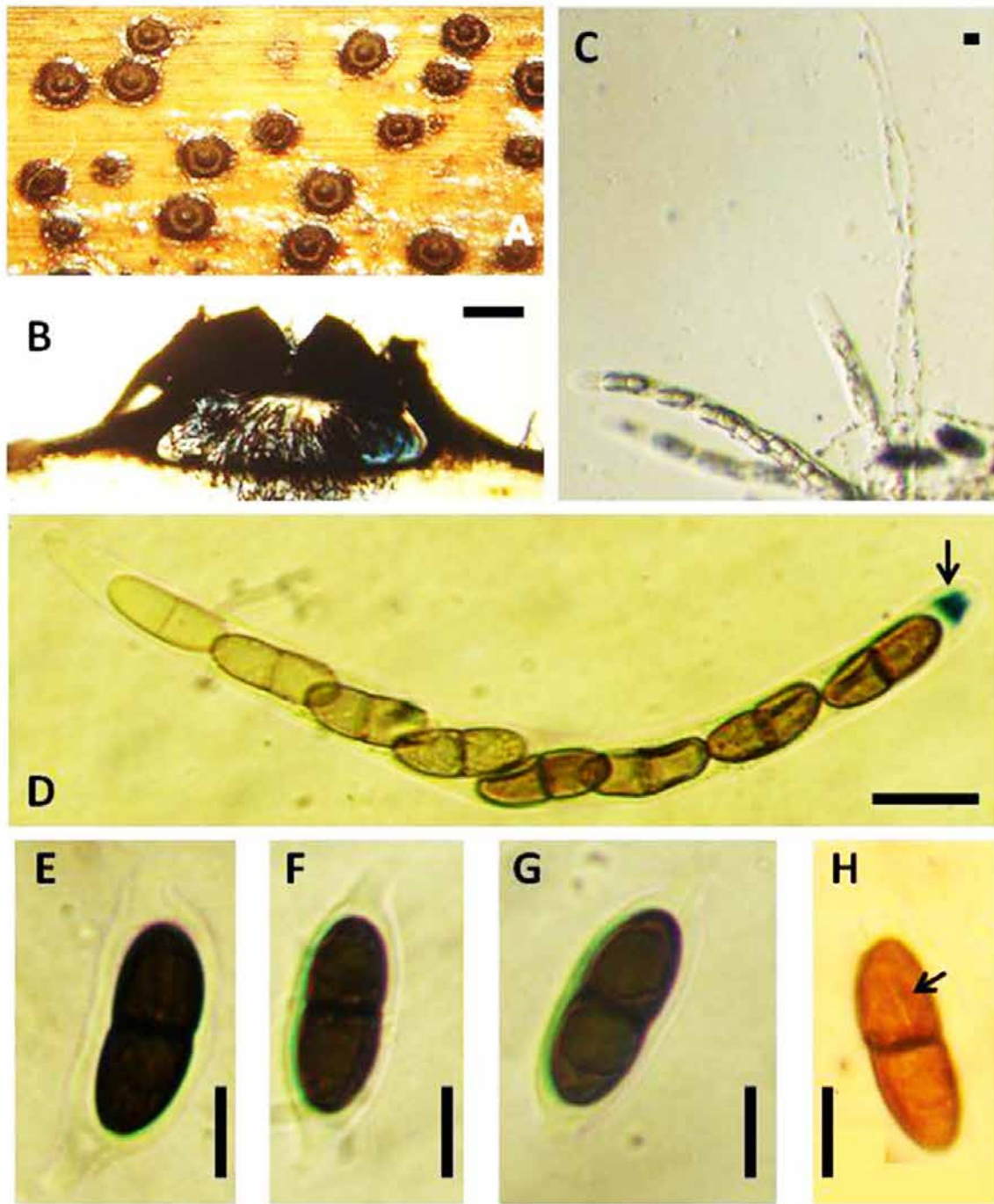


FIGURA 12. *Seynesia nobilis* (CEPEC 2342). A. Aparência dos ascomas na superfície do hospedeiro. B. Secção do ascoma. C. Paráfises. D. Asco (seta indicando o anel J+). E–H. Ascosporos. (Barras: B= 100 µm; D= 20 µm; C= 5 µm; E–H= 10 µm). Fotos: Vitória, N.S.

Material Examinado: BRASIL. BAHIA: Uruçuca, EMARC, em folhas mortas (raque) de *E. guineensis*, 09/VII/2009, Nadja Vitoria (CEPEC 2341). PERNAMBUCO: Cabo de Santo Agostinho, Reserva Biológica de Saltinho, em folhas mortas (raque) de *E. guineensis*, 08/XII/2008, Nadja Vitoria (CEPEC 2342), em folhas mortas (raque) de *E. oleracea*, Nadja Vitoria (CEPEC 2343); em folhas mortas (raque) de *E. guineensis*, 09/VI/2009, Nadja Vitoria (URM 83525, CEPEC 2344); em folhas mortas (raque) de *E. guineensis*, 16/XI/2009, Nadja

Vitoria (CEPEC 2345), em folhas mortas (raque) de *E. oleracea*, Nadja Vitoria (CEPEC 2346).

Thaxteriella* cf. *pezizula (Berk. & M.A. Curtis) Petr. (Figura 13. A-H)

Material Examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Cabo de Santo Agostinho, Reserva Ecológica de Gurjaú, em folhas mortas (raque) de *E. guineensis*, 02/IX/2010, Nadja Vitoria (URM 83527).

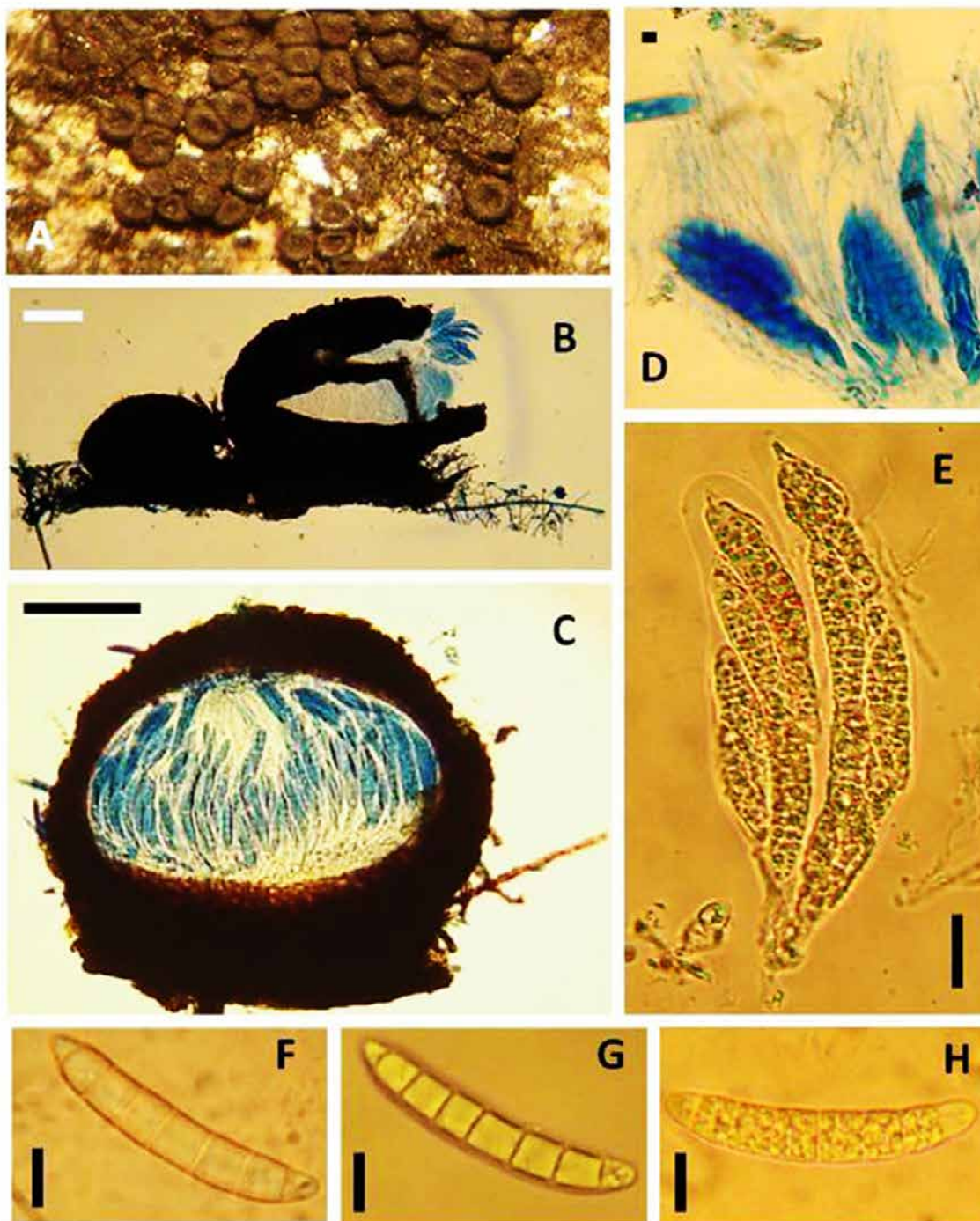


FIGURA 13. *Thaxteriella* cf. *pezizula* (CEPEC 2349). A. Aparência dos ascomas na superfície do hospedeiro. B–C. Secções dos ascoma. C. Paráfises e ascos. E. Ascos. F–H. Ascósporos. (Barras: B–C= 100 μ m; D= 3 μ m; E= 20 μ m; F–H= 10 μ m). Fotos: Vitória, N.S.

Discussão

Todos os fungos foram identificados morfológicamente por meio de literatura especializada (Lu & Hyde 2000; Hyde 1994, 1995, 1996b,c; Ju & Rogers 1996; Fröhlich & Hyde 2000; Sivanesan 1994). Tentativas de isolamento para obtenção de cultura pura a fim de realizar estudos moleculares para corroborar com as análises morfológicas também foram feitas, mas sem êxito. No Brasil, pesquisas taxonômicas e inventários

de fungos examinando substratos de palmeiras tem levado a novas informações sobre a micota dessa família (Vitoria *et al.* 2016b, 2012; Rodrigues 1994; Monteiro *et al.* 2010).

Considerando que a descoberta de novos registros de fungos é frequente, o conhecimento da micota em palmeiras de importância econômica pode servir como indicador dos avanços na micologia quanto aos aspectos taxonômicos e ecológicos de uma região ou de um grupo de hospedeiros. A Microbiota em Arecaceae do

Brasil é rica e diversificada, assim, estudos nesse sentido podem ampliar o conhecimento sobre a preferência de substrato e padrão de distribuição dos fungos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES-MEC Brasil e CNPq-Brasil pela bolsa e a CEPLAC por facilitar o uso dos laboratórios para conduzir a pesquisa

Referências

- Fröhlich J, Hyde KD. 1994. New *Oxydothis* species associated with palm leaf spots in north Queensland, Australia. *Mycological Research* 98: 213-219.
- Fröhlich J, Hyde, KD. 2000. Palm Microfungi. *Fungal Diversity Research Series* 3.
- Hawksworth DL. 1991. Presidential address 1990: The fungal dimension of biodiversity magnitude, significance, conservation. *Mycological Research* 95: 641-655.
- Hyde KD. 1994. Fungi from palms. XIII. The genus *Oxydothis*, a revision. *Sydowia* 46:265-314.
- Hyde KD. 1995. Fungi from palms. XXI. The genus *Seynesia*. *Sydowia* 47(2): 199-212.
- Hyde KD. 1996a. Measuring biodiversity: Diversity of microfungi in north Queensland. In: Bolye TJB., Boontawee B. (eds.) *Measuring and monitoring Biodiversity in Tropical and Temperate Forest*. Jakarta: Cifor, pp. 271-286.
- Hyde KD. 1996b. Fungi from palms. XXVI. The genus *Anthostomella*, with ten new species. *Nova Hedwigia* 62: 273-340.
- Hyde KD. 1996c. Fungi from palms. XXVII. *Capsulospora* gen. nov., with three new species. *Sydowia* 48 (1): 111-121.
- Hyde KD, Bussaban B, Paulus B, Crous PW, Lee S, McKenzie EHC, Photita W & Lumyong S. 2007. Diversity of saprobic microfungi. *Biodiversity and Conservation* 16(1): 7-35.
- Hyde KD, Taylor JE, Fröhlich J. 2000. Genera of Ascomycetes from Palms. *Fungal Diversity Research Series* 2: 1-247.
- Ju YM, Rogers JD. 1996. A revision of the genus *Hypoxyton*. *Mycologia Memoir*. 20: 1-365.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D.W., Stalpers, J.A. 2008. *Dictionary of the Fungi*. 10th ed. Wallingford: CABI.
- Lu BS, Hyde KD. 2000. *Fungal Diversity Research Series* 4. Hong Kong, Fungal Diversity Press.
- Monteiro SJ, Gutiérrez HA, Sotão HMP. 2010. Fungos Anamorfos (hyphomycetes) da Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil. Novos registros para o Neotrópico. *Acta Botanica Brasilica* 24(3): 871-876.
- Oliveira MSP, Muller A A. 1998. Seleção de germoplasma de açazeiro promissor para frutos. Belém: EMBRAPA-CPATU. 5p. (Pesquisa em Andamento, 191).
- Rodrigues KF. 1994. The foliar fungal endophytes of the Amazonian palm *Euterpe oleracea*. *Mycologia* 86(3): 376-385.
- Santos MAL, Vitória NS, Bezerra JL. 2016. Fungos Colonizando Palmeiras em Áreas de Caatinga do Sertão da Bahia. *Agrotrópica* 28: 37-46.
- Sivanesan A 1984. The Bitunicate Ascomycetes and their Anamorphs. J. Cramer, Vaduz, Lichtenstein.
- Vitória NS, Cavalcanti MAQ, Hyde K, Bezerra JL. 2012. *Brunneiapiospora brasiliensis* sp. nov. (Clypeosphaeriaceae) on palms from Brazil. *Nova Hedwigia* 94: 245-250.
- Vitória NS, Cavalcanti MAQ, Santos MVO, Silverio ML, Bezerra JL. 2014. Ascomycota em palmeiras: novos registros e novos hospedeiros para o nordeste brasileiro. *Agrotrópica (Itabuna)* 26: 35-42.
- Vitória NS, Cavalcanti MAQ, Bezerra JL. 2016a. Species of *Astrosphaeriella* and *Fissuroma* from palms: new records for South America and Brazil. *Nova Hedwigia Band*, v. 102, n. 1-2, p. 129-140.
- Vitória NS, Cavalcanti MAQ, Bezerra JL. 2016b. Species of *Astrosphaeriella* and *Fissuroma* from palms: new records for South America and Brazil. *Nova Hedwigia* 102(1-2): 129-140.

Controle do ácaro-da-necrose *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) em coqueiro

Adenir Vieira Teodoro, Jéssica Fontes Vasconcelos,
Caroline Rabelo Coelho, José Guedes de Sena Filho,
Aldomario Santo Negrisoli Junior & Elio Cesar Guzzo

O ácaro-da-necrose, *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae), é uma das principais pragas do coqueiro no Brasil. O controle dessa praga geralmente é realizado por meio de aplicações frequentes de agrotóxicos. Óleos vegetais também vêm sendo usados no controle do ácaro-da-necrose, com a vantagem de serem, geralmente, menos tóxicos ao homem e ao ambiente. No entanto, pouco se sabe sobre a eficiência relativa de óleos vegetais e de agrotóxicos no controle do ácaro-da-necrose. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a bioatividade de óleos vegetais ao ácaro-da-necrose e sua eficácia relativa em comparação com agrotóxicos. Os óleos de algodão, babaçu, soja degomada e coco foram tóxicos e repelentes ao ácaro-da-necrose indicando bioatividade em condições de laboratório. Com base nos estudos de bioatividade, o óleo de algodão foi escolhido para ser avaliado em comparação com agrotóxicos no controle do ácaro-da-necrose em condições de campo. Os resultados demonstram que o óleo de algodão foi tão eficiente quanto os agrotóxicos fenpiroximato e abamectina na redução da abundância do ácaro-da-necrose em condições de campo.

Introdução

O ácaro-da-necrose, *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae), é uma praga chave do coqueiro no Brasil, e causa prejuízos, sobretudo na região Nordeste, em função de condições climáticas adequadas ao seu desenvolvimento (Ferreira *et al.* 1998; Ferreira *et al.* 2009; Moraes & Flechtmann 2008). Colônias do ácaro-da-necrose se desenvolvem protegidas sob as brácteas do fruto, o que dificulta o seu controle (Figura 1) (Moore & Howard 1996). Inicialmente, manchas amareladas de formato triangular surgem na epiderme dos frutos, as quais evoluem para necroses (Figura 2) (Navia *et al.* 2013). O ataque da praga leva à redução da copra, água e queda prematura de frutos (Navia *et al.* 2013). O controle químico constitui-se na principal forma de controle do ácaro-da-necrose, e atualmente existem dez agrotóxicos registrados para o seu controle (Tabela 1) (AGROFIT 2018). No entanto, observa-se, com frequência, o uso de produtos não registrados, de amplo espectro, que provocam aumento no custo de produção e problemas como surtos de pragas, surgimento de resistência, intoxicações dos operários e animais, danos ambientais e riscos à saúde dos consumidores (Ferreira *et al.* 1998; Geiger *et al.* 2011).

É nesse contexto que alternativas ecológicas podem auxiliar na recuperação do equilíbrio do

agroecossistema e contribuir, junto com outros métodos, para um manejo mais ecológico de pragas (Andrighetto & Kososki 2002; Gallo *et al.* 2002; Lemos *et al.* 2011). Diversos óleos vegetais vêm sendo usados empiricamente no controle de pragas, no entanto, há uma carência de estudos que demonstrem sua bioatividade e eficiência relativa em comparação com agrotóxicos.

Material e métodos

Toxicidade de óleos vegetais

As concentrações letais (CL) dos óleos de algodão, babaçu, soja degomada e coco foram estimadas para o ácaro-da-necrose. Para tal, adultos da praga foram transferidos para discos meristemáticos de frutos de coqueiro (1 cm de diâmetro) previamente pulverizados com os óleos vegetais por meio de uma torre de pulverização de Potter (Oliveira *et al.* 2017). A mortalidade dos ácaros foi avaliada após 24 horas da exposição aos óleos e as CLs foram estimadas por meio de análise de Probit (Oliveira *et al.* 2017; Teodoro *et al.* 2017).

Repelência relativa do óleo de algodão

A repelência do óleo de algodão e dos agrotóxicos azadiractina (Azamax®), espiroclorfenol



FIGURA 1. Colônia do ácaro-da-necrose, *Aceria guerreronis*. Foto: Jéssica Fontes Vasconcelos.

FIGURA 2. Fruto de coqueiro atacado pelo ácaro-da-necrose, *Aceria guerreronis*. Foto: Adenir Vieira Teodoro.

TABELA 1. Acaricidas registrados para o controle do ácaro-da-necrose *Aceria guerreronis* em coqueiro no Brasil. Fonte: AGROFIT 2018.

Produto comercial	Ingrediente ativo	Dose do produto comercial	Volume de calda (aplicação terrestre)	Classe toxicológica	Periculosidade Ambiental
Envidor	Espirodiclofeno	30 mL/ 100 L de água	1000 L/ha	Medianamente tóxico	Perigoso
Ortus 50 SC	Fenpiroximato	200 mL/ 100 L de água	500 – 600 L/ha	Altamente tóxico	Muito Perigoso
Azamax*	Azadiractina	200-250 mL/ 100 L de água	400 – 1000 L/ha	Medianamente tóxico	Pouco Perigoso
Sanmite EW*	Piridabem	75 mL/ 100 L de água	500 – 600 L/ha	Medianamente tóxico	Perigoso
Talento*	Hexitiazoxi	3 g/ 100 L de água	2 L/ planta	Altamente tóxico	Muito Perigoso
Oberon*	Espiromesifeno	0,4 – 0,6 L/ha	400 – 1000 L/ha	Medianamente tóxico	Muito perigoso
Abamectin Nortox*	Abamectina	75 mL/100 L de água	400 L/ha	Medianamente tóxico	Perigoso
Vertimec 18 EC*	Abamectina	300 mL/ha	400 L/ha	Medianamente tóxico	Muito perigoso
Abamex*	Abamectina	75 mL/ 100 L de água	400 L/ha	Extremamente tóxico	Perigoso
Potenza Sinon*	Abamectina	300 mL/ha	400 L/ha	Extremamente tóxico	Perigoso

* No Agrofít, consta o nome antigo do ácaro-da-necrose, *Eriophyes guerreronis*, para esses acaricidas.

(Envidor®), fenpiroximato (Ortus 50 SC®), abamectina (Vertimec 18 EC®) foi avaliada comparativamente para o ácaro-da-necrose. Para tal, adultos do ácaro-da-necrose foram liberados no centro de arenas de com metade tratada e metade não tratada pelos produtos. Após 1 hora da liberação, a posição dos ácaros foi registrada para avaliação da repelência. Os dados foram submetidos ao teste binomial a 5% de probabilidade (Teodoro et al. 2017).

Controle em condições de campo

O experimento foi instalado em coqueiral da variedade anão verde localizado em Neópolis – SE em delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos e cinco repetições, totalizando 35 plantas úteis sob condições de infestação natural do ácaro-da-necrose (Figura 3). Os tratamentos foram azadiractina, espiroclifeno, fenpiroximato, abamectina, três pulve-



FIGURA 3. Detalhe do experimento de controle do ácaro-da-necrose, *Aceria guerreronis*. Foto: Adenir Vieira Teodoro.

rizações quinzenais seguidas de pulverizações mensais de óleo de algodão (+ 1% de detergente neutro como adjuvante) e duas aplicações quinzenais seguidas de aplicações mensais de óleo de algodão (+ 1% de detergente neutro) e controle (aplicação apenas de água). O óleo de algodão foi escolhido por possuir toxicidade semelhante aos demais óleos (Tabela 2) e pela facilidade de aquisição na região onde o estudo foi conduzido. A concentração do óleo de algodão utilizada no experimento equivale à CL_{99} (concentração do óleo que mata 99% da população da ácaro-da-necrose) (Tabela 2) e os agrotóxicos foram pulverizados em suas respectivas dosagens recomendadas pelo fabricante (Tabela 1). A aplicação dos produtos foi realizada mensalmente e todos os cachos foram pulverizados, no entanto apenas os frutos dos dois cachos mais novos foram avaliados ao longo do tempo. As avaliações foram realizadas quinzenalmente por meio da coleta de um fruto por cacho novo e contagem do número de ácaros presentes sob a superfície das brácteas. As avaliações foram realizadas até o ponto de colheita (6-7 meses). A abundância do ácaro-da-necrose nos diferentes tratamentos ao longo do tempo foi avaliada por meio de Análise de variância para medidas repetidas.

TABELA 2. Concentrações letais (CL) ($\mu\text{l}/\text{cm}^2$) de óleos vegetais ao ácaro-da-necrose *Aceria guerreronis*.

Óleo	CL_{50}	CL_{99}	Referência
Algodão	0,65	1,6	Teodoro <i>et al.</i> 2017
Babaçu	0,26	1,48	Oliveira <i>et al.</i> 2017
Soja degomada	0,15	1,39	Oliveira <i>et al.</i> 2017
Coco	0,38	1,03	Oliveira <i>et al.</i> 2017

Resultados e discussão

Toxicidade de óleos vegetais

Os óleos de algodão, babaçu, soja degomada e coco foram tóxicos ao ácaro-da-necrose em condições de laboratório (Tabela 2). Óleos vegetais possuem ácidos graxos saturados e insaturados em sua composição, os quais conferem bioatividade a diversas pragas agrícolas (Sims *et al.* 2014; Teodoro *et al.* 2017; Oliveira *et al.* 2017). Especificamente, o óleo de algodão possui o ácido linoleico como o principal ácido graxo, seguido pelo ácido oleico e menores porções dos ácidos palmítico, linoleico, láurico, mirístico, esteárico, araquídico, behênico e lignocérico (Teodoro *et al.* 2017). Os óleos de babaçu e coco possuem composição química similar, com o ácido láurico como o composto majoritário, altas porções do ácido linoleico, mirístico e palmítico e baixas quantidades dos ácidos caprílico, caproico, araquídico, lignocérico, cáprico, e behênico. O óleo de soja degomada possui o ácido linoleico como o principal composto, seguido pelos ácidos palmítico, e menores porções dos ácidos behênico, araquídico, mirístico e lignocérico (Oliveira *et al.* 2017).

Repelência relativa do óleo de algodão

Adicionalmente à toxicidade, o óleo de algodão e todos os agrotóxicos testados exerceram repelência ao ácaro-da-necrose (Tabela 3). Os ácaros possivelmente detectaram substâncias tóxicas e se moveram para fora da área tratada ou o produto causou evasão após o contato (irritabilidade) (Cordeiro *et al.* 2010), sugerindo que a praga evitaria áreas tratadas com o óleo de algodão e os agrotóxicos testados. De fato, a repelência de produtos a pragas é um atributo não letal desejável em programas de manejo integrado.

Controle em condições de campo

Adensidade populacional do ácaro-da-necrose foi influenciada pelos tratamentos (Figura 4). O número de *A. guerreronis* na epiderme dos

TABELA 3. Repelência ao ácaro-da-necrose *Aceria guerreronis* 1 hora após liberação em arenas com metade tratada (+) e metade não tratada (-) com agrotóxicos e óleo de algodão. Teste binomial a 5% de probabilidade.

Tratamentos	+	-	p
Azadiractina	6	24	0,0007
Espiroadiclofeno	9	21	0,0213
Fenpiroximato	0	30	<0,0001
Abamectina	2	28	<0,0001
Óleo de algodão	10	20	0,0493

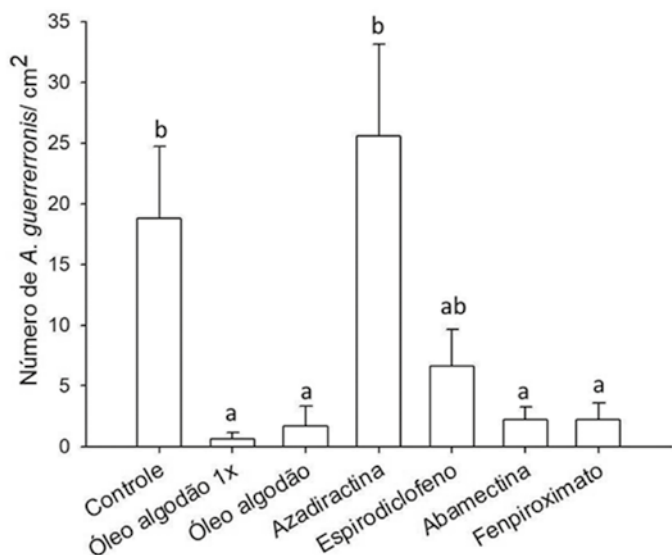


FIGURA 4. Número de adultos do ácaro-da-necrose *Aceria guerreronis* na epiderme sob as brácteas de frutos tratados com agrotóxicos e com o óleo de algodão. Médias \pm EP são apresentados. Anova para medidas repetidas seguidas de teste de Fisher a 5% de probabilidade.

frutos foi menor nos tratamentos com óleo de algodão, abamectina e fenpiroximato em comparação com azadiractina e controle (Figura 4; $F_{6,63} = 2,67$; $P = 0,022$). Portanto, o óleo de algodão poderia ser utilizado em programas de manejo integrado do ácaro-da-necrose.

Conclusão

Os óleos de algodão, babaçu, soja degomada e coco foram tóxicos ao ácaro-da-necrose em condições de laboratório. O óleo de algodão também possui atividade repelente ao ácaro-da-necrose, assim como os agrotóxicos testados, indicando que além da toxicidade esses produtos também repelem a praga. Em condições de campo, o óleo de algodão foi tão eficiente quanto acaricidas (fenpiroximato e abamectina) na redução da abundância do ácaro-da-necrose. O óleo de algodão tem potencial para ser utilizado no controle ácaro-da-necrose em programas de manejo dessa praga.

Referências

- AGROFIT - Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/SDA. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. 03 Dez. 2017.
- Andrigueto JR, Kososki AR. 2002. Marco legal da produção integrada de frutas do Brasil. Brasília, MAPA/SARC.
- Cordeiro EMG, Correia AS, Venzon M, Guedes RNC. 2010. Insecticide survival and behavioral avoidance in the lacewings *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cubana*. Chemosphere (in press). doi: 10.1016/j.chemosphere.2010.08.021.
- Ferreira JMS, Lima MF, Santana DLQ, Moura JIL, Souza LA. Pragas do coqueiro. In: Ferreira JMS, Warwick DRN, Siqueira LA. 1998. A cultura do coqueiro no Brasil. 2nd. Brasília, DF: Embrapa - SPI; Aracaju, Embrapa - CPATC, p. 189-267.
- Ferreira JMS. 2009. Pragas e métodos de controle ajustados à baixa capacidade de investimentos dos pequenos produtores rurais. In: Cintra FLD, Fontes HR, Passos EEM, Ferreira JMS. Eds. Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no Nordeste do Brasil. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros. p. 191-218.
- Gallo D, Nakano O, Silveira Neto S, Carvalho RPL, Batista GC, Berti Filho E, Parra JRP, Zucchi RA, Alves SB, Vendramin JD, Marchini LC, Lopes JRS, Omoto C. 2002. Entomologia Agrícola. Piracicaba, Fealq.
- Geiger F, Bengtsson J, Berendse F et al. 2011. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. Basic and Applied Ecology 11: 97-105.
- Lemos F, Sarmiento RA, Teodoro AV, Santos GR, Nascimento IR. 2011. Agroecological strategies for arthropod pest management in Brazil. Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture 3: 142-154.
- Moore D, Howard FW. 1996. Coconuts. In: Lindquist EE, Sabelis MW, Bruin J. (Eds.) Eriophyoid mites: their biology, natural enemies and control. Amsterdam, Elsevier. p. 561-570.
- Moraes GJ, Flechtmann CHW. 2008. Manual de acarologia: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, Holos.
- Navia D, Gondim Jr MGC, Aratchige NS, Moraes GJ. 2013. A review of the status of the coconut mite, *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae), a major tropical mite pest. Experimental and Applied Acarology 59: 67-94.
- Sims SR, Balusu RR, Ngumbi EN, Appel AG. 2014. Topical and vapor toxicity of saturated fatty acids to the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). Journal of Economic Entomology 107: 758-763.
- Teodoro AV, Silva MJS, Sena Filho JG, Oliveira EE, Galvão AS, Silva SS. 2017. Bioactivity of cottonseed oil against the coconut mite *Aceria guerreronis* and side effects on *Typhlodromus ornatus* (Acari: Phytoseiidae). Systematic & Applied Acarology 22: 1037-1047.

Coleópteros associados a palmeiras na região Sul da Bahia

Maria Aparecida Leão Bittencourt, Elisângela Alves Santos Félix Melo, Gildeir Braga de Souza Santos, Alexandre da Silva Lima, Yasmine Ohana Silva da Hora, Alex Martins Vidal, Juliana Coelho da Cruz, Víctor Marsel Amorim Reis & Olívia Oliveira dos Santos

No período de agosto de 2014 a fevereiro de 2018, em áreas com palmeiras na região Sul da Bahia, foram alocadas armadilhas do 'tipo Pet', tendo como atrativos: toletes de cana-de-açúcar (alimentar) e feromônio de agregação, visando à captura de insetos. Em áreas com dendezeiros e piaçaveiras, foram colocadas três armadilhas adesivo-amarelas próximas às inflorescências para captura de polinizadores, por 12 meses. Na triagem, os coleópteros foram mortos, contabilizados e catalogados. Cada espécie, e ou gênero de coleóptero foi categorizado quanto à sua dominância, abundância, frequência e constância na comunidade. O maior número de espécies ocorreu em áreas com piaçaveiras e dendezeiros. *Metamasius hemipterus* foi capturado em maior número em todas as áreas, seguido por *Rhynchophorus palmarum* e *M. canalipes* (Curculionidae). Também foram capturados: *Rhinostomus barbirostris* e *Dynamis borassi* (Curculionidae), *Pachymerus nucleorum* (Chrysomelidae), *Hoplopyga ocellata*, *H. liturata*, *Leucothyreus suturalis*, *Leucothyreus* sp., *Strategus aloeus* e *Deltochilum* aff. *irroratum* (Scarabaeidae). Apenas *M. hemipterus* e *R. palmarum* atingiram os índices faunísticos máximos. Coleópteros predadores também ocorreram, com identificação de *Hololepta quadridentata* e *Omalodes foveola* (Histeridae). *Elaeidobius kamerunicus* e *E. subvittatus* (Curculionidae) foram os polinizadores de maior ocorrência dendezeiros, seguido por *Mystrops* (Nitidulidae). Em piaçaveiras a maior ocorrência foi de exemplares de *Mystrops*, seguido por *Andranthobius* sp., *Celetes bipunctatus* e *Celetes* sp. (Curculionidae).

Introdução

A família Arecaceae, cujos representantes são geneticamente conhecidos como palmeiras (Souza & Lorenzi 2008), é constituída de espécies consideradas de grande importância para o paisagismo e também para a exploração agrícola, como o coqueiro (*Cocos nucifera*), o dendezeiro (*Elaeis guineensis*), a pupunheira (*Bactris gasipaes*), a piaçava (*Attalea funifera*), o açazeiro (*Euterpe oleracea*), o palmito-juçara (*Euterpe edulis*) e o licurizeiro (*Syagrus coronata*), entre outras.

A região Sul do Estado da Bahia compreende uma faixa da Mata Atlântica, e o agronegócio de Arecaceae tem expandido em vários municípios, sendo que o coqueiro, o dendezeiro, a pupunheira, a piaçaveira e o açazeiro são as principais culturas comerciais na região. Os problemas fitossanitários como a alta incidência de pragas vêm sendo um dos fatores limitantes para a exploração comercial causando perdas consideráveis na produtividade (Leiras et al. 2006; Brazílio et al. 2012; Guimarães & Silva 2012; Levermann & Souza 2014; Montoya et al. 2015).

Os coleópteros são os principais insetos associados às palmeiras, sendo que adultos de algumas espécies causam prejuízos econômicos, pois se alimentam de folhas, frutos, ramos, estipe, dentre outras estruturas da planta, além de serem vetores de doenças. Mas há outras espécies que beneficiam as palmeiras como os polinizadores e os insetos predadores que contribuem no controle natural das pragas.

Como uma das principais espécies de insetos-praga associadas às palmeiras, podemos relatar a broca-do-olho-do-coqueiro, *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae), pois suas larvas se alimentam dos tecidos da planta, e o adulto danifica as folhas em formação. O odor liberado pelo ataque atrai outras brocas que irão depositar ovos na base da ráquis. O adulto também é um dos vetores da doença anel-vermelho, um dos maiores problemas fitossanitário do dendezeiro na Bahia, além de infestarem outras palmeiras, causada pelo nematoide *Bursaphelenchus cocophilus*, e da resinose cujo agente causal é o fungo *Ceratocystis paradoxa* (Sánchez & Cerda 1993; Sánchez-Soto & Nakano 2002;

Costa-Carvalho *et al.* 2011; Molin & Barreto 2012; Ruiz *et al.* 2013; Silva *et al.* 2016). Além de palmeiras, há registros da sua ocorrência em plantios de cana-de-açúcar, abacaxi, mamão, banana, cacau e helicônias, sendo polífaga (Batista Filho *et al.* 2002; Rocha 2012; Broglio *et al.* 2014).

O gênero *Metamasius* (Coleoptera: Curculionidae) foi citado por Silva & Martins-Silva (1991) também como vetor da doença do anel-vermelho em dendezeiros, sendo significativa a presença dos nematoides tanto internamente quanto externamente nos insetos. A espécie *Metamasius hemipterus*, comumente denominada de 'broca-rajada', deposita ovos de coloração branco-leitosa, com forma elíptica, e cerca de 2 mm de comprimento. As larvas são ápodes, de coloração branco-leitosa, com a cápsula cefálica de coloração amarela a marrom, podendo alcançar mais de 10 mm de comprimento nos últimos instares, e se alimentam do estipe. As pupas ficam protegidas dentro de um casulo confeccionado, pela própria larva, com fibras da planta hospedeira (Esteban-Durán *et al.* 1998; Zorzenon *et al.* 2000; León-Brito *et al.* 2005).

A 'broca-rajada' foi relatada atacando diversas plantas como a pupunheira na Costa Rica (Arroyo-Oquendo *et al.* 2004), e no estado da Florida dos Estados Unidos; na Venezuela e na Colômbia foi capturada em armadilhas em plantios de bananeira (Vergara & Ramírez 2000; Sepúlveda-Cano & Rubio-Gómez 2009). No Brasil, está associada a vários hospedeiros: açazeiro, coqueiro, dendezeiro, palmito-juçara, pupunheira, tamareira (*Phoenix dactylifera*), palmeira-real-da-austrália (*Archontophoenix* spp.), palmeira-real (*Roystonea regia*) representantes da família Arecaceae (Zorzenon *et al.* 2000; Yasuda 2005; Gomes 2008; Molin & Barreto 2012), além da bananeira (*Musa* spp. – Musaceae) (Fancelli *et al.* 2012; Broglio *et al.* 2014) e de helicônias (*Heliconia* spp. – Heliconiaceae) (Mattos Sobrinho *et al.* 2012; Rocha 2012).

Outras espécies, não menos importantes, também são descritas associadas a várias plantas hospedeiras de importância agrícola, como *Metamasius bisbisignatus*, *M. canalipes*, *M. distortus* e *M. ensirostris* encontrados em cana-de-açúcar, *Musa* sp. e várias espécies da família Arecaceae (Vaurie 1966; Bulgarelli *et al.* 1998; Zorzenon *et al.* 2000; Yasuda 2005).

Como injúria e danos causados pelas larvas e adultos de *Metamasius*, foi observado o broqueamento do caule das plantas, que pode favorecer a entrada de fitopatógenos. Devido à sua distribuição e à mobilidade dessas espécies,

associadas aos nematoides, esse inseto pode ser um importante disseminador de doenças em diversas culturas (Bulgarelli *et al.* 1998; León-Brito *et al.* 2005).

Além da broca-do-olho-do-coqueiro e da broca-rajada, outros coleópteros-praga também estão associados a espécies de Arecaceae, como a broca-do-pedúnculo-floral (*Homalinotus coriaceus*) e a broca-do-estipe (*Rhinostomus barbirostris*) (Coleoptera: Curculionidae), e espécies de *Pachymerus* (Coleoptera: Chrysomelidae). A broca-do-estipe também é considerada uma praga chave do coqueiro por seu dano direto e indireto como vetor da doença conhecida como resinose (Warwick & Passos 2009), podendo causar diminuição da produtividade da planta e até morte da mesma. Fêmeas de *R. barbirostris* depositam ovos no estipe do coqueiro e as larvas se desenvolvem em seu interior causando interrupção no fluxo de seiva, reduções drásticas de produtividade e morte da planta (Warwick & Passos 2009; Moura 2017). Algumas espécies da tribo Pachymerini são economicamente importantes, pois se alimentam quase que exclusivamente de sementes de palmeiras, como *Pachymerus nucleorum* (Grenha *et al.* 2008, 2017).

Além de insetos-praga, outras espécies de coleópteros atuam como inimigos naturais, contribuindo no controle natural. Os coleópteros da família Histeridae são insetos frequentemente encontrados em matéria orgânica em decomposição, mas tanto os adultos quanto as larvas são predadores de várias ordens de insetos sendo considerados generalistas. Estes aproveitam locais na planta onde já foram feitas galerias para se alimentar das larvas dos insetos presentes (Coletto-Silva & Freire 2006; Lopes *et al.* 2006; Triplehorn & Johnson 2011). *Hololepta quadridentata* e *Omalodes foveola* (Histeridae) foram relatadas como predadoras de larvas do moleque-da-bananeira (*Cosmopolites sordidus* – Curculionidae) (Boscán de Martínez & Godoy 1991; Goitiá & Cerda 1998; Fancelli & Mesquita 2000; Leivas *et al.* 2013), e de larvas de *Scyphophorus acupunctatus* (Curculionidae) que é praga de plantas da família Agavaceae na Europa (Lencina & Gallego 2014). Há registro de *Hololepta* sp. em áreas de bananeiras na Venezuela onde foram coletados exemplares da broca-rajada e da broca-do-olho-do-coqueiro (Vergara & Ramírez 2000), em plantios de dendezeiro no Estado do Pará (Tinôco 2008), e em plantio comercial de helicônias na região Sul da Bahia (Rocha 2012).

Os principais polinizadores das palmeiras são insetos, que se desenvolvem e reproduzem nas inflorescências, com relato de que das espé-

cies estudadas, 29% são polinizadas por coleópteros, 26% por himenópteros (Meliponinae) e 8% por dípteros (Henderson 1986; Núñez-Avellaneda & Rojas-Robles 2008; Barfod et al. 2011; Núñez A. et al. 2015; Nuñez Avellaneda & Carreño 2017).

Há poucos registros sobre insetos associados às inflorescências das palmeiras no Brasil (Oliveira et al. 2003). Algumas espécies de coleópteros das famílias Curculionidae e Nitidulidae são consideradas os polinizadores mais importantes das palmeiras. Há registro de *Elaeidobius kamerunicus*, *E. subvittatus*, *E. singularis* e *E. plagiatus* (Curculionidae) como polinizadores mais frequentes de plantas do gênero *Elaeis*, e de *Mystrops costaricensis* (Nitidulidae) (Moura et al. 2008; Kirejtshuk & Couturier 2009, 2010; Labarca & Narváez 2009). *Mystrops debilis* foi capturado em inflorescências de piaçaveiras no Estado da Bahia, tendo sido relatado que espécies deste gênero são polinizadoras desta cultura (Voeks 2002; Kirejtshuk & Couturier 2010), e de *Attalea phalerata* no Estado do Mato Grosso do Sul (Fava et al. 2011). *Celetes bipunctatus* e *C. planithorax* foram observados em inflorescências de piaçaveiras na Bahia, tendo sido relatados como polinizadores casuais (Voeks 2002).

Outras espécies de coleópteros são relatadas como visitantes florais em inflorescências de Arecaceae. *Cyclocephala stictica* e *C. fuliginea* foram associadas à inflorescência de *Oenocarpus bataua* (palmeira patauá) localizadas nos Andes Colombiano (Núñez-Avellaneda & Rojas-Robles 2008) e *C. verticalis* associada ao sistema radicular de *Acrocomia aculeata* (bocaiúva) no Mato Grosso do Sul (Puker et al. 2009). Em

inflorescências de pupunheira foram capturados exemplares de *Palmocentrinus* no Estado de São Paulo (Garcia et al. 2013), e *P. cf. lucidulus* e *Dialomia* sp. foram observados em flores de *Syagrus petraea* (coco de vassoura) nos Estados de São Paulo e Minas Gerais, tendo sido observado a ocorrência de *Dialomia* sp. em flores masculinas de *Butia paraguayensis* (butiá do cerrado) (Silberbauer-Gottsberger et al. 2013).

Em razão da importância de espécies de Arecaceae exploradas economicamente na região Sul da Bahia, principalmente por pequenos produtores, e devido aos poucos relatos de outros insetos associados a açazeiro, coqueiro, dendezeiro, piaçaveira e pupunheira, o objetivo deste estudo foi registrar a diversidade de coleópteros associados a essas culturas, em municípios da região Sul da Bahia, com enfoque na determinação de espécies pragas e seus predadores.

Material e métodos

O estudo, em campo, foi desenvolvido no período de agosto de 2014 a fevereiro de 2018, em áreas com palmeiras localizadas região Sul da Bahia (Quadro 1, Figura 1).

Em campo, foram alocadas armadilhas tipo 'Pet' (politereftalato de etileno) confeccionadas com garrafas plásticas de 1,5 litros adaptada de Ferreira (2007). Nas armadilhas foram utilizados como atrativos toletes de cana-de-açúcar (20 cm de comprimento) que foram amassados (alimentar) e feromônio de agregação (RMD-1® e Rincoforol®) que foi pendurado internamente

QUADRO 1. Dados gerais dos locais de estudo na região Sul da Bahia.

Culturas	Municípios	Propriedades	Coordenadas
Açazeiro (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.) e coqueiro (<i>Cocos nucifera</i> L.)	Ilhéus	Faz. Omarita	14°47'S; 39°6'W; 8,5m
Açazeiro e pupunheira (<i>Bactris gasipaes</i> Kunth)	Arataca	Faz. Bom Retiro	(15°13'S; 39°26'W)
Açazeiro e pupunheira	Camamu	Faz. Nova Kênia	(13°58'S; 39°10'W)
Coqueiro e piaçaveira (<i>Attalea funifera</i> Mart.)	Itacaré	Faz. São Miguel	14°23'S; 39°03'W; 109m
Coqueiro, dendezeiro (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) e pupunheira	Una	Estação Lemos Maia	15°16'S; 39°05'W; 58m
Dendezeiro	Igrapiúna	Sítio São Jorge	13°50'S; 39°08'W; 41m
Dendezeiro e piaçaveira	Igrapiúna	Faz. Limeira	13°52'S; 39°08'W; 22m
Piaçaveira e pupunheira	Una	Faz. Guarujá	15°14'S; 39°04'W; 60 m
Pupunheira	Itajuípe	Faz. Boa Vista	14°41'S; 39° 22'W; 92m
Pupunheira	Uruçuca	Faz. Centenário	14°32'S; 39°20'W; 75m

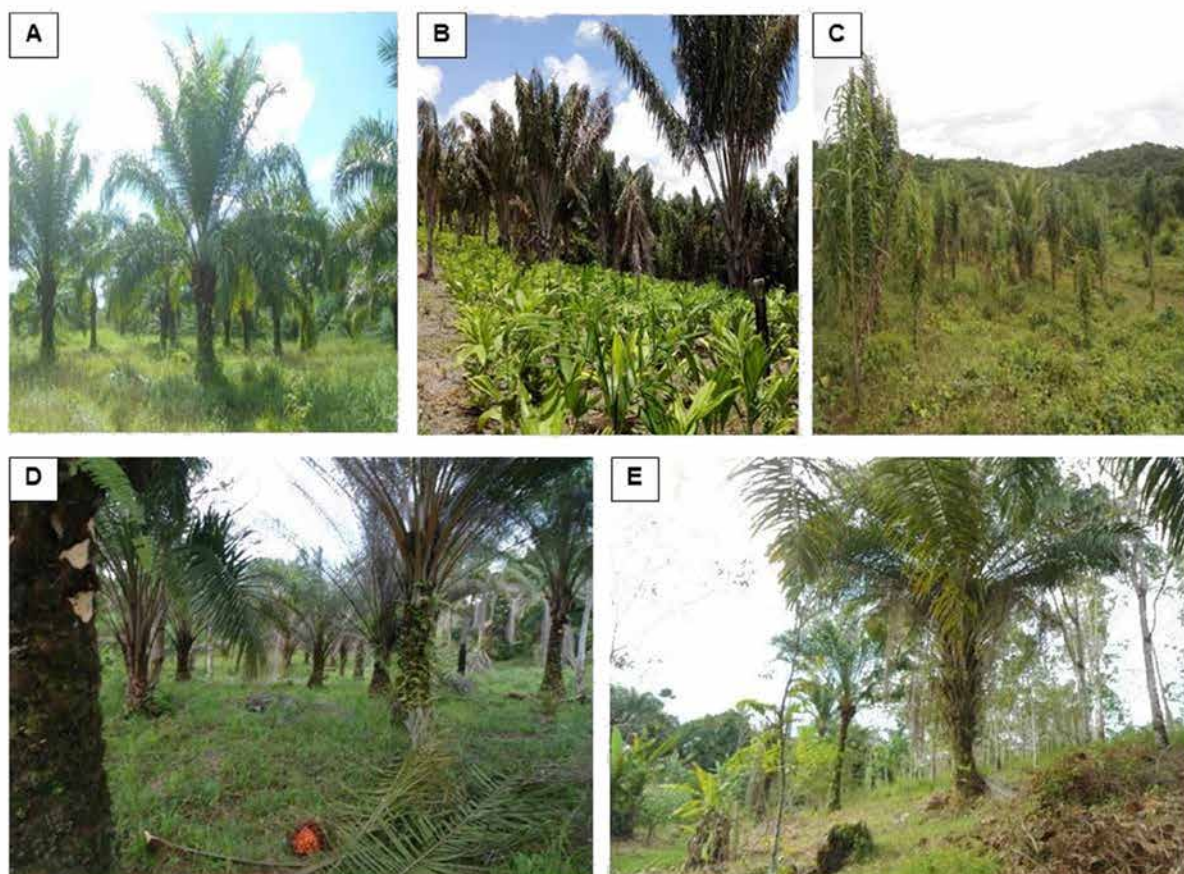


FIGURA 1. Área de dendezeiro localizada em Una (Estação Experimental Lemos Maia da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) (A); área de piaçaveira consorciada com pupunheira – Fazenda Guarujá (B); área de piaçaveira – Fazenda São Miguel (C); área de dendezeiro – Fazenda Limeira (D) e Sítio São Jorge (E) região Sul da Bahia.

nas armadilhas; de acordo com o fabricante, a cada dois hectares deve ser utilizada uma armadilha com feromônio. O produto comercial RMD-1[®] é distribuído pela empresa Biocontrole Ltda., e o Rincoforol[®] pela empresa Interacta Química Ltda. As armadilhas foram amarradas no tronco de cada planta de forma suspensa, entre 0,80 a 1,0m de altura do solo visando à captura de insetos (Figura 2). Os atrativos alimentares foram trocados a cada 15 dias, no momento das coletas, e o feromônio a cada 60 dias, seguindo as recomendações do fabricante.

Em todas as áreas o número de armadilhas contendo apenas atrativo alimentar foi maior (n=8) do que o número de armadilhas com atrativo alimentar mais um sachê de feromônio (n=2); o número de armadilhas variou em razão do tamanho da área, não sendo inferior a cinco armadilhas.

As armadilhas foram dispostas no meio da área de forma aleatória, com distância de aproximadamente 20 metros uma das outras. Os insetos capturados nas armadilhas foram acondicionados em potes plásticos, identificados com a espécie vegetal, data e local da coleta.

Por um período de 12 meses, foram colocadas três armadilhas adesivo-amarelas (Figura 3) penduradas próximas a inflorescências de dendezeiros e piaçaveiras em antese para captura de coleópteros polinizadores. Estas foram substituídas a cada 15 dias, e observadas sob microscópio estereoscópico (Leica EZ4 – 56x). Em época chuvosa e na ausência de inflorescências no campo, não foram colocadas as armadilhas adesivo-amarelas.

Em laboratório, foi realizada a triagem; os coleópteros capturados nas armadilhas foram mortos, contabilizados, separados por gênero ou espécie com auxílio de microscópio ótico e estereoscópico Leica (56x), data de coleta, planta hospedeira, e armazenados em álcool 70% até a identificação com base na coleção de referência do laboratório de Controle Biológico da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), estudos de Vaurie (1966) e por especialistas.

Cada espécie, e ou gênero de coleóptero foi categorizado quanto à sua dominância, abundância, frequência e constância na comunidade (Silveira Neto *et al.* 1976). Os índices faunísticos foram calculados com base no programa



FIGURA 2. Armadilha do 'tipo Pet' instalada em área de cultivo de pupunheira.



FIGURA 3. Armadilhas adesivo-amarela alocada próxima à inflorescência de dendezeiro.

ANAFU (Moraes *et al.* 2003) desenvolvido no Departamento de Entomologia e Acarologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP.

Resultados e discussão

O maior número de amostragens (n) foi realizado em áreas com dendezeiros (n=143) pelo fato de apresentar maiores áreas com esta cultura na região, sendo que em áreas com piaçaveiras (n=77), com pupunheiras (n=59), com coqueiros (n=31) e com açazeiros (n=20) o número de amostragens foi menor. Ainda são poucas áreas com plantio de açaí comercial na região, tendo sido realizada as capturas por apenas 12 meses.

Nas áreas de estudo foi capturado um total de 16.317 exemplares de coleópteros-praga, sendo que o maior número de espécies foi capturado em áreas com piaçaveiras e dendezeiros.

Metamasius hemipterus (L.) (Curculionidae) (Figura 4A) foi capturado em maior número em todas as áreas com palmeiras (Tabela 1). Há registro desta espécie se alimentado de estipes de pupunheira (Zorzenon *et al.* 2000; Arroyo-Oquendo *et al.* 2004; Jordão & Silva 2006), de dendezeiros (Gomes 2008) de coqueiros (Molin & Barreto 2012), de açazeiros e palmito-juçara (*Euterpe edulis* Mart.) (Zorzenon *et al.* 2000; Jordão & Silva 2006).

Rhynchophorus palmarum (L.) (Figura 4B) e *Metamasius canalipes* (Gyllenhal) (Figura 4C) (Curculionidae) também foram capturados em todas as áreas com palmeiras na região, porém em menor número do que a 'broca-rajada' (*M. hemipterus*) (Tabela 1). A ocorrência em menor número da broca-do-olho-do-coqueiro (*R. palmarum*) também foi observada em cultivos de pupunheiras (Arroyo-Oquendo *et al.* 2004; Ruiz *et al.* 2013) e em plantios de coqueiros (Molin & Barreto 2012), embora esta espécie apresente preferência por palmeiras (Silva 2001; Yasuda 2005) se alimenta de outros hospedeiros (Rocha 2012; Broglio *et al.* 2014; Takada *et al.* 2014). A ocorrência de *M. canalipes* foi observada em plantios de bananeiras (Broglio *et al.* 2014) e plantios de flores tropicais (Carneiro *et al.* 2014). Outra espécie, *Metamasius bisbisignatus* (Gyllenhal) (Tabela 1), foi capturada apenas em área com pupunheiras, já tendo sido capturada em áreas com helicônias (Rocha 2012).

Foram capturados poucos exemplares de *Rhinostomus barbirostris* (F.) (Curculionidae) (Figura 4D), denominado comumente de broca-do-estipe, em áreas com dendezeiros, piaçaveiras e coquei-

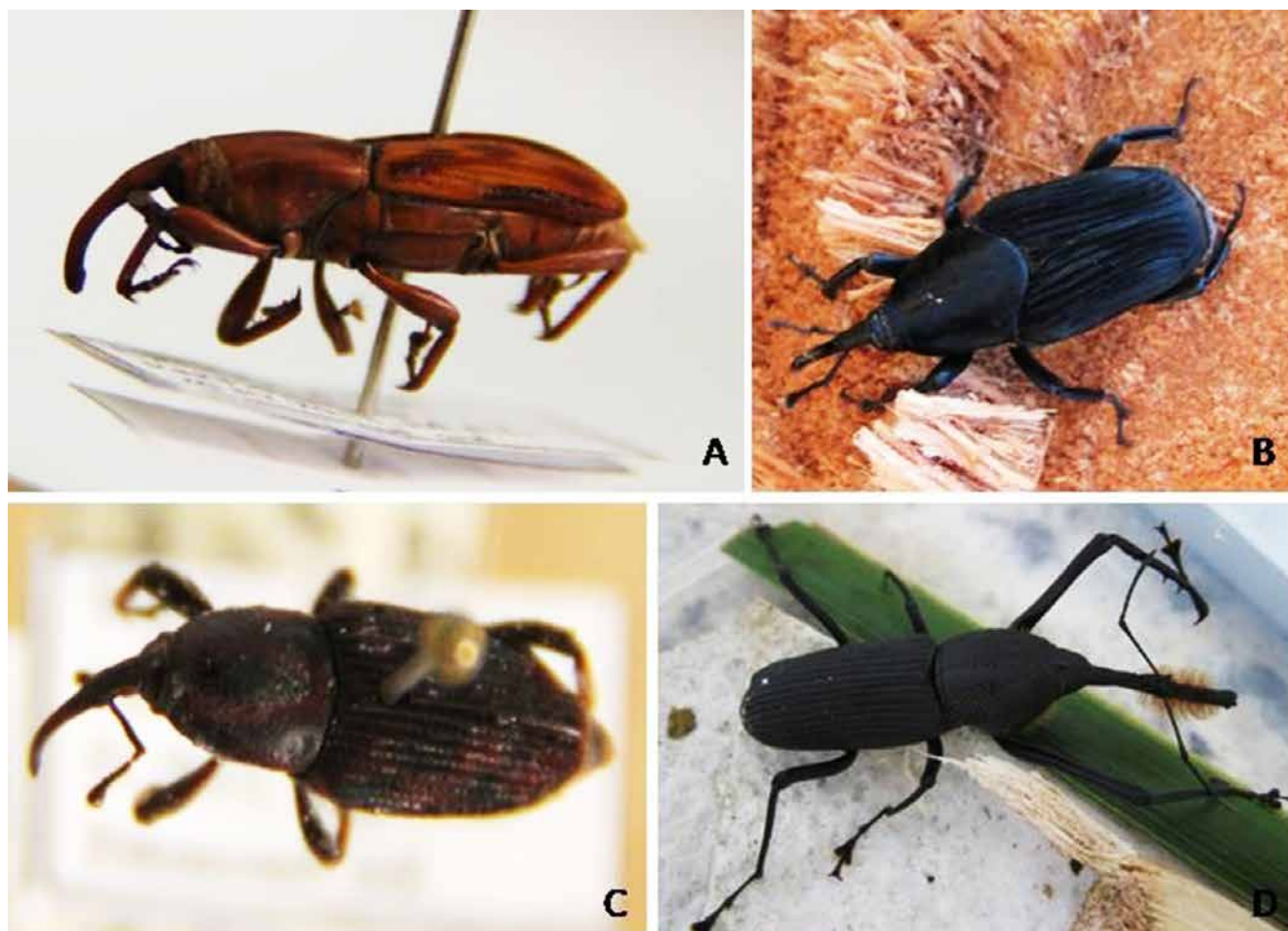


FIGURA 4. Espécies de coleópteros-praga capturados em armadilhas em áreas com *Arecaceae* na região Sul da Bahia: *R. palmarum* (A), *R. barbirostris* (B), *M. hemipterus* (C), *M. canalipes* (D).

TABELA 1. Espécies de coleópteros-praga capturados em armadilhas tipo “Pet” em áreas com palmeiras (*Arecaceae*) no sul da Bahia

Espécies	Dendezeiro	Pupunheira	Piaçaveira	Coqueiro	Açaizeiro
<i>Metamasius hemipterus</i>	6520	4039	2035	402	874
<i>Metamasius canalipes</i>	285	22	185	17	37
<i>Metamasius bisbisignatus</i>	--	2	--	--	--
<i>Rhynchophorus palmarum</i>	793	285	471	101	108
<i>Rhinostomus barbirostris</i>	15	--	1	3	--
<i>Pachymerus nucleorum</i>	75	7	1	--	--
<i>Dynamis borassi</i>	1	--	7	--	--
<i>Hoplopyga ocellata</i>	1	--	7	--	--
<i>Hoplopyga liturata</i>	--	8	4	--	--
<i>Leucothyreus saturalis</i>	1	--	--	--	--
<i>Leucothyreus sp.</i>	1	--	--	--	--
<i>Strategus aloeus</i>	1	0	1	--	--
<i>Deltochilum aff. irroratum</i>	--	--	4	--	--

ros (Tabela 1). Também poucos exemplares desta espécie foram capturados em plantios de coqueiros no Estado do Mato Grosso (Molin & Barreto 2012). Este fato pode estar relacionado à baixa população local da praga ou ao atrativo utilizado; os adultos são de hábito noturno e durante o dia ficam abrigados nas axilas foliares, dificultando à atratividade do inseto (Jordão & Silva 2006).

Espécimes de *Pachymerus nucleorum* (F.) (Chrysomelidae, Bruchinae), denominado comumente de bicho-do-coco, foram capturados apenas em áreas com dendezeiros, piaçaveiras e pupunheira (Tabela 1). Esta espécie danifica diferentes espécies de palmeiras (Garcia *et al.* 1980; Jordão & Silva 2006; Grenha *et al.* 2008; Andrade *et al.* 2013; Grenha *et al.* 2017), pois a fêmea deposita o ovo no fruto e a larva se alimenta da semente.

Poucos exemplares de *Dynamis borassi* (F.) (Curculionidae) foram capturados nas áreas com dendezeiros e piaçaveiras (Tabela 1). Esta praga causa perfurações em estipes, bainhas foliares, brácteas e inflorescências de palmeiras, podendo também estar relacionada à transmissão do nematoide do anel-vermelho em coqueiro (Gerber *et al.* 1990) tendo sido relatada em *Astrocaryum carnosum* Kahn & Millane A. *chonta* Martius (Couturier *et al.* 1998), *Oenocarpus mapora* Karsten (bacabeira) (Couturier *et al.* 2000) e em açazeiro e coqueiro (Jordão & Silva 2006).

Insetos que se desenvolvem ou vivem no solo, pelo menos durante um estágio de seu ciclo biológico, se alimentam de material orgânico em decomposição ou de tecido vegetal vivo, podendo causar prejuízos econômicos. Algumas espécies da família Scarabaeidae, incluídas nas subfamílias, Cetoniinae, Dynastinae, Melolonthinae e Rutelinae já foram observadas causando prejuízos, pelo fato de suas larvas se alimentarem das raízes e provocarem a murcha, amarelecimento e posterior morte das plantas (Ávila & Parra 2004; Rodrigues *et al.* 2010; Silva & Moura, 2017).

As espécies *Hoplopyga ocellata* (Gory & Percheron) e *Hoplopyga liturata* (Olivier) (Scarabaeidae: Cetoniinae) foram capturadas nas áreas com piaçaveiras, sendo que *H. ocellata* também foi capturada em área com dendezeiros e *H. liturata* em áreas com pupunheiras (Tabela 1). Adultos deste gênero apresentam hábito diurno e se alimentam de frutos fermentados, flores e seiva, sendo que suas larvas ficam em madeira em decomposição e detritos orgânicos (Neita *et al.* 2006; Fierros-López 2007).

Foram capturados dois exemplares do gênero *Leucothyreus* Macleay (Scarabaeidae: Rute-

linae), *L. suturalis* Castelnau e uma espécie não identificada (Tabela 1), apenas em área com dendezeiros. Há registro de larvas de *Leucothyreus dorsalis* Blanchard e de uma espécie não identificada associadas ao sistema radicular da palmeira *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. (bocaiúva) (Puker *et al.* 2009), e de *L. suturalis* em cupinzeiros (Puker *et al.* 2014).

Strategus aloeus (L.) (Scarabaeidae: Dynastinae), popularmente denominada de broca-das-raízes-e brotos, é um coleóptero que apresenta importância econômica, pois constrói galerias no estipe de palmeiras facilitando a ação de fitopatógenos (Neita *et al.* 2006). Apenas dois adultos foram capturados em áreas com dendezeiros e piaçaveiras (Tabela 1).

Deltochilum aff. *irroratum* (Laporte) (Scarabaeidae: Scarabaeinae) foi capturado apenas nas áreas com piaçaveiras (Tabela 1), sendo esta espécie relatada em fragmento da Mata Atlântica no Brasil (Salomão & Iannuzzi 2015). Coleópteros da subfamília Scarabaeinae, que é um grupo cosmopolita e são conhecidos popularmente como “rola-bosta”, atuam como importantes decompositores, sendo extremamente importantes no funcionamento dos ecossistemas tropicais. Adultos e larvas utilizam matéria orgânica em decomposição na alimentação, participando ativamente na ciclagem de nutrientes; a maioria das espécies se alimenta de fezes (coprófagos) e carcaças de animais (necrófagos) (Silva 2012; Costa *et al.* 2013).

Em relação aos índices faunísticos (Tabela 2), as espécies *M. hemipterus* e *R. palmarum* atingiram os índices máximos de dominância, abundância, frequência e constância. Do total de coleópteros coletados, foi observado que houve predominância de *M. hemipterus* em relação às demais espécies (Tabela 1). Além de atacar as palmeiras, esta espécie ocorre em plantios de bananeiras (Fancelli *et al.* 2012; Broglio *et al.* 2014) e helicônias (Mattos Sobrinho *et al.* 2012; Rocha 2012) que são plantios comuns na região e propiciam a manutenção e o aumento da população no Sul da Bahia.

Rhynchophorus palmarum também foi registrado em todas as áreas de estudo, com um número significativo de exemplares capturados (Tabela 1). Além dos danos causados pelas larvas e adultos de *Metamasius* e *Rhynchophorus palmarum*, estas coleobrocas também podem favorecer a ocorrência de doenças nos plantios de palmeiras (Sánchez & Cerda 1993; Costa-Carvalho *et al.* 2011; Ruiz *et al.* 2013; Silva *et al.* 2016).

Metamasius canalipes e *P. nucleorum* foram classificados como superdominante, superabun-

TABELA 2. Análise faunística de coleópteros capturados em armadilha tipo 'Pet' em áreas com Arecaceae na região Sul da Bahia

Espécies	Número de observação	Número de coleta	Dominância	Abundância	Frequência	Constância
<i>Metamasius hemipterus</i>	13.870	322	SD	sa	SF	W
<i>Metamasius canalipes</i>	546	82	SD	sa	SF	Y
<i>Metamasius bisbisignatus</i>	2	2	ND	d	PF	Y
<i>Rhynchophorus palmarum</i>	1.758	202	SD	sa	SF	W
<i>Rhinostomus barbirostris</i>	19	11	D	ma	MF	Y
<i>Pachymerus nucleorum</i>	83	32	SD	sa	SF	Y
<i>Dynamis borassi</i>	8	5	D	c	F	Y
<i>Hoplopyga liturata</i>	12	5	D	ma	MF	Y
<i>Hoplopyga ocellata</i>	8	4	D	c	F	Y
<i>Leucothyreus suturalis</i>	1	1	ND	r	PF	Y
<i>Leucothyreus sp.</i>	1	1	ND	r	PF	Y
<i>Strategus aloeus</i>	2	2	ND	d	PF	Y
<i>Deltochilum aff. irroratum</i>	4	1	ND	c	F	Y

Índice de Shannon-Weaner = 0,5447; Intervalo de confiança (P = 0,005) = [0,544581; 0,544825]; Índice de uniformidade ou equitabilidade = 0,2124.

Abreviaturas: SD = Super Dominante; D = Dominante; ND = Não Dominante; sa = Super Abundante; ma = Muito Abundante; a = Abundante; c = Comum; d = Dispersa; r = Rara; SF = Super frequente; MF = Muito Frequente; F = Frequente; PF = Pouco Frequente; W = Constante; Y = Acessória; Z = Acidental.

dantes, super frequentes e acessória (Tabela 2), e ocorreram na maioria das aéreas com palmeiras, dendezeiros, piaçaveiras e pupunheiras.

A broca-do-estipe (*R. barbirostris*) e *D. borassi* foram classificadas como dominantes (Tabela 2), sugerindo que estas espécies podem causar prejuízos significativos nas áreas com palmeiras pelas injúrias que causam às plantas de plantio de palmeiras (Jordão & Silva 2006).

Hoplopyga liturata e *H. ocellata* foram dominantes e acessórias. As demais espécies capturadas nas áreas com palmeiras foram classificadas como não dominantes (*Leucothyreus spp.*, *S. aloeus*, *D. aff. irroratum*) comum, dispersas ou raras, frequente ou pouco frequente e acessória (Tabela 2), não tendo ocorrido em todas as áreas de palmeiras.

Vários fatores podem ter influenciado as populações das espécies destes coleópteros nas áreas amostradas, como a ação de inimigos naturais (insetos predadores e, ou fungos entomopatogênicos), as condições climáticas (pluviosidade), a diversidade de cultivos em algumas propriedades, presença de vegetação natural comuns na região, servindo como áreas de refúgio (Altieri *et al.* 2003).

Coleópteros predadores também foram capturados nas armadilhas do 'tipo Pet' aloca-

das nas áreas com palmeiras. Foram capturados exemplares de *Hololepta* Paykull (n=1.733) (Figura 5A) e *Omalodes* Dejean (n=636) (Figura 5B) (Histeridae). Já foram identificadas as espécies *Hololepta quadridentata* (Olivier) que apresenta coloração preta, geralmente brilhante, com élitros truncados, expondo um ou dois segmentos abdominais (Vergara & Ramírez 2000; Coletto-Silva & Freire 2006; Leivas *et al.* 2013) e *Omalodes foveola* Erichson com corpo arredondado, convexo, preto brilhante e finamente pontuado, com cerca de 5 a 6mm de comprimento (Celli *et al.* 2015).

A captura de coleópteros predadores nas áreas com palmeiras está relacionada à disponibilidade de alimento e ao ambiente, presença de mata nativa e outras espécies, além de palmeiras que propiciam ao aumento de matéria orgânica em decomposição que libera odores que atraem os adultos (Costa *et al.* 1988; Triplehorn & Johnson 2011).

Nas armadilhas adesivo-amarelas alocadas apenas em plantas de dendezeiros e piaçaveiras na região Sul da Bahia foi capturado insetos polinizadores. *Elaeidobius kamerunicus* Faust e *E. subvittatus* (Faust) (Curculionidae) ocorreram apenas em áreas com dendezeiros, sendo que *E. kamerunicus* que foi introduzida em Una em 1994 (Moura *et al.* 2008), e estas espécies são re-

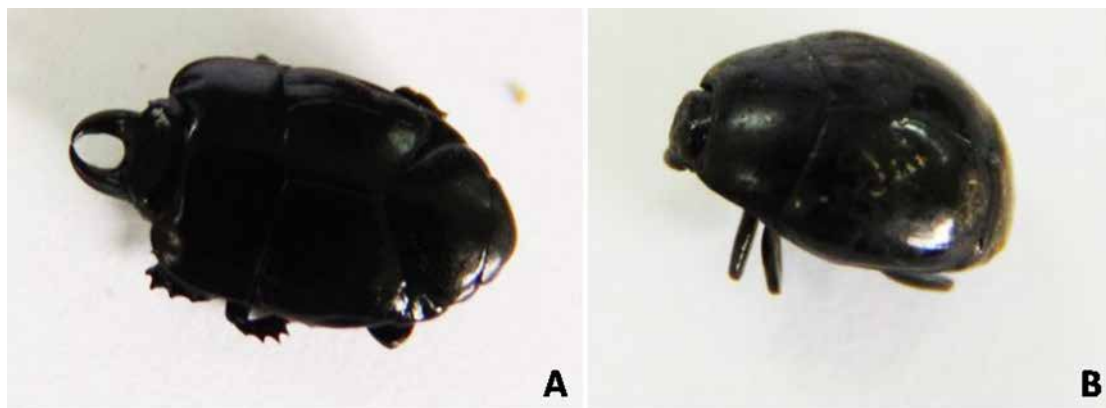


FIGURA 5. Coleópteros-predadores capturados em armadilhas em áreas com Arecaceae na região Sul da Bahia: *Hololepta* sp. (A), *Omalodes* sp. (B).

latadas como os mais importantes polinizadores associados ao dendezeiro (Chinchilla & Richardson 1990; Bulgarelli *et al.* 2002; Yue *et al.* 2015).

Somente exemplares do gênero *Mystrops* Erichson (Nitidulidae) foram obtidos em áreas com dendezeiros e piaçaveiras, embora as espécies não tenham sido identificadas. Espécies deste gênero são importantes polinizadores de várias espécies de palmeiras (Voeks 2002; Fava 2010; Kirejtshuk & Couturier 2009, 2010). *Mystrops costaricensis* Gillogly foi observado em dendezeiros, e *M. debilis* Erichson foi obtido em inflorescências de piaçaveiras no Estado da Bahia (Kirejtshuk & Couturier 2009, 2010; Labarca & Narváez 2009), e de *Attalea phalerata* no Estado do Mato Grosso do Sul (Fava *et al.* 2011).

Outros polinizadores foram capturados apenas em áreas com piaçaveiras, *Andranthobius* sp., *Celetes bipunctatus* (Hustache) e outra espécie deste gênero não identificada (Curculionidae). Há registro de *C. bipunctatus* e *C. planithorax* (Bondar) como polinizadores casuais em inflorescências de piaçaveiras na Bahia (Voeks 2002). Há registro de *Andranthobius setirostris* sp. nov., capturada em flores de *Syagrus vermicularis* Noblick e *S. cocoides* Mart. na Amazônia (Valente & Silva 2014).

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, #406662/2013-4) e a Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) pelo suporte financeiro e bolsas concedidas, e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelas bolsas de iniciação científica e de mestrado concedidas. Ao Prof. Dr. Sérgio Antônio Vanin e a MSc. Daniela de Cássia Bená, do Museu de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP),

e ao Dr. Paschoal Coelho Grossi pesquisador da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela identificação dos coleópteros. Aos produtores de palmeiras da região flores tropicais, que gentilmente permitiram a realização das coletas em seus cultivos.

Referências

- Altieri MA, Silva EM, Nicholls CI. 2003. O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Ribeirão Preto, Holos. 226p.
- Andrade MB, Esteves Filho AB, Siqueira ITD, Giorgi JA. 2013. Registro de *Pachymerus nucleorum* (Fabricius) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) predando sementes de licuri em Caetés, Pernambuco, Brasil. Entomobrasilis 6: 239-241.
- Arroyo-Oquendo C, Mexzón RG, Mora-Urpi JM. 2004. Insectos fitófagos em peñibaye (*Bactris gasipaes* K.) para palmito. Agronomía Mesoamericana 15: 201-208.
- Ávila CJ, Parra JRP. 2004. Influência de fatores físicos edáficos sobre pragas de solo. In: Salvadori JR, Ávila CJ, Silva MTB (eds.). Pragas de Solo no Brasil. Passo Fundo, Embrapa. p. 69-98.
- Batista Filho A, Takada HM, Carvalho AG. 2002. Brocas da bananeira. In: Anais da Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico. Arquivo do Instituto Biológico 1: 1-16.
- Boscán de Martínez N, Godoy FJ. 1991. *Hololepta* (*Lioderma*) *quadridentata* Fabricius, depredador del gorgojo negro del plátano. Agronomía Tropical 41: 285-290.
- Brazílio M, Bistachio NJ, Silva VC, Nascimento DD. 2012. O dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) – revisão. Bioenergia em Revista: diálogos 2: 27-45.
- Broglio SMF, Santos JM, Batista NS, Santos JRT, Micheletti LB. 2014. Registro de espécies de coleobrocas atacando bananeiras da cultivar ‘Terra’. Revista Caatinga 27: 200-204.
- Bulgarelli J, Chinchilla C, Rodríguez R. 2002. Male inflorescences, population of *Elaeidobius kamerunicus* and pollination in a young commercial

- oil palm plantation in a dry area of Costa Rica. ASD Oil Palm Paper 24: 32-37.
- Bulgarelli J, Chinchilla C, Oehlschlager C. 1998. The red ring/little leaf syndrome and *Metamasius hemipterus* captures in oil palm in Costa Rica. ASD Oil Palm Papers 18: 17-24.
- Carneiro JR, Melo EASF, Bittencourt MAL. 2014. Iscas atrativas na captura de *Metamasius* spp. (Coleoptera: Curculionidae) em plantio comercial de helicônias. Iniciação Científica Cesumar 16: p. 139-145.
- Celli NGR, Leivas FWT, Caneparo MFC, Almeida LM. 2015. Chave de identificação e diagnose dos Histeridae (Insecta: Coleoptera) de interesse forense do Brasil. Iheringia, Série Zoologia 105:461-473.
- Chinchilla C, Richardson D. 1990. Polinización en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Centroamérica. Turrialba 40: 452-460.
- Coletto-Silva A, Freire DCB. 2006. *Hololepta (Leionota) reichii* Marseul (Coleoptera: Histeridae), um nuevo enemigo natural para la meliponicultura em la Amazonía Central, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 23: p. 588-591.
- Costa C, Vanin AS, Casari-Chen SA. 1988. Larvas de Coleoptera do Brasil. São Paulo, FAPESP. 165p.
- Costa FC, Pessoa KKT, Liberal CN, Filgueiras BKC, Salomão RP, Iannuzzi L. 2013. What is the importance of open habitat in a predominantly closed forest area to the dung beetle (Coleoptera, Scarabaeinae) assemblage?. Revista Brasileira de Entomologia 57: 329-334.
- Costa-Carvalho RR, Warwick DRN, Souza PE, Carvalho Filho JLS. 2011. Longevidade de *Thielaviopsis paradoxa*, agente causal da resinose do coqueiro em *Rhynchophorus palmarum*. Scientia Plena 7: 1-6.
- Couturier G, O'Brien CW, Kahn F. 1998. *Astrocaryum carnosum* and *A. chonta* (Palmae) new, host for the weevil *Dynamis borassi* (Curculionidae: Rhynchophorinae). Principes 42: 227-228.
- Couturier G, Oliveira MSP, Beserra P. 2000. Besouros nocivos à bacabeira: *Dynamis borassi* e *Foveolus aterpes*. Belém, Embrapa Amazônia Oriental. 5 p. (Comunicado Técnico, 19).
- Esteban-Durán JL, Yela JL, Beitia-Crespo F, Jiménez-Álvarez A. 1998. Curculiónidos exóticos susceptibles de ser introducidos en España y otros países de la Unión Europea a través de vegetales importados (Coleoptera: Curculionidae: Rhynchophorinae). Boletín de Sanidad Vegetal Plaga 24: 23-40.
- Fancelli M, Borges AL, Ritzinger CHSP, Silva DSS, Ringenberg R. 2012. *Metamasius hemipterus* L. como pragas de bananeira cv. Terra. Revista Brasileira de Fruticultura 34: 944-946.
- Fancelli M, Mesquita ALM. 2000. Pragas. In: Cordeiro ZJM (org.). Banana: Fitossanidade. Brasília, Embrapa, p. 21-35. (Frutas do Brasil, 8).
- Fava WS. 2010. *Attalea phalerata* e *Bactris glaucescens* (Arecaceae: Arecoidea): fenologia e ecologia da polinização no Pantanal, Brasil. 45 f. Dissertação (Biologia vegetal), Universidade Federal de Mato Grosso Sul, Campo Grande.
- Fava WS, Covre WS, Sigrist MR. 2011. *Attalea phalerata* and *Bactris glaucescens* (Arecaceae: Arecoidea): phenology and pollination ecology in the Pantanal, Brazil. Flora 206: 575-584.
- Ferreira JMS. 2007. Sistema de captura do *Rhynchophorus palmarum* com armadilha tipo Pet. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2p. http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2007/f_02_2007.pdf.
- Fierros-López HE. 2007. Primer registro de *Hoplopyga liturata* (Olivier, 1789) (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae) en Jalisco, México. Dugesiana 14: p. 111-112.
- Garcia AH, Rosa JAM, Costa MGG. 1980. Contribuição ao conhecimento do ataque do *Pachymerus nucleorum* Fabr., 1972 (Bruchidae - Coleoptera) em *Syagrus oleraceae* Mart. (Palmae). Pesquisa Agropecuária Tropical 10: 14-19.
- Garcia VA, Soliman EP, Pavarini R, Zorzenon FJ, Nomura ES, Rodrigues DS. 2013. A survey of the entomofauna associated with the inflorescences of pejobaye (Arecaceae: *Bactris gasipaes* Kunth) in the Ribeira valley, SP, Brazil. Arquivos do Instituto Biológico 80: 111-115.
- Gerber K, Giblin-Davis RM, Escobar J. 1990. Association of the red ring nematode and other nematodes species with the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* (L.). Journal of Nematology 22: 143-149.
- Goitia W, Cerda H. 1998. Hormigas y otros insectos asociados a musáceas (*Musa* spp.) su relación con *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera, Curculionidae). Agronomía Tropical 48: 209-224.
- Gomes SMS. 2008. Avaliação de sistemas de captura de *Metamasius hemipterus* e *Rhynchophorus palmarum* (Curculionidae) em plantios de pupunha (*Bactris gasipes*) e dendê (*Elaeis guineensis*) no Sul da Bahia. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 54 f. 2008.
- Grenha V., Macedo MV, Monteiro RF. 2017. *Pachymerus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) em sementes de palmeiras: biologia, comportamento e predação. In: Moura JIL, Argôlo RC (eds.). Manejo integrado das pragas das palmeiras. Ilhéus, MAPA/CEPLAC. p. 77-84.
- Grenha V, Macedo MV, Monteiro RF. 2008. Predação de sementes de *Allagoptera arenaria* (Gomes) O Kuntze (Arecaceae) por *Pachymerus nucleorum* Fabricius (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae). Revista Brasileira de Entomologia 52: 50-56.
- Guimarães CAL, Silva LAM. 2012. Piaçaveira da Bahia (*Attalea funifera* Martius): do extrativismo à cultura agrícola. Ilhéus, Editus. 262 p.
- Henderson A. 1986. A review of pollination studies in the Palmae. The Botanical Review 52: 221-259.
- Jordão AL, Silva RA. 2006. Guia de pragas agrícolas para o manejo integrado no Estado do Amapá. Ribeirão Preto, Holos. 182p.

- Kirejtshuk GA, Couturier G. 2010. Sap beetles of the tribe Mystropini (Coleoptera: Nitidulidae) associated with South American palm inflorescences. *Annales de la Société Entomologique de France* 46: 367-421.
- Kirejtshuk GA, Couturier G. 2009. Species of Mystropini (Coleoptera, Nitidulidae) associated with inflorescence of palm *Ceroxylon quindiuense* (Karst.) H. Wendl. (Arecaceae) from Peru. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology* 15: 55-57.
- Labarca MV, Narváez Z. 2009. Identificación y fluctuación poblacional de insectos polinizadores en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en el sur del lago de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía* 26: 305-324.
- Lencina JL, Gallego D. 2014. Una nueva especie invasora en el continente europeo, *Hololepta* (Leionota) *quadridentata* (Olivier 1789) (Coleoptera: Histeridae). *Arquivo Entomológico* 12: 161-163.
- Leiras A, Hamacher S, Scavarda LF. 2006. Avaliação econômica da cadeia de suprimentos do biodiesel: estudo de caso da dendeicultura na Bahia. *Bahia Análise & Dados* 16: 119-131.
- Leivas FWT, Grossi PC, Almeida LM. 2013. Histerídeos (Staphyliniformia: Coleoptera: Histeridae) dos Campos Gerais, Paraná, Brasil. *Biota Neotropical* 13: 196-204.
- León-Brito O, Vásquez LN, Lárez C, Silva-Acuña RL. 2005. Ciclo de vida y longevidad de *Metamasius hemipterus* L. (Coleoptera: Curculionidae), una plaga de la palma aceitera em el estado Monagas, Venezuela. *Bioagro* 17: 115-118.
- Leverman RA, Souza JPM. 2014. Óleo de palma: o crescimento da indústria global. *Agroanalysis* 34: 1-34.
- Lopes WZ, Lopes WCZ, Costa, FH, Balieiro JCC, Prado AP. 2006. Abundância e sazonalidade de histerídeos (Coleoptera) associados ao esterco de granja aviária da região Nordeste do estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 50: 492-497.
- Mattos Sobrinho CC, Silveira, AJ, Castellani MA, Pereira NE, Bittencourt MAL. 2012. Insetos associados às helicônias cultivadas no Litoral Sul da Bahia. *Magistra* 24: 57-62.
- Molin ILD, Barreto MR. 2012. Ocorrência e controle de Curculionidae em *Cocos nucifera* L. em Sinop, Mato Grosso. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde* 33: 53-64.
- Montoya SG, Motoike SY, Kuki KN, Oliveira CM, Honório IG. 2015. Registro da presença e danos causados por coleópteros em macaúba. *Pesquisa Florestal Brasileira* 35: 159-162.
- Moraes RCB, Hadad M, Silveira Neto, S. 2003. Software para análise estatística - ANAFU. Piracicaba, ESALQ/USP.
- Moura JIL, Cividanes FJ, Santos Filho LP, Valle RR. 2008. Polinização do dendezeiro por besouros no Sul da Bahia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43: 289-294.
- Neita MJC, Orozco AJ, Ratcliffe B. 2006. Escarabajos (Scarabaeidae: Pleurosticti) de la selva baja del bosque pluvial tropical «BP-T», Chocó, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana* 22: 1-32.
- Núñez Avellaneda LA, Carreño JI. 2017. Polinización por abejas en *Syagrus orinocensis* (Arecaceae) en la Orinoquia colombiana. *Acta Biológica Colombiana* 22:221-233.
- Núñez LAR, Bernal R, Knudsen JT. 2005. Diurnal palm pollination by mystropine beetles: is it weather-related? *Plant Systematics and Evolution* 254: 149-171.
- Núñez-Avellaneda LA, Isaza C, Galeano G. 2015. Ecología de la polinización de tres especies de *Oenocarpus* (Arecaceae) simpátricas en la Amazonia Colombiana. *Revista de Biología Tropical* 63: 35-55.
- Núñez-Avellaneda LA, Rojas-Robles R. 2008. Biología reproductiva y ecología de la polinización de la palma milpesos *Oenocarpus bataua* en los Andes colombianos. *Ecología* 30: 101-125.
- Oliveira MSP, Couturier G, Beserra P. 2003. Biología da polinização da palmeira tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) em Belém, Pará, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 17: 343-353.
- Puker A, Ferreira FNF, Rosa CS, Jameson ML, Vaz-de-Mello FZ. 2014. First record of the leaf chafer beetle *Leucothyreus suturalis* (Coleoptera: Scarabaeidae: Rutelinae) inhabiting termite nests, with notes on its life history. *Annals of the Entomological Society of America* 1-8.
- Puker A, Rodrigues SR, Tiago EF, Santos WT. 2009. Espécies de Scarabaeidae fitófagos (Insecta: Coleoptera) associadas ao sistema radicular de *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart. (Arecaceae). *Biota Neotropica* 9: 105-109.
- Rocha RB. 2012. *Metamasius* Horn (Coleoptera: Curculionidae) em helicônias (Zingiberales: Heliconiaceae): monitoramento, organismos associados e táticas de controle com *Beauveria bassiana* e inseticidas a base de nim. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus. 90f.
- Rodrigues SR, Puker A, Tiago EF. 2010. Aspectos biológicos de *Leucothyreus dorsalis* Blanchard (Coleoptera, Scarabaeidae, Rutelinae). *Revista Brasileira de Entomologia* 54: 431-435.
- Ruiz BA, Martínez M, Medina HH. 2013. Reconocimiento de insectos potencialmente perjudiciales en *Bactris gasipaes* H.B.K. (Arecaceae) en el corregimiento El Tapón, municipio de Tadó-Chocó, Colombia. *RIA* 39: 1-9.
- Salomão RP, Iannuzzi L. 2015. Dung beetle (Coleoptera, Scarabaeidae) assemblage of a highly fragmented landscape of Atlantic forest: from small to the largest fragments of northeastern Brazilian region. *Revista Brasileira de Entomologia* 59: 126-131.
- Sánchez PA, Cerda H. 1993. El complejo *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) - *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb.) (Tylenchida: Aphelenchoididae), en palmeras. *Boletín de Entomología Venezolana* 8: 1-18.
- Sánchez-Soto S, Nakano O. 2002. Registro de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) no Estado de Mato Grosso do Sul. *Neotropical Entomology* 3: 659-660.

- Sepúlveda-Cano PA, Rubio-Gómez JD. 2009. Especies de Dryophthorinae (Coleoptera: Curculionidae) asociadas a plátano y banano (*Musa* spp.) em Colombia. *Acta Biologica Colombiana* 14: 49-72.
- Silberbauer-Gottsberger I, Vanin SA, Gottsberger G. 2013. Interactions of the Cerrado palms *Butia paraguayensis* and *Syagrus petraea* with parasitic and pollinating insects. *Sociobiology* 60: 306-316.
- Silva CAG, Moura JIL. 2017. *Strategus aloeus* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Scarabaeidae). In: Moura JIL, Argôlo RC (eds.). Manejo integrado das pragas das palmeiras. Ilhéus: MAPA/CEPLAC. p- 69-72.
- Silva CM, Macambira LC, Mercês EPR, Silva GB, Lins PMP, Carvalho EA. 2016. Distribuição espacial do anel vermelho (*Bursaphelenchus cocophilus*) e da resinose (*Thielaviopsis paradoxa*) em coqueiro. *Agrária* 11: 192-197.
- Silva FAB. 2012. Sistemática, biogeografia e comportamento em *Deltochilum* (Aganhyboma) (Coleoptera: Scarabaeidae). Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras. 225f.
- Silva HM, Martins-Silva H. 1991. *Metamasius* sp. (Coleoptera: Curculionidae) vetor do *Rhadinaphelenchus cocophilus* agente causador do anel vermelho do dendezeiro. Belém: EMBRAPA. [n. 17]
- Silva PHS. 2001. Insetos associados ao babaçu (*Orbignya* spp.) no estado do Piauí. Teresina, Embrapa. 12 p. (Documentos, 63).
- Silveira-Neto S, Nakano O, Barbin D, Vilanova NA. 1976. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Agronômica Ceres. 419p.
- Souza VV, Lorenzi H. 2008. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa, Plantarum. 164 p.
- Takada HM, Batista Filho A, Hojo H. 2014. Aspectos biológicos de *Rhynchophorus palmarum* Linnaeus, 1764 (Coleoptera: Curculionidae) em banana-prata (*Musa sapientum*). *Biológico* 76: 35-39.
- Tinôco RS. 2008. Inimigos naturais e lepidópteros desfolhadores associados a *Elaeis guineensis* Jacq., na Agropalma, Amazônia brasileira. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa. 51f.
- Triplehorn CA, Johnson NF. 2011. Estudo dos insetos. São Paulo, Cengage Learning. 809 p.
- Valente RM, Silva PAL. 2014. The first Amazonian species of *Andranthobius* Kuschel (Coleoptera: Curculionidae), with records of new host palms for the genus. *Zootaxa* 3786: 458-468.
- Vaurie P. 1966. A revision of the neotropical genus *Metamasius* (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae) Species Group I and II. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 131: 211-337.
- Vergara AJB, Ramírez W. 2000. Diagnóstico de insectos coleoptera asociados a las plantaciones de plátano en el Sur del Lago de Maracaibo-Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 44: 93-99.
- Voeks RA. 2002. Reproductive ecology of the piassava palm (*Attalea funifera*) of Bahia, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 18: 121-136.
- Warwick DRN, Passos EEM. 2009. Ataque de resinose do coqueiro causada por *Thielaviopsis paradoxa* em Sergipe, Brasil. *Tropical Plant Pathology* 34: 175-177.
- Yasuda ME. 2005. Levantamento de potenciais pragas associadas à cultura da palmeira-real-da-austrália *Archontophoenix* spp. (Arecaceae) no Médio Vale do Itajaí. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Regional de Blumenau, 94f.
- Yue J, Yan Z, Bail C, Chen Z, Lin W, Jiao F. 2015. Pollination activity of *Elaeidobius kamerunicus* (Coleoptera: Curculionidae) on oil palm on Hainan Island. *Florida Entomologist* 98: 499-505.
- Zorzenon FJ, Bergmanm EC, Bicudo JEA. 2000. Primeira ocorrência de *Metamasius hemipterus* (Linnaeus, 1758) e *Metamasius ensirotris* (German, 1824) (Coleoptera: Curculionidae) em palmiteiros dos gêneros *Euterpe* e *Bactris* (Arecaceae) no Brasil. *Arquivo do Instituto Biológico* 67: 265-268.

Ocorrência de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) em *Copernicia prunifera* (Mill.) H. E. Moore numa área do Piauí

Francisco Sousa de Carvalho Quadros,
Juliana do Nascimento Bendini
& Maria Aparecida Leão Bittencout

O coleóptero *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) estabelece relações com diferentes palmeiras. O referido besouro pode atuar como praga, causando injúrias às plantas, e como vetor de fitopatologias, prejudicando economicamente às culturas. Neste sentido, o presente trabalho objetivou avaliar a ocorrência de *R. palmarum* e sua possível relação predatória em carnaubeira *Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore no município José de Freitas, Piauí. A pesquisa foi desenvolvida em uma área extrativista, na zona rural do município, no período chuvoso, entre fevereiro a maio. A captura dos coleópteros foi realizada com armadilhas 'tipo Pet', confeccionadas artesanalmente, instaladas em 10 palmeiras selecionadas de acordo com altura e diâmetro, sendo realizada introdução e, ou troca do feromônio de agregação (Rincoforol), pedaços de cana-de-açúcar e visita quinzenalmente. Foram coletados (n = 54) insetos e destes, identificou-se 51 como *R. palmarum*. Observou-se não haver correlação ($r = 0,4$) entre o número de palmeiras com estipe perfurado e ocorrência do inseto nas armadilhas, bem como não foram observados sintomas da fitopatologia "doença anel vermelho" nas palmeiras. Concluiu-se que o *R. palmarum* ocorre na área de carnaubeiras estudada, porém a abundância da referida espécie foi muito pequena não sendo possível definir a relação entre o besouro e a palmeira.

Introdução

A coevolução entre animais e plantas no pastejo, dispersão e reprodução registra-se de centenas de milhões de anos (Gullan & Craston 2007). São inúmeros trabalhos realizados, em diversas áreas do conhecimento, estudando essas relações ecológicas (Cysne *et al.* 2013).

A família Arecaceae compreende diversas espécies vegetais que estabelecem relações com insetos da ordem Coleoptera, especialmente com os representantes das famílias Nitidulidae, Staphylinidae e Curculionidae (Ferreira *et al.* 2011).

A carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E. Moore) é uma espécie de Arecaceae muito ocorrente na região Nordeste do Brasil. A referida palmeira apresenta grande importância econômica, especialmente pela extração e comercialização das palhas e da cera. Na realidade, o aproveitamento econômico dessa espécie envolve todas as suas partes, desde as folhas, caules, até as raízes.

Um estudo de Macambiral & Jardim (1997) relataram que algumas espécies de coleópteros

visitam e auxiliam na polinização de palmeiras durante seu florescimento. Fava *et al.* (2011), estudando as palmeiras *Attalea phalerata* Mart. ex Spreng. (babaçu) e *Bactris glaucescens* Druce (tucum), relataram que 77,4% dos insetos encontrados foram coleópteros, seguidos de 18,3% de Hymenoptera e 4,3% de outras ordens. Ferreira *et al.* (2011), em pesquisa com o gênero *Attalea* na cidade de Manaus – AM, identificaram presença de 1.899 espécimes de Coleoptera em *A. attaleoides* (Barb. Rodr.) Wess. Boer (palha branca) e 895 espécimes em *A. microcarpa* Mart. (palha vermelha). Os autores destacaram ainda uma maior ocorrência de representantes da ordem Coleoptera considerando-os como possíveis polinizadores de palmeira inajá (*Attalea maripa* (Aubl.) Mart.).

Algumas espécies de coleópteros são abundantes em vegetação de cerrado e no solo de todo o Brasil, comportando-se como polinizadores, predadores e/ou decompositores de matéria orgânica, especialmente durante a estação chuvosa (Montoya *et al.* 2015; Azevedo *et al.* 2011). No entanto, os coleópteros da família Curculionidae são considerados sérias pragas dos coqueiros do Nordeste do Brasil (Moura *et al.* 1997).

A espécie *Rhynchophorus palmarum* (L.) é um representante desta família muito presente nas palmeiras brasileiras. O referido inseto mede entre 3,5 e 5 cm de comprimento e apresenta tonalidade preta. O macho apresenta pelos sobre o rosto, o que o diferencia da fêmea. A fêmea muito fecunda põe entre 100 e 400 ovos por postura, geralmente no estipe das palmeiras. A atividade deste besouro é de hábito diurno, preferencialmente nas horas mais frias, se deslocando cerca de 1,5 km dia (Warwick 2005).

O maior dano causado pelo *R. palmarum*, destacado em vários estudos, é transmissão do *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) Baujard, nematoide causador de uma fitopatologia conhecida como “doença do anel vermelho”, caracterizada pela abertura de galerias nos tecidos jovens de coqueiros, dendezeiros, pupunheiras e até bananeiras. Em coqueiros e dendezeiros há relatos de danos severos que chegam a ocasionar a morte de várias plantas (Castro 2009; Moura et al. 2006).

No sentido de contribuir para o conhecimento das inter-relações de *R. palmarum* e da palmeira *C. prunifera* este trabalho teve como objetivo avaliar a ocorrência desses insetos, bem como a possível relação de injúrias em carnaubeiras no município de José de Freitas, Piauí.

Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida em uma área de aproximadamente 18 hectares, localizada na zona rural do município de José de Freitas – PI (Latitude: 4°65'92"S; Longitude: 42° 54'76"W).

As coletas foram realizadas em uma área extrativista de carnaúbas, durante o período chuvoso, que no Piauí compreende os meses de fevereiro a maio (Fig. 1).

A captura de coleópteros adultos foi realizada por meio de armadilhas do ‘tipo Pet’ (Fig. 2), confeccionadas com garrafas plásticas de 2L (Ferreira 2007), instaladas em 10 palmeiras selecionadas de acordo com a altura e diâmetro do caule, de forma a obter-se uma padronização dos indivíduos.

As armadilhas foram montadas em cada palmeira a uma altura de 80 cm do solo, num esquema de arena em círculo, distanciadas entre si com no mínimo 30 m. As coletas dos insetos nas armadilhas foram realizadas a cada 15 dias, sendo na ocasião também realizada a introdução e/ou troca do feromônio de atração (feromônio Rincoforol) com toletes de cana-de-açúcar, de acordo com a recomendação do fabricante. Durante todo o período de estudo na área, preocupou-se em observar se nos estipes das palmeiras selecionadas ou nas do restante da área apresentavam sintomas da doença anel vermelho. Para cada coleta realizada, todos os insetos foram acondicionados em frascos com álcool 70%, hermeticamente tampados e etiquetados com informações referentes à coleta (data, número de insetos). Posteriormente, o material foi enviado para identificação taxonômica por especialistas da área para a Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) em Ilhéus, Bahia (Fig. 2-3).

Durante cada coleta foi observada em cada palmeira, com auxílio de um binóculo, a quantidade de possíveis perfurações nas folhas meriste-



FIGURA 1. Área extrativista de carnaubeiras naturais na Localidade Lagoa do Barro, zona rural do município de José de Freitas, Piauí.



FIGURA 2. Armadilha tipo “pet” com feromônio atrativo e toletes de cana-de-açúcar instalada no tronco de carnaubeira para captura de *Rhynchophorus palmarum*.



FIGURA 3. Exemplos de *Rhynchophorus palmarum* em embalagem plástica com álcool 70% para conservação para identificação em laboratório.

máticas. As observações foram realizadas a partir de todo o perímetro da palmeira. Todas as informações obtidas foram anotadas em caderneta e tabuladas utilizando-se o *software* Excel 2010.

Resultados e discussão

Os resultados das coletas demonstraram que de todo o material coletado ($n = 54$), identificou-se 51 exemplares de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), e um exemplar de *Omalodes foveola* Erichson (Coleoptera: Histeridae) e dois exemplares de barata (Blatto-

dea). Entretanto, no presente trabalho estudou-se apenas a ocorrência de *R. palmarum*.

Os totais de besouros capturados por coleta realizada em cada visita no período do estudo (12 de fevereiro a 28 de maio) estão apresentados na Figura 4. Observou-se um número reduzido de insetos capturados e que as coletas correspondentes aos dias 12 de fevereiro e 13 de abril resultaram em uma maior ocorrência dos coleópteros.

Os referidos dias correspondem a primeira e a quinta coleta, posteriores a adição e reposição dos toletes de cana-de-açúcar (atrativo alimentar) e do feromônio nas armadilhas, respectivamente. Sabe-se que a interação entre o feromônio e a cana-de-açúcar foi essencial para efetivar o desempenho das armadilhas na captura *R. palmarum*. São muitos os registros destes curculionídeos em espécies da família Arecaceae (Silva 1968 apud Silva 2016). Porém, observou-se neste estudo um número do besouro *R. palmarum* relativamente inferior ao encontrado em outros estudos realizados em diferentes palmeiras e regiões do país (Tab. 1).

Foi relatado em carnaúba, palmeira da família Arecaceae, a presença destes insetos (Silva 1968 apud Silva 2016), mas são escassas as informações referentes à ocorrência de *R. palmarum* nesta palmeira no estado do Piauí.

No presente estudo, não se observou influência dos fatores climáticos (pluviosidade e temperatura) no número de insetos coletados (Fig. 5). Em relação aos mesmos fatores climáticos, Cysne *et al.* (2013) e Pamplona (2016) em estudos relacionados à ocorrência de *R. palmarum* em palmeiras do gênero *Elaeis* também não observaram forte relevância das condições climáticas na captura dos besouros. Vale ressaltar que, no presente trabalho, os resultados podem não terem permitido avaliar a interferência dos fatores climáticos no número de indivíduos pelo fato do estudo ter sido realizado em apenas quatro meses do início do ano, compreendendo apenas o período chuvoso da região.

A relação dos coleópteros *R. palmarum* com a palmeira *C. prunifera* está representada na Fig. 6 que demonstra a regressão linear realizada entre o número de palmeiras perfuradas e a ocorrência de coleópteros nas armadilhas. Na carnaubeira o caule ou tronco recebe o nome de estipe, podendo apresentar forma, tamanho, volume e textura variado, terminando em um meristema apical, onde ocorre o ponto de crescimento da planta, este órgão vital fica protegido por folhas em desenvolvimento e externamente pelas bainhas das folhas.

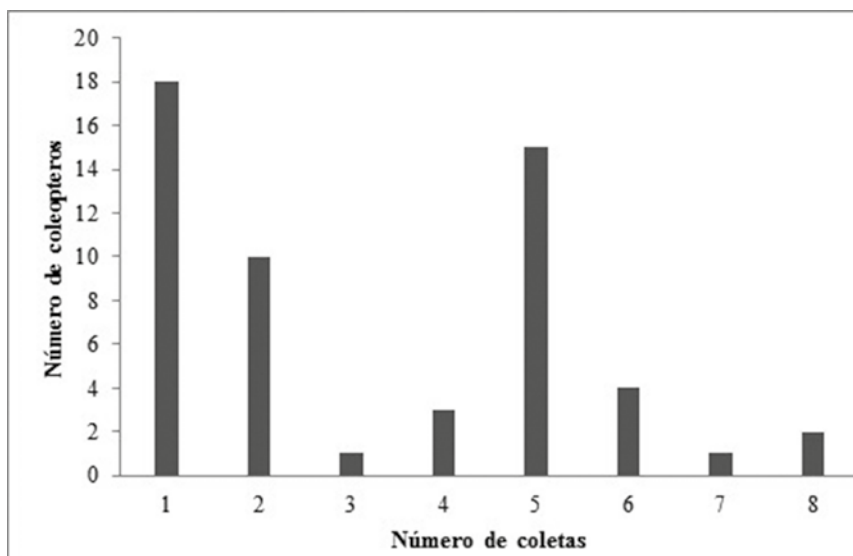


FIGURA 4. Ocorrência de coleópteros em palmeiras carnaúba durante o período de coleta.

TABELA 1. Compilação de trabalhos relacionados à ocorrência de *Rhynchophorus palmarum* em algumas espécies de Arecaceae.

Fonte bibliográfica	Palmeira	Área	Abundância*
Moura (1997)	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	33 hectares	43
Soto & Takada (2002)	<i>Cocus nucifera</i> L.	2 palmeiras	8**
Yasuda (2004)	<i>Archontophoenix</i> spp.	66 hectares	1
Molim e Barreto (2012)	<i>Cocos nucifera</i> L.	7,4 hectares	55
Pamplona (2016)	<i>Elaeis guineenses</i> Jacq.	14.203 hectares	11
Santos (2016)	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq. <i>Attalea funifera</i> Mart.	892 hectare	1
Quadros (2017)	<i>Copernicia prunifera</i> (Mill.) H.E. Moore	18 hectares	3

* Número de coleópteros por hectare; **foi considerado que as duas palmeiras compreendem a área de 1 hectare.

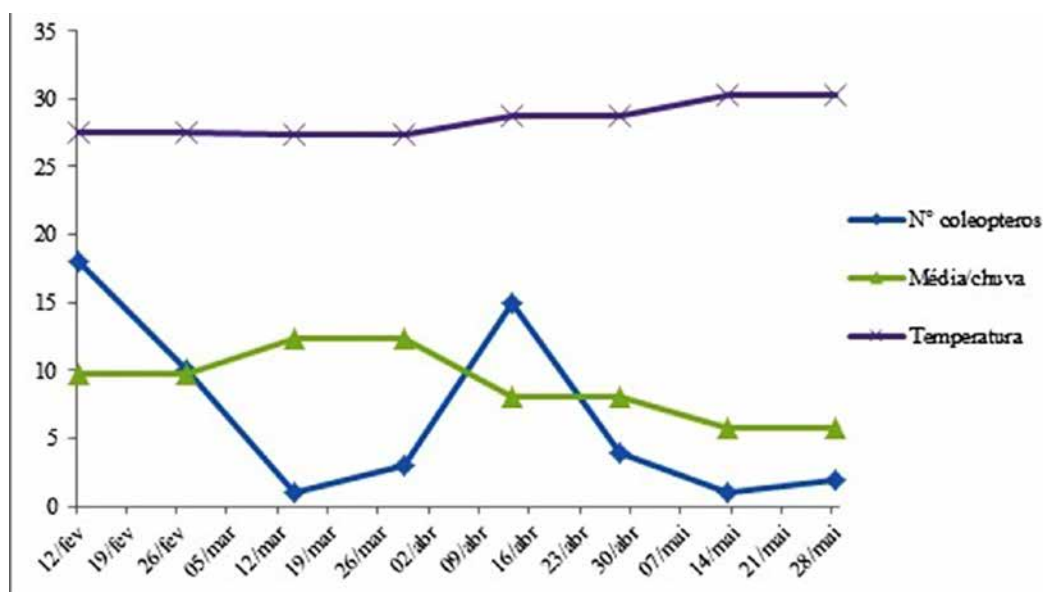


FIGURA 5. Temperaturas e pluviosidades ocorridas no período de coleta em relação ao número de coleópteros.

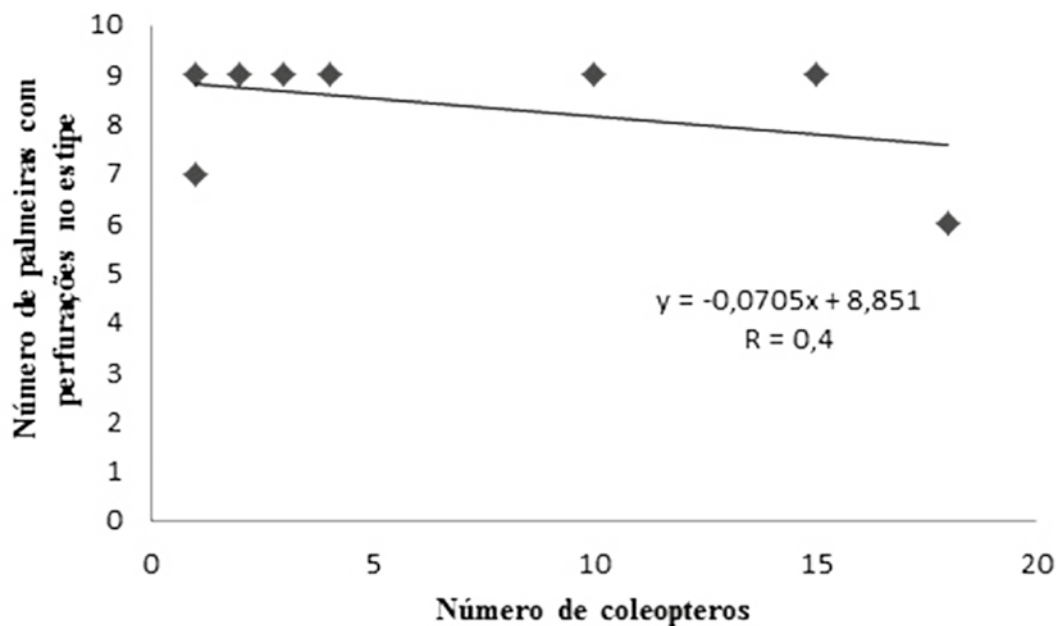


FIGURA 6. Regressão linear realizada entre o número de palmeiras com perfurações no estipe e o número de *Rhynchophorus palmarum* capturados nas armadilhas.

A partir dos resultados obtidos, observou-se que não houve correlação ($r = 0,4$) entre o número de palmeiras com perfurações no estipe e a ocorrência de coleópteros nas armadilhas.

Os orifícios registrados nos meristemas apicais das carnaubeiras selecionadas para abrigarem as armadilhas não apresentaram graves danos à palmeira e podem ser resultados tanto da busca pela alimentação quanto pela reprodução (oviposição), considerando que a *R. palmarum* apresenta como preferência alimentar a base de tecido e fibra vegetal, especificamente de palmeiras (Torre 2010).

Os resultados não permitem inferir que *R. palmarum* estabeleça uma relação de predação com as carnaúbas da região do estudo, mas, provavelmente uma relação de sobrevivência alimentar e reprodutiva como mencionou Torre (2010) no trabalho sobre o inseto em coqueiros, além de Warnick (2005) e Castro *et al.* (2009) que ao listarem palmeiras hospedeiras do nematoide *B. cocophilus*, não incluíram a carnaúba, mesmo concluindo que o referido inseto é o principal vetor do parasita causador do anel vermelho em palmeiras.

A presença de *R. palmarum* na área de estudo pareceu não comprometer a sanidade das palmeiras, considerando que externamente não foi percebido folhas secas, quebradas ou murchas, nem amarelecimento ou quaisquer avermelhamentos nos estipes ou formação de tufo pelas folhas do centro da copa da palmeira o que para

Warwick (2015) e Castro *et al.* (2009) configuram sintomas típicos da doença anel vermelho, principalmente quando manifestados em coqueiros.

Como não foi verificada a presença do *B. cocophilus* nos insetos coletados, pode-se inferir, a partir da ausência desses sintomas nas carnaubeiras e da reduzida abundância de *R. palmarum*, que a referida fitopatologia não representa preocupação aos extrativistas já que, segundo Warwick (2015), o inseto é vetor exclusivo do nematoide.

Conclusão

A realização deste trabalho permitiu afirmar a ocorrência do *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) em palmeiras de carnaúbas na área estudada no município de José de Freitas, Piauí. Porém, em relação a demais estudos realizados em diferentes regiões e palmeiras, a abundância deste inseto em carnaúbas foi extremamente reduzida e não se estabeleceu correlação entre o número de besouros e perfurações na região meristemática das palmeiras, assim como não foi observado nenhum sintoma de doença do anel vermelho, transmitida pelo inseto *R. palmarum* às palmeiras. Vale a pena destacar que o presente trabalho representa um dos poucos registros de *R. palmarum* no Território dos Carnaubais, estado do Piauí, contribuindo assim para estudos posteriores sobre o comportamento desse coleóptero em áreas de carnaúba.

Referências

- Azevedo FR, Moura MAR, Arrais MSB, Nere DR. 2011. Composição da entomofauna da Floresta Nacional do Araripe em diferentes vegetações e estações do ano. *Rev. Ceres*, 58: 43-57.
- Cysne AQ, Cruz BA, Cunha RNV, Rocha RNC. 2013. Flutuação populacional de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) em palmeiras oleíferas no Amazonas. *ACTA – Amazônica*, 43: 197-202.
- Fava WS, Covre WS, Sigrist MR. 2011. *Attalea phalerata* and *Bactris glaucescens* (Aracaceae, Arecoideae): Phenology and pollination ecology in the Pantanal, Brazil. *Flora*, 206: 575-584.
- Ferreira IA, Barbosa MLL, Gouveia FBP. 2011. Coleópteros (INSECTA) associados a inflorescências de palmeiras do gênero *Attalea* kunth na reserva florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. XX Jornada de Iniciação Científica PIBIC INPA - CNPq/FAPEAM, Manaus.
- Ferreira JMS. Sistema de captura do *Rhynchophorus palmarum* com armadilha tipo Pet. Aracajú, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007.
- Gullan PJ, Craston PS. 2007. Os insetos: um resumo de entomologia. São Paulo, Roca.
- Macambiral MLJ, Jardim MAG. 1997. Identificação dos insetos visitantes de inflorescências da palmeira inalá (*Maximiliana maripa* L.). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, sér. Zoologia*, 13(1): 85-94.
- Molin ILD, Barreto ML. 2012. Ocorrência e controle de Curculionidae em *Cocos nucifera* L. em Sinop, Mato Grosso. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, Londrina, 33 (1): 53-64.
- Moura JIL, Bento JMS, Souza J, Vilela E. 1997. Captura de *Rhynchophorus palmarum* (L.) pelo uso de feromônio de agregação associado a árvore-armadilha e inseticida. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 26:69-73.
- Müller AA, Silva AB, Souza LA, Ohashi OS. 1999. Controle do *Rhynchophorus palmarum* em plantações de palmeiras com uso de armadilhas e iscas atrativas. Igarapé-Açu, Embrapa, 1-4.
- Pamplona VMS. 2016. Distribuição espacial, amostragem sequencial e dinâmica populacional de *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) na cultura de palma de óleo. Jaboticabal, UNESP.
- Santos GBS. 2016. Coleópteros-praga, inimigos naturais e polinizadores associados a dendzeiros (*Elaeis guineensis* Jacq.) e piaçaveiras (*Attalea funifera* Mart.) (Arecaceae) em municípios da região sul da Bahia. Dissertação (Mestrado) Produção Vegetal. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.
- Silva SC. 2016. Estrutura genética de populações nordestina de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Dissertação (Mestrado) Entomologia Agrícola. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Torre RCA. 2010. Biología, hábitos y manejo de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Boletín Técnico*, 23: 1-53.
- Warwick DRN. 2005. Principais características do anel-vermelho e murcha-defitomonas. Parnaíba, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 38: 1-8.

Uso de barreira mecânica no controle de *Rhinostomus barbirostris* (F.) (Coleoptera: Curculionidae) em coqueiro

Paulo da Silva, Adenir Vieira Teodoro,
Carla Ruth de Carvalho Barbosa Negrisoli
& Aldomario Santo Negrisoli Junior

A broca-do-estipe é uma das principais pragas que causam prejuízos econômicos à cocoicultura brasileira, sem haver atualmente uma tática efetiva de controle. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o uso de barreiras mecânicas compostas de mantas de fibra vegetal em três texturas (300, 500 e 800 gramas/m²) e fibra vegetal particulada envolvidas em uma matriz cimentícia a base de cola pva-cimento ou cola pva-argamassa. Estes tratamentos foram aplicados sobre o estipe com intuito de impedir a saída de *Rhinostomus barbirostris* de seu interior, sendo também avaliados os custos de cada composto selante. O estudo foi realizado em uma plantação de coqueiro da variedade anã em Neópolis (Sergipe) no ano 2015/2016. Os tratamentos foram aplicados em uma área corresponde a um metro quadrado do tronco da planta contendo mais orifícios de entrada do inseto. Essa área foi recoberta com uma tela de nylon para captura dos insetos e sua contagem, a qual era realizada a cada quinze dias, bem como o levantamento do número de orifícios com expulsão de serragem. O tratamento composto de fibra vegetal-cimento-cola pva apresentou boa capacidade mecânica de retenção dos insetos adultos no interior do estipe e o segundo menor custo. As mantas de fibra vegetal (500 e 800 g/m²) apresentaram promissora eficiência na forma de barreira mecânica, porém com um elevado alto custo de aplicação.

Introdução

O coqueiro (*Cocos nucifera* L) está classificado na Família Areaceae, antiga Palmaceae, e pertence à subfamília Cocoideae (Teulat *et al.* 2000). Possui duas variedades principais, Gigante (var. *Typica*) e Anã (var. *Nana*), que ao serem cruzadas, é obtido o coqueiro Híbrido de importância no mercado internacional (Joly 2002).

O coqueiro é uma das espécies perenes com maior relevância econômica no mundo uma vez que seus frutos podem ser comercializados *in natura* ou utilizados na indústria, gerando os mais diversos produtos e subprodutos (Costa *et al.* 2005). Em muitos países o produto principal do cultivo é o óleo de coco (Cuenca 1997). Entretanto, no Brasil, a maior parte da produção é destinada ao consumo *in natura* e/ou a indústria alimentícia, gerando produtos como o leite de coco e o coco ralado (Holanda *et al.* 2008).

Durante os diferentes estágios de crescimento e desenvolvimento, o coqueiro é atacado por diversas pragas que danificam diferentes partes da planta. Dentre as pragas mais importantes destacam-se aquelas associadas aos frutos como ácaros e traças, as desfolhadoras e as brocas (cur-

culionídeos) associadas às partes específicas, além de insetos sugadores e raspadores (Ferreira 2006). Dentre as coleobrocas, está o *Rhinostomus barbirostris* (Fabricius 1775) conhecido como “rina”, broca-do-tronco ou broca-do-estipe.

O adulto de *R. barbirostris* é um besouro preto de 11 mm a 40 mm de comprimento, o rosto do macho é maior que o da fêmea e possui pelos avermelhados existentes. As fêmeas colocam seus ovos geralmente na parte baixa do estipe ou próximo à copa, fazendo aí orifícios ou aproveitando os já existentes. As larvas emergidas iniciam sua alimentação broqueando o estipe em direção ao interior da planta onde formam as respectivas galerias as quais aumentam de diâmetro à medida que se desenvolvem (Passos & Ferreira 2009, Moura 2016). Durante esse período constrói inúmeras galerias expelindo os excrementos pelo orifício de entrada que se acumulam no solo ao redor da planta um dos sintomas característicos do ataque. As galerias provocam a redução e interrupção do fluxo de seiva, culminando na queda de folhas verdes, e causando quebra de mais de 70% na produção e podendo levar à queda da planta pela ação dos ventos e enfraquecendo o coqueiro que pode ser

derrubado pela ação de fortes ventos. O período ovo-adulto dentro da planta ocorre entre 5 a 6 meses, e já na fase adulta, o inseto constrói uma galeria para o ambiente externo (Morrone & Cuevas 2002, Passos & Ferreira 2009).

Existem poucos estudos sobre o controle desta praga, porém Ferreira & Michereff (2002) sugerem alguns métodos de controle como a raspagem da área do estipe com oviposição da praga e destruir as plantas altamente infestadas. Moura (2016) afirma que não existem inseticidas registrados no MAPA para o controle desta praga, havendo possibilidade da aplicação de fungos entomopatogênicos das espécies *Beauveria bassiana*, *B. brongniartii* e *Metarhizium* sp. como biocontroladores dessa praga (Ferreira 2009). A injeção de produtos sistêmicos no interior do estipe para controle de larvas não é eficiente. Moura (2016) e Neves (2014) relatam que uma das alternativas para o controle desta praga é a aplicação de uma camada de cal cimentante sobre os locais que as larvas penetraram. Segundo este autor, esta tática evita a emergência dos adultos após completar o ciclo no interior do estipe. Contudo, como não existem relatos com base científica, comprovando a eficácia deste método de controle, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do uso da barreira mecânica por meio de uma mistura selante aplicada no estipe para impedir o escape do inseto adulto da planta, causando sua morte e assim, diminuindo a densidade populacional de *R. barbirostris* no coqueiral.

Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos em um plantio de coqueiro (variedade Anã) na empresa SAMAM localizada no município de Neópolis, em Sergipe no ano 2015/2016. Foi avaliada a eficiência de duas barreiras mecânicas constituídas de dois selantes, um feito a partir de manta vegetal, feita de fibra de coco (FIBRAZTECH, Frysk Industrial Ltda.) e outro a base de fibra de coco particulada obtida na própria empresa, ambos embebidos com agentes cimentícios (cimento, argamassa e cola pva - poliacetato de vinila).

No primeiro experimento, a manta foi testada em três diferentes densidades (300, 500 e 800 g/m²), as quais foram aplicadas sobre os troncos das plantas. Sobre estas mantas, com auxílio de uma brocha de pintura, foi aplicada uma matriz preparada a partir de cimento e cola pva na proporção 4:0,5, respectivamente, adicionando-se água a mistura até atingir o ponto de massa semi-pastosa (Fig. 1A). O delineamento deste experimento foi inteiramente ao acaso com quatro

tratamentos e cinco repetições, sendo considerada cada planta como uma repetição.

No segundo experimento foi utilizada a fibra de coco particulada (FCP) em duas matrizes cimentícias distintas: uma base de cimento Portland, outro a base de argamassa, ambas misturadas com cola pva na proporção de 4:2:0,5 (fibra/agente cimentante/cola), respectivamente, e adicionando-se água ao preparado até atingir o ponto de massa semi-pastosa (Fig. 1C). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com três tratamentos e quatro repetições sendo cada planta considerada como uma repetição.

As misturas selantes foram aplicadas na região mais baixa de estipes com sintomas de maior ataque do inseto, ou seja, onde havia maior número de orifícios com expulsão de serragem. Posteriormente, nas plantas onde foram feitas as aplicações foi fixado, com o auxílio de um arame, uma tela de nylon de 1,2 m, delimitando assim a área útil (Fig. 1B e D) e no tratamento controle foi utilizada apenas a tela de nylon. Quinzenalmente, durante seis meses seguintes, foram realizadas avaliações que consistiam na contagem do número de orifícios com expulsão recente de serragem (material fresco), os quais surgiam na área tratada e do número de insetos adultos que conseguiram romper a barreira mecânica feita pelos selantes e estavam presos na tela de nylon.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) utilizando o programa estatístico SISVAR. Foi realizada também a análise de custos de 1m² de estipe tratado com as diferentes misturas selantes de cada experimento. Para a estimativa do custo total (CT) de cada tratamento foram considerados os insumos (materiais), a mão-de-obra e o custo alternativo ou de oportunidade, obtido pela soma simples do custo fixo total (CFT) e do custo variável total (CVT) ($CT=CFT+CVT$). O tratamento que apresentou o menor custo e maior eficácia técnica total foi considerado como aquele com maior viabilidade econômica de uso.

Resultados e discussão

Eficiência de misturas selantes a base de manta de fibra vegetal

Apesar da manta de fibra vegetal ter criado uma barreira mecânica sobre o estipe, esta não impediu totalmente o escape da serragem pro-



FIGURA 1. Etapas da instalação dos experimentos: Manta. (A) Aplicação da solução (cimento /cola) sobre a manta; (B) tela de nylon demarcando a área útil. Fibra de coco. (C) Aplicação do selante (cimento/fibra) sobre o estipe e (D) tela de nylon demarcando a área útil. (Fotos: Paulo da Silva).

duzida pelos insetos (Fig. 2A e B). Inicialmente a serragem foi expelida através do orifício de entrada e posteriormente acumula-se nas galerias. Como a saída da serragem está relacionada com a atividade interna do inseto, logo, o número de orifícios ativos pode ser considerado um indicativo do nível de atividade e da quantidade de *R. barbirostris* no interior do estipe. Sendo assim, foi observado que o número de orifícios com expulsão de serragem presentes nos estipes tratamentos com manta B5 (500 g/m²) e B8 (800 g/m²) diferiu significativamente daqueles presentes no tratamento controle. Dessa forma, estes tratamentos demonstraram-se eficientes como barreira mecânica, no que se refere a impedir expulsão dos excrementos de *R. barbirostris* do interior do estipe, com possibilidade de interferência na sua biologia. O número de orifícios contabilizados nos estipes tratados com a manta de menor densidade (300 g/m²) não diferiu nem do tratamento controle nem dos demais tratamentos (Fig. 3). Resultado similar foi obtido por Neves (2014) ao utilizar uma matriz selante de cimento/cal/cola nas proporções (5:2:0,5) (4:2:0,5) e (3:2:0,5), com redução no número de orifícios ativos em estipes atacadas pela broca-do-estipe.

Os tratamentos constituídos das mantas B5 (500 g/m²) e B8 (800 g/m²) reduziram em torno de 95% o número de orifícios presentes no estipe e 74% quando utilizado a manta B3 (300 g/m²). Os resultados deste trabalho corroboram com

Neves (2014) que obteve uma redução significativa na emergência de adultos de *R. barbirostris* utilizando a matriz cimentícia de cimento/cal/cola na proporção (4:2:0,5). As mantas B5 e B8 (500 e 800 g/m²) demonstraram-se eficientes como barreiras mecânicas ao reduzirem o escape de pelo menos 80% dos adultos da broca-do-estipe do coqueiro, apesar da redução ter sido de cerca de 30% com a manta B3 (300 g/m²). Foram capturados durante todo o experimento em todos os tratamentos, na área útil de 1m² delimitada pela tela de nylon, 87 adultos de *R. barbirostris*. Alta quantidade quando comparada com a de Neves (2014) que foi de 109 adultos em uma área útil de 2 m². O maior número de insetos capturados neste experimento, em uma área útil menor pode estar relacionado à diferença nas épocas de instalação dos experimentos, pois ambos os experimentos tiveram o mesmo tempo de avaliações e foram realizados no mesmo município.

Eficiência de misturas selantes a base de fibra de coco particulada (FCP)

Apesar dos selantes avaliados terem proporcionado uma camada compactada sobre o estipe, a atividade interna de *R. barbirostris* levou a criação de orifícios por onde a serragem foi expelida. A quantidade de orifícios ativos presentes nos estipes dos coqueiros com tratamento à base de FCP-cimento-cola (Ci) e FCP-argamassa



FIGURA 2. Orifícios com saída de serragem na superfície da manta 300 g/m² por ação interna de *Rhinostomus barbirostris*. (Fotos: Paulo da Silva)

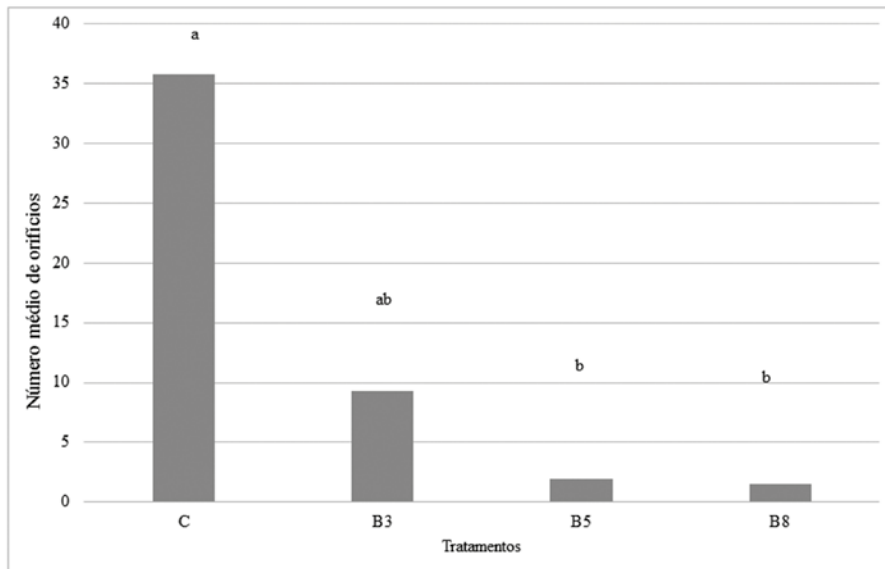


FIGURA 3. Número de orifícios da área útil nos tratamentos com manta: C (controle), B3 (manta - 300 g/m²), B5 (manta - 500 g/m²), B8 (manta - 800 g/m²) (Neópolis, Sergipe, 2015). (P < 0,05).

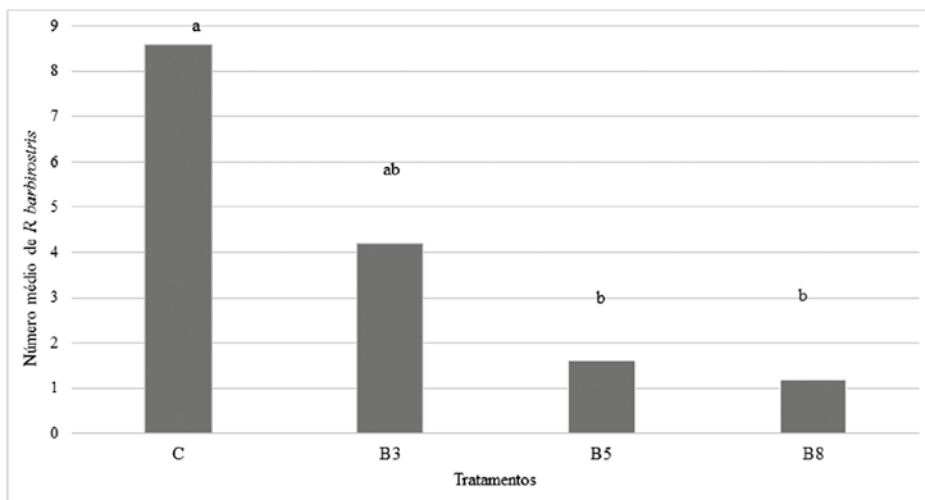


FIGURA 4. Número de espécimes de *Rhinostomus barbirostris* capturados no experimento com manta. C (tratamento controle); B3 (manta - 300 g/m²); B5 (manta - 500 g/m²); B8 (manta - 800 g/m²) (Neópolis, Sergipe, 2015). (P < 0,05).

cola (Ar) foi significativamente diferente daqueles presentes no tratamento controle (Fig. 5). Com isso, estes tratamentos demonstraram-se eficientes como barreira mecânica, tendo como base de a quantia de excrementos expulsos nos estipes tratados.

O tratamento a base de cimento (Ci) reduziu 88,58% o número de orifícios do estipe enquanto que aquele constituído por argamassa (Ar) reduziu apenas 77,03%. Essa menor porcentagem de redução no número de orifícios proporcionada pelo selante (Ar) pode estar relacionada à composição da argamassa, que ao ser misturada a fibra de coco não teve a mesma aderência devido à presença de partículas de areia, quando comparada ao selante (Ci) que não tinha areia em sua constituição.

Apesar da mistura selante (Ar) ter proporcionado uma camada compacta sobre o estipe, os adultos da broca-do-estipe conseguiram rompê-lo (Fig. 6). Percebe-se, pois, a alta capacidade que o aparelho bucal deste inseto em

corroer superfícies duras. O número de insetos adultos coletados nas plantas tratadas com as formulas (Ci) e (Ar) diferiram significativamente daqueles presentes no tratamento controle, não havendo variação significativa entre os respectivos tratamentos.

Quando se avaliou a porcentagem de redução do escape dos adultos foi verificado que o selante (Ci) reduziu 100% a saída de *R. barbirostris* do interior do estipe enquanto que o selante (Ar) reduziu em média 84,84%.

Análise comparativa de custos dos tratamentos com manta, fibra triturada e tela de nylon

O custo dos recursos necessários para a aplicação dos tratamentos (custos fixos) foram: baldes que serviram de local para misturar os produtos e o aplicador (trincha ou broxa) que foi utilizado para a aplicação da solução (cimento/cola) na manta.

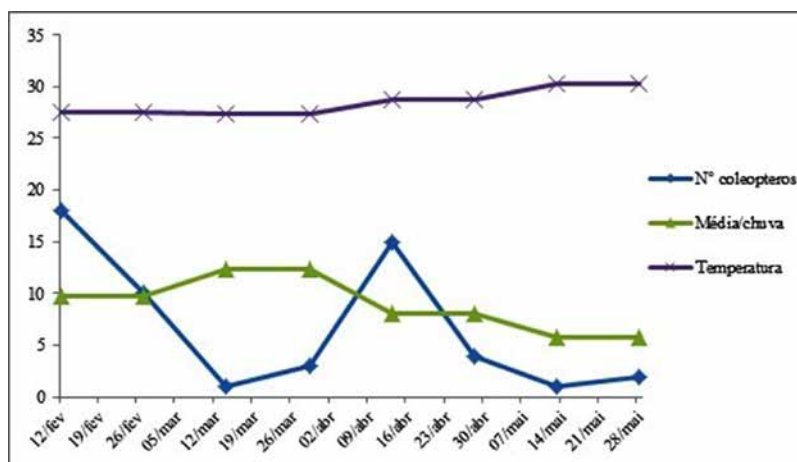


FIGURA 5. Número de orifícios presentes no estipe de coqueiro nos seguintes tratamentos: C (controle), Ci (fibra de coco/cimento/cola), Ar (fibra de coco/argamassa/cola Argamassa) (Neópolis, Sergipe, 2015/2016). (P< 0,05).

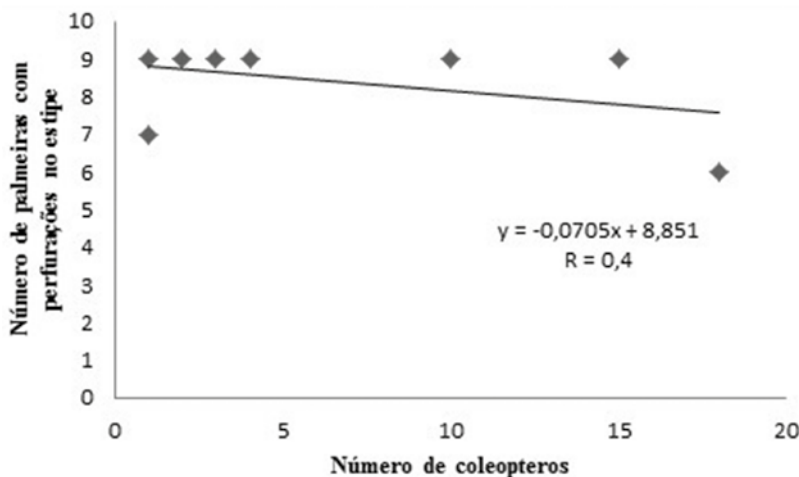


FIGURA 6. Número médio de *Rhinostomus barbirostris* capturados nos respectivos tratamentos: C (controle), Ci (fibra de coco/cimento/cola), Ar (fibra de coco/argamassa/cola) (Neópolis/SE, 2015/2016). (P< 0,05).

TABELA 1. Custos (R\$) de cada tratamento necessários para tratar 1 m² de estipe.

Parâmetros	Tratamentos					
	Manta de fibra de coco			Fibra de coco triturada		Tela de nylon
	B3	B5	B8	Cimento	Argamassa	
CopFT	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
CaltFT	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	-
CFT	5,41	5,41	5,41	5,41	5,41	-
CopVT	15,56	16,28	16,43	15,2	19,2	4,74
CaltVT	0,16	0,16	0,17	0,15	0,19	0,05
CVT	15,72	16,44	16,6	15,35	19,39	4,81
CopT	15,82	16,54	16,69	15,46	19,46	5,02

Legenda:

B3 (manta - 300 g/m²), B5 (manta - 500 g/m²), B8 (manta - 800 g/m²).

CopFT (custo operacional fixo total) = soma das depreciações

CaltFT (custo alternativo fixo total) = soma dos custos alternativos

CFT (custo fixo total) = CopFT + CaltFT

CopVT (custo operacional variável total) = soma dos recursos

CaltVT (custo alternativo variável total) = soma do custo variável multiplicado pela taxa de juros

CVT (custo variável total) = CopVT + CaltVT

CopT (custo operacional total) = CopFT + CopVT

Os materiais considerados na aplicação dos tratamentos com manta foram: 1m² de manta, 4 kg de cimento, 0,5 l de cola, e 0,6 h/homem (mão de obra). Com fibra triturada foram: 8 kg de cimento, 8 kg de argamassa, 0,2 kg de fibra de coco triturada, 0,5 l de cola, 0,5 h/homem (mão de obra). Com tela de nylon foram: 1m² de tela de nylon, 0,2 h/homem (mão de obra). O tratamento com maior custo total foi o com fibra triturada, argamassa e cola por R\$ 69,06 devido especialmente ao alto valor da argamassa (CopVT-Argamassa) (Tabela 1). O tratamento que apresentou o menor Custo Total é o mais viável economicamente.

Conclusões

Os selantes a base de fibra de coco triturada/cola, tanto com cimento ou argamassa demonstraram-se eficientes como barreira mecânica no controle da broca do estipe, com a vantagem de serem economicamente mais viáveis que aqueles feitos a base de mantas vegetais com densidades de 500 e 800 g/m².

Agradecimentos

À Fundação de Apoio à Pesquisa no Estado de Alagoas - FAPEAL por concessão de bolsa e ao CNPq pelo fomento à pesquisa.

Referências

- Costa RSC, Nascente AS, Ribeiro GD, Ferreira M. 2005 Cultivo do Coqueiro em Rondônia. Porto Velho: EMBRAPA Rondônia.
- Cuenca MAG. 1997. Importância econômica do coqueiro. In: Ferreira, JMS, Warwick DRN, Siqueira LAA (Eds) Cultura do coqueiro no Brasil. Brasília: Embrapa-SPI, Cap.4, p. 73-98.
- Ferreira JMS. 2009. Pragas e métodos de controle ajustados à baixa capacidade de investimento dos pequenos produtores rurais. In: Cintra FLD, Fontes HR, Passos EEM, Ferreira JMS (Eds) Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil. Aracaju – SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009, p. 196-198.
- Ferreira JMS, Lins PMP. 2006. Pragas do coqueiro. In: Ferreira JMS, Fontes HR (Eds) Produção integrada de coco: Identificação de Pragas, Doenças e Desordens Nutricionais e Fisiológicas. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. p. 13-68.
- Ferreira JMS, Michereff Filho M. 2002. Produção integrada de coco: Práticas fitossanitárias. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros.
- Holanda JS, Alves MCS, Chagas MCM. 2011 Cultivo do coqueiro no Rio Grande do Norte. Natal: EMPARN.
- Joly AB. 2002. Botânica: Introdução à taxonomia vegetal. 13. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional.
- Moura JIL. 2016. *Rhinostomus barbirostris* Fabricius (Coleoptera, Curculionidae) Broca do estipe. In: Moura JIL (Ed.) Manejo Integrado das Pragas das Palmeiras. Ilhéus-BA: CEPLAC.

Morrone JJ, Cuevas P. 2002. Cladistics of the pantropical genus *Rhinostomus* (Coleoptera: Curculionoidea: Dryophthoridae), with nomenclatural notes. *Journal of the New York Entomological Society* 110: 376–388.

Neves JDS. 2014. Utilização de selante para controle alternativo de coleobrocas em coqueiro (*Cocos nucifera* L.). 43f. Dissertação – Curso de Pós-graduação

em Agricultura e Ambiente, Universidade Federal de Alagoas. AL.

Teulat B, Aldam C, Trehin R, Lebrun P, Barker JHA, Arnold GM, Karp A, Baudouin L, Rognon F. 2000. Analysis of genetic diversity in coconut (*Cocos nucifera* L.) populations from across the geographic range using sequence-tagged microsatellites (SSRs) And RFLPs. *Theoretical Applied Genetics* 100: 764-771.

Autores

Adenir Vieira Teodoro – Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), mestre em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa, doutor em Entomologia pela Georg-August-Universität Göttingen (Alemanha). Atualmente é Pesquisador A da Embrapa Tabuleiros Costeiros (Aracaju - SE) e Professor Permanente dos Programas de Pós-Graduação em Agroecologia (Universidade Estadual do Maranhão, UEMA, São Luís - MA) e Agricultura e Biodiversidade da Universidade Federal de Sergipe (UFS, São Cristóvão - SE). Atua nas áreas de Acarologia; controle biológico aplicado com ácaros predadores e crisopídeos; Controle biológico por conservação; Bioatividade de fitoquímicos a pragas; MIP; uso de insetos como bioindicadores da qualidade ambiental. E-mail: adenir.teodoro@embrapa.br

Aldomário Santo Negrisoni Junior – Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de São Carlos (UFScar), mestrado em Agronomia (Entomologia) pela Universidade Federal de Lavras (UFLA) e doutorado em Fitossanidade (Entomologia) pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Atualmente é Pesquisador A da Embrapa Tabuleiros Costeiros (Rio Largo - AL). Tem experiência na área de Entomologia Agrícola Aplicada, com ênfase em Controle Biológico com Nematóides Entomopatogênicos (NEPs), atuando principalmente nos seguintes temas: eficiência de NEPs sobre pragas de fruteiras, cana-de-açúcar e culturas anuais; isolamento, identificação de NEPs e sua compatibilidade em mistura com produtos fitossanitários. E-mail: aldomario.negrisoni@embrapa.br

Alex Martins Vidal – Agrônomo pela e mestre em Produção Vegetal pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). E-mail: alexvidal2007@gmail.com.

Alexandre da Silva Lima – Agrônomo pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). E-mail: alchandr@gmail.com.

Alexsandro dos Santos Sousa – Licenciado em Ciências Biológicas, mestre e doutor em Recursos Genéticos Vegetais pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Professor efetivo, lotado junto à Secretaria de Educação do Estado da Bahia. Desenvolve pesquisas de análise química de pólen apícola, biologia reprodutiva, criopreservação de pólen e fisiologia polínica. E-mail: alexbiouefs@gmail.com

Aurélio José Antunes de Carvalho – Engenheiro agrônomo, licenciado em Química e mestre em Ciências Agrárias pela Universidade Federal da Bahia (UFBA, Cruz das Almas). É Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IF Baiano (*Campus* Santa Inês). Desenvolve pesquisa na área de Agroecologia, Extensão Rural e Etnobotânica, nas quais orienta alunos de cursos técnicos, graduação e pós-graduação. E-mail: aureliocarva@hotmail.com

Ayala Nara Pereira Gomes – Graduada em Farmácia pela Universidade Federal da Paraíba e aluna do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Medicamentos pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). E-mail: ayalanara@gmail.com

Carla Ruth de Carvalho Barbosa Negrisoni – Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Piauí (UFPI), mestrado em Agronomia (Entomologia) pela Universidade Federal de Lavras (UFLA) e doutorado em Fitossanidade (Entomologia) pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Atualmente é professor

titular III do Centro Universitário de Maceió (Alagoas). E-mail: carlaruthdecarvalhobarbosa@gmail.com

Caroline Rabelo Coelho – Graduação em Agronomia e mestrado em Agroecologia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Tem experiência na área de Nematologia e tecnologia de sementes. E-mail: carolinecoelho7@gmail.com

Celso Amorim Camara – Graduado em Farmácia pela Universidade Federal da Bahia e doutor em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). É professor associado na Universidade Federal Rural de Pernambuco. Desenvolve pesquisa na área de química, na qual orienta alunos de graduação e pós-graduação. E-mail: ccelso@gmail.com

Cleber da Mota Carneiro – Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). E-mail: kyelmotta@gmail.com

Danilo Luís Cerqueira Dias – Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Desenvolve pesquisa na área de anatomia vegetal pura e aplicada à taxonomia. E-mail: danilodias_lc@hotmail.com

Darcet Costa Souza – Graduado em Agronomia e mestre em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e doutorado em Ciências Biológicas (Biologia Genética) pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é professor associado da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em Criação de Abelhas, atuando principalmente nos seguintes temas: apicultura, abelhas africanizadas, apis mellifera, manejo de abelhas, criação de rainhas, melhoramento genético e mel de abelhas. E-mail: darcet.pi@gmail.com

Edilson Divino de Araújo – Bacharel em Ciências Biológicas e mestre em Genética pela UFG e doutor em Ciências (Zoologia) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Professor Associado na Universidade Federal de Sergipe. Desenvolve pesquisa na área de Ecologia de abelhas sociais e Biotecnologia. É orientador de pós-graduação nos programas de Ecologia e Conservação da UFS e em Biotecnologia (Renorbio). E-mail: edaraujoufs@gmail.com

Élio Cesar Guzzo – Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) e doutorado em Entomologia pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP). Tem experiência na área de Entomologia, com ênfase em Entomologia Agrícola, atuando principalmente nos seguintes temas: Resistência de Plantas a Insetos, Plantas Inseticidas, Pragas de Grãos Armazenados, Pragas da Cana-de-açúcar e Pragas do Coqueiro. Atualmente é Pesquisador e membro do Comitê Técnico Interno da Embrapa Tabuleiros Costeiros (Rio Largo - AL) e docente do Programa de Pós-graduação em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). E-mail: elio.guzzo@embrapa.br

Elisângela Alves Santos Félix Melo – Agrônoma pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). E-mail: elis01agro@yahoo.com.br.

Everton Silva Mota – É Licenciado em Biologia pela Universidade Federal de Sergipe (UFS) e desenvolve pesquisa nas áreas de Genética e Biotecnologia de Produtos Naturais. E-mail: evertonmota2009@hotmail.com

Francisco de Assis Ribeiro dos Santos – Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), mestre em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e doutor em Ciências (Botânica) pela Universidade de São Paulo (USP); professor titular na Universidade Estadual de Feira de Santana. Desenvolve pesquisas na área de palinologia pura e aplicada, na qual orienta alunos de graduação e pós-graduação. Coordenou a Rede Pindorama. E-mail: f.a.r.santos@gmail.com

Francisco Sousa de Carvalho Quadros – Técnico em Meio Ambiente pelo Centro Educacional Estadual Profissional Rural Firmo José da Cunha, graduando em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Piauí (UESPI). E-mail: salaoreal@hotmail.com

Gabriel Troilo – Licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL) e mestre em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP); professor da Escola Família Agrícola do Sertão (Efase). Desenvolve pesquisa nas áreas de educação popular, ecotoxicologia e agroecologia, na qual orienta alunos dos cursos técnicos profissionalizantes. E-mail: gabriel.ogabiru@gmail.com

Geovane de Jesus Santos – Bacharelado em Farmácia pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Desenvolve pesquisa na área de anatomia vegetal pura e aplicada à taxonomia. E-mail: geovane.santossg@gmail.com

Gildeir Braga de Souza Santos – Agrônoma pela e mestre em Produção Vegetal pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). E-mail: gilbrasou@yahoo.com.br

Girliane Regina da Silva – Graduada em Farmácia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e Doutora em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Medicamentos pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). É professora da Faculdade Santíssima Trindade (FAST), Brasil. E-mail: girlianeregina@gmail.com

Iracema Lima dos Santos – Licenciada em Letras pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB), mestre em Desenvolvimento e Gestão Social pela Universidade Federal da Bahia (UFBA); diretora da Escola Família Agrícola de Jaboticaba (EFAJ). Desenvolve pesquisa no campo da educação do campo, educação popular, avaliação da aprendizagem e metodologia e prática de ensino. E-mail: ziffa42@yahoo.com.br

Isadora Almeida Melo Santos – Bacharelada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Desenvolve pesquisa na área de anatomia vegetal pura e aplicada à taxonomia. E-mail: isadora_ams@hotmail.com.

Ivanildo da Costa Coelho – Graduando em Zootecnia pela Universidade Federal do Piauí (UFPI).

Jaqueline Zanon de Moura – Graduada em Agronomia e mestre em Agronomia pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), e doutorado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Docente da UFPI. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Entomologia Agrícola, atuando principalmente nos seguintes temas: distribuição espacial de insetos, extratos vegetais, controle biológico, monitoramento de insetos. E-mail: jaqueline.zanon.m@hotmail.com

Jéssica Fontes Vasconcelos – Graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Sergipe (UFS) Atualmente Estudante no Programa Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia na Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: jssica_fontes@yahoo.com.br

Joana D'arc Bernardo Soares – Graduanda do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Piauí. E-mail: joaninha.81@hotmail.com

José Guedes de Sena Filho – Graduação em Farmácia e mestrado Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), doutorado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). É analista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). E-mail: joseguedes.sena@embrapa.br

José Luiz Bezerra – Graduação em Biologia pela Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP); mestrado em Botânica e doutorado em Plant Pathology pela University of Florida. Atualmente é Professor Permanente Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Tem experiência na área de Microbiologia, com ênfase em Biologia e Fisiologia dos Microorganismos, atuando principalmente nos seguintes temas: *Rhytidhysterium rufulum*, *Citrus* spp, etiologia, *Tremella rhytidhysterii* e ultra-estrutura. E-mail: jlulabezerra@hotmail.com

Juliana Coelho da Cruz – Discente de Agronomia na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). E-mail: julianecoelhoacruz@gmail.com

Juliana do Nascimento Bendini – Bacharel em Ciências Biológicas pela UNITAU e Doutora em Zootecnia (Produção Animal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) (Botucatu); professora adjunta na Universidade Federal do Piauí *campus* Senador Helvídio Nunes de Barros. Desenvolve pesquisa na área de apicultura, na qual orienta alunos de graduação. E-mail: jlbendini@ufpi.edu.br

Kelly Regina Batista Leite – Licenciada em Ciências Biológicas pela UEFS e Doutora Botânica pela UEFS (Feita de Santana, Bahia); professora Associado I na Universidade Federal da Bahia. Desenvolve pesquisa na área de anatomia vegetal pura e aplicada, na qual orienta e co-orienta alunos de graduação e pós-graduação, respectivamente. E-mail: kellyrbleite@gmail.com

Lazaro Benedito da Silva – Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) e doutor em Botânica pela UEFS (Feita de Santana, Bahia); professor Associado II na Universidade Federal da Bahia. Desenvolve pesquisa na área de anatomia de madeiras pura e aplicada, na qual orienta alunos de graduação e pós-graduação. E-mail: lbsilva2003@yahoo.com.br

Lucas Carvalho de Oliveira – Possui formação em Técnico em Agropecuária e graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Piauí (2011 e 2017). Foi bolsista PIBIC na área de nutrição animal com avaliação palinológica e bromatologia de pólen e tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Apicultura. E-mail: lucas.1844.lco@hotmail.com

Maiara Araújo Lima dos Santos – Graduação em Ciências Biológicas e mestrado em Biodiversidade Vegetal pela Universidade do Estado da Bahia - Campus VIII. Atualmente é doutoranda em Biologia de Fungos pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Como pesquisadora, tem experiência na área de Micologia, trabalhando com Taxonomia e Ecologia de Fungos do Filo Ascomycota (Pezizomycotina) colonizando palmeiras e plantas nativas do bioma Caatinga. E-mail: : maiara.als2015@gmail.com

Marcelo dos Santos Silva – Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) e mestre em Botânica pela UEFS (Feita de Santana, Bahia); professor substituto da Universidade Federal da Bahia. Desenvolve pesquisa na área de anatomia vegetal pura e aplicada. E-mail: marcelssa@hotmail.com

Marcelo Sousa Lopes – Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Ceará (UFC), mestre em Biologia Vegetal pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e doutor em Ciências

Ambientais pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). É docente da Universidade Federal do Piauí, desenvolve pesquisa com mata ciliar e de Galeria. E-mail: marcelolopes@ufpi.edu.br

Marcio Harrison dos Santos Ferreira – Licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas pela UEFS e mestre em Ciências (Botânica) pela UEFS; professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) – Campus Uruçuí. Desenvolve pesquisa nas áreas de Etnobotânica, Agroecologia, Ecologia Vegetal e Educação do Campo, nas quais orienta alunos de cursos técnicos profissionalizantes, graduação e pós-graduação. E-mail: marcio.harrison@gmail.com

Maria Aparecida Leão Bittencourt – Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) e doutora em Ciências (Entomologia) pela ESALQ/USP (São Paulo); professora titular/pleno na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Desenvolveu pesquisas nas áreas de entomologia agrícola e ação de extratos vegetais sobre pragas, orientando alunos de graduação e pós-graduação. E-mail: malbitte@uesc.br

Nadja Santos Vitória – Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC); mestre em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) e Doutora em Biologia de Fungos pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Professora Adjunta, Dedicção Exclusiva da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Campus VIII, atuando na graduação e no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal; como pesquisadora tem experiência na área de Microbiologia com ênfase em Micologia, trabalhando com Taxonomia e Ecologia de Fungos, especialmente com o Filo Ascomycota (Teleomorfo, Anamorfo e Liquefizado) em áreas da Ecorregião Raso da Catarina. E-mail: nadjasv@hotmail.com

Nelson de Jesus Lopes – Engenheiro Agrônomo pela Esalq/USP; professor e diretor da Escola Família Agrícola do Sertão (Efase). Desenvolve projetos nas áreas da educação do campo, agroecologia e extensão rural. E-mail: efamontesanto@gmail.com

Olivia Oliveira dos Santos – Agrônoma pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) e Doutora em Agronomia pela UESB (Vitória da Conquista); professora substituta na Universidade Estadual de Goiás (Posse/GO). Desenvolve pesquisas na área de entomologia agrícola, e fruticultura, na qual orienta alunos de graduação. E-mail: olvagro@yahoo.com.br

Paulino Pereira Oliveira – Licenciado em Ciências Biológicas, mestre e doutor em Botânica pela UEFS. Analista Universitário da UEFS lotado no Laboratório de Micromorfologia Vegetal. Desenvolve estudos na área de palinologia, especialmente na subárea de melissopalinoologia. E-mail: paulino.pereira@gmail.com

Paulo da Silva – Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Alagoas (UFAL), mestrado em Agricultura e Ambiente pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Tem experiência na área de Entomologia, com ênfase em Entomologia Agrícola, atuando principalmente em taxonomia, seletividade de inseticidas, controle químico e alternativo e manejo integrado de pragas especialmente na cultura do arroz irrigado. E-mail: paul.bio@hotmail.com

Paulo Henrique Amaral Araújo de Sousa – Bacharel em Zootecnia e mestre em Zootecnia pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). E-mail: paullo_ap1@hotmail.com

Rodolfo de França Alves – Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Tiradentes (UNIT) e doutor em Ciências naturais (Botânica) pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Atua como professor voluntário na Universidade Federal de Sergipe (UFS) e desenvolve pesquisas com pólen apícola, com experiência em melissopalinoologia, palinoflora, morfologia polínica, apicultura e meliponicultura. E-mail: rodolfoalvesbot@gmail.com

Rodrigo Brito Costa – Graduando do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Piauí (UFPI). E-mail: rodrigopark111996@gmail.com

Ronaldo Fernandes Pereira – Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e Doutorado em Biotecnologia dos Recursos Naturais pela RENORBIO (Universidade Federal de Sergipe) – Analista de Desenvolvimento Regional da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (CODEVASF). Desenvolve pesquisas pura e aplicada junto ao Sergipe Parque Tecnológico (SergipeTec) na área de apicultura, propagação e fitossociologia vegetal de essências florestais nativas e ecologia da paisagem. E-mail: ronaldo.fernandes@codevasf.gov.br

Sinevaldo Gonçalves de Moura – Graduado em Engenharia Agrônoma, mestre e doutor em Ciência Animal pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). É docente da UFPI. Tem experiência na área de Agronomia e Zootecnia, com ênfase em Apicultura. E-mail: sinevaldo.moura@yahoo.com.br

Tânia Maria Sarmiento Silva – Graduada em Farmácia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), doutora em Química Orgânica pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Desenvolve pesquisa na área de química dos Produtos Naturais, na qual orienta alunos de graduação e pós-graduação. E-mail: sarmentosilva@gmail.com

Victor Marsel Amorim Reis – Discente de Agronomia na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). E-mail: victor-amreis@hotmail.com.

Wilson Romão Toledo da Silva – Possui graduação em Ciências Biológicas Licenciatura pela Universidade Federal de Sergipe (UFS) e Mestrado em Biotecnologia pela mesma instituição. Atualmente é pós-graduando (doutorado) da pela Rede Nordeste de Biotecnologia e pela UFS, tem experiência na área de Genética e Biologia Celular, com ênfase em Biologia Molecular. Tem desenvolvido estudos acerca das características do pólen apícola e suas potencialidades como produto natural e alimentício. E-mail: wilsonufs@gmail.com

Yasmine Ohana Silva da Hora – Agrônoma e mestre em Produção Vegetal pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). E-mail: yasminehora@hotmail.com.

Yzila Liziane Farias Maia de Araujo – Licenciada em Ciências Biológicas e mestre em Saúde e Ambiente pela Universidade Tiradentes (UNIT), especialista em Ecologia e Conservação de Ecossistemas Costeiros pela Universidade Federal de Sergipe (UFS) e Doutora em Biotecnologia pela Renorbio. É professora Adjunta da UFS na área de Biologia Geral e Educação. Desenvolve pesquisa na área de Biotecnologia de Produtos Naturais, com ênfase em produtos apícolas e atua como orientadora no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da UFS. E-mail: ylmaia@yahoo.com.br

Este livro foi composto no formato 21 x 29,7 cm,
fontes Bitter (texto principal, legendas e tópicos),
Montserrat (cabeçalho, títulos e subtítulos).



PINDORAMA

Esse volume faz parte dos produtos técnico-científicos da **Rede Pindorama** (Proc. 407717/2013-7), que é uma iniciativa fomentada pelo CNPq via RENORBIO (Chamada 79-2013) para o desenvolvimento de redes de cooperação de instituições e pesquisadores. Na **Rede Pindorama**, foram integrados cinco propostas pesquisa, todas com o tema principal no uso e no aproveitamento dos recursos das palmeiras (Arecaceae). A Rede também possibilitou a formação de recursos humanos em todos os níveis e envolveu instituições de todos os estados do Nordeste, com participação de outras instituições nacionais e até uma do Estados Unidos da América (Montgomery Botanical Center). A **Rede Pindorama** teve a coordenação geral a cargo do Prof. Francisco de Assis Ribeiro dos Santos da Universidade Estadual de Feira de Santana



978-85-509-0518-1



9 788550 905181