



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

**Caracterização físico-química e toxicológica do pó de
mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata* Mart):
subsídio para o desenvolvimento de produtos**

ANA PAULA DOS SANTOS E SILVA

**TERESINA – PIAUÍ
2011**

ANA PAULA DOS SANTOS E SILVA

**Caracterização físico-química e toxicológica do pó de mesocarpo do
babaçu (*Orbignya phalerata Mart*): subsídio para o desenvolvimento de
produtos**

Dissertação, como requisito complementar, para obter o título de Mestre em Ciências Farmacêuticas, submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas (PPGCF) da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

Orientador: Prof. Dr. Lívio César Cunha Nunes

Co-Orientador: Prof. Dr. Rivelilson Mendes de Freitas

**TERESINA - PIAUÍ
2011**

ANA PAULA DOS SANTOS E SILVA

**Caracterização físico-química e toxicológica do pó de mesocarpo de babaçu
(*Orbignya phalerata* Mart): subsídio para o desenvolvimento de produtos**

Dissertação defendida sob a avaliação da Comissão Examinadora constituída por:

Presidente e Examinador Interno: **Prof. Dr. Lívio César Cunha Nunes**

(Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Piauí)

Assinatura: _____

Examinador Externo: **Prof. Dr. Pedro José Rolim Neto**

(Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal de Pernambuco).

Assinatura: _____

Examinador Externo: **Prof. Dra. Adriana da Rocha Tomé**

(Universidade Estadual do Ceará – UECE)

Assinatura: _____

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

REITOR

Prof. Dr. Luiz de Sousa Santos Júnior

VICE-REITOR

Prof. Dr. Edwar de Alencar Castelo Branco

PRÓ-REITOR PARA ASSUNTOS DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

Prof. Dr. Saulo Cunha de Serpa Brandão

DIRETOR DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Prof. MSc. Antonio dos Santos Rocha Filho

VICE-DIRETOR DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Prof. Dr. José Guilherme Ferre Pompeu

**COORDENADOR DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
FARMACÊUTICAS**

Prof. Dr. José Lamartine Soares Sobrinho

**VICE-COORDENADOR DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS**

Prof. Dr. Lívio César Cunha Nunes

LABORATÓRIOS E INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

Núcleo de Tecnologia Farmacêutica (NTF) - UFPI

Responsável: Prof. Dr. José Lamartine Soares Sobrinho

Campus Universitário Ministro Petrônio Portela – Bairro Ininga

Cep: 64049-550 - Teresina-PI – Brasil.

Laboratório de Pesquisa em Neuroquímica Experimental (LAPNEX) – UFPI

Responsável: Prof. Dr. Rivelilson Mendes de Freitas

Campus Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga, Teresina, Piauí, Brasil.

64.049-550 - Teresina - Piauí, Brasil.

Núcleo de Estudos, Pesquisas e Processamento de Alimentos (NUEPPA) - UFPI

Responsável: Prof. Dr. José Omar Mitão Diniz

Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga, Teresina, Piauí, Brasil.

CEP: 64049-550 - Teresina – PI.

Laboratório de Tecnologia dos Medicamentos (LTM) - DCFAR - UFPE

Responsável: Prof. Dr. Pedro José Rolim Neto.

Av. Prof. Arthur de Sá, S/N. Cidade Universitária.

CEP: 50.740-521- Recife – PE

Laboratórios do Curso de Farmácia da Universidade Federal do Piauí - UFPI

Responsável: Prof. Dr. Stanley Juan Chavez Gutierrez

Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga, Teresina, Piauí, Brasil.

CEP: 64049-550 - Teresina – PI.

A Deus, pela força e apoio em todos os momentos.
CONSAGRO!

*Aos meus pais, Raimundo Gonçalves dos Santos e Luisa Santos, aos meus irmãos,
Pauliana, Ana Luisa e Ana Cleto Santos e ao José Carlos, meu amor, pela constante
fonte de inspiração, força e apoio.*
DEDICO!

AGRADECIMENTOS

“Como o não sabes ainda

Agradecer é mistério”

Fernando Pessoa, Quadras ao Gosto Popular

Agradeço primeiramente a **Deus**, por todos os momentos bons e ruins com os quais aprendi e cresci.

Ao Prof. Dr. **Lívio César Cunha Nunes**, meu orientador e amigo, pela confiança e apoio necessários para o início do meu amadurecimento científico. Meus sinceros agradecimentos e respeito.

Ao prof. Dr. **Rivelilson Mendes de Freitas**, mais do que qualquer ensinamento técnico, agradeço pelo exemplo de profissionalismo e dignidade e por todo o seu apoio. Agradeço também a todo o grupo LAPNEX.

Ao prof. Dr. **José Lamartine Soares Sobrinho**, coordenador e professor do programa de pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, por sempre ter uma palavra de apoio em todos os momentos do meu mestrado.

Aos demais colaboradores, por dedicarem tempo e cederam seus laboratórios para realização desta pesquisa, em especial Profa. Dra. **Ana Amélia de C. M. Cavalcante**, Prof. Dr. **Stanley Juan Chavez Gutierrez** e à Dra. **Adriana da Rocha Tomé e a Geane Felix de Sousa**.

Agradeço aos **Professores** do programa de pós-graduação em Ciências Farmacêuticas (PPGCF) e aos companheiros desta jornada: **Mirna, Lina, Eliamara, Márcio, Fernanda, Ilka, Mônica, Ana Karina, Lidiane, Maria, Cícera, Manoel, Marcelo**, obrigado pela convivência e amizade nesse período.

A **Universidade Federal do Piauí** pela possibilidade de concretização de mais um desafio.

Agradeço a empresa **Ativa Vida** pelo fornecimento da matéria-prima.

Aos **funcionários e professores** do curso de Farmácia, em especial a Profa. Dra. **Graça Medeiros** e Profa. MSc. **Eilika Vasconcelos**, grandes incentivadoras nesse início da minha vida científica.

Aos amigos **Paola Dallet, Vaneska Rios, Simone Araújo, Edna Borges, Alison Dantas, Emison Cruz e Alysson Kenned**, obrigada pelo convívio em nosso ambiente de trabalho, pela amizade e trabalho árduo e pelo apoio durante todo o processo do mestrado.

A meus sogros, **D. Ana e Sr. José Carlos, minha avó sogra, D. Erenice, meus cunhados, Maurício, Marcelly e Márcio Lima** sem o apoio de vocês não seria possível investir longas horas de trabalho, privando-os da atenção merecida.

Minha família merece poucas palavras, mas aquelas que me são mais caras. Obrigado por vocês existirem. Obrigado por depositarem em mim a confiança para todas as horas. **Pai, Mãe e meus Irmãos**, muito obrigada.

E ao meu Amor, **José Carlos Correia Lima da Silva Filho**, que por vezes deve ter detestado a mim e a este trabalho, pois ele sacrificou muitos momentos que poderíamos ter desfrutado juntos, mas sempre incentivou, sempre apoiou e, o melhor de tudo, sempre me cobrou para que eu continuasse e concluísse mais esta etapa de nossas vidas que vamos construindo juntos, te amo!

Devo muito a todas as pessoas mencionadas aqui, intelectual e emocionalmente.
À todos meu muito obrigada!

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

Figura 1. Palmeira e frutos do babaçu (<i>Orbignya</i> sp)	31
Figura 2. Frações do coco da palmeira do babaçu (<i>Orbygnia</i> sp) (Fonte: Baruque Filho com adaptações da autora).	32
Figura 3: Áreas de ocorrência do Babaçu	34
Figura 4: Esquema representativo dos componentes e subprodutos potenciais do coco babaçu	35

Capítulo II

Figura 1. Visão geral da palmeira do babaçu, "Região dos Cocais" (<i>Orbygnia phalerata</i> Mart)	45
Figura 2. Pó do mesocarpo do babaçu (<i>Orbignya phalerata</i>)	50
Figura 3. Curva da análise termogravimétrica (TGA) das amostras de Amido e Mesocarpo do babaçu (<i>Orbignya phalerata</i> Mart).	53
Figura 4. Curva da análise térmica diferencial (DTA) das amostras de Amido e Mesocarpo do babaçu (<i>Orbignya phalerata</i> Mart)	54

Capítulo III

Figura 1: Análise da toxicidade pela inibição do crescimento de raízes de <i>A. cepa</i> expostas ao mesocarpo do babaçu	69
Figura 2: Citotoxicidade do mesocarpo do babaçu pela inibição do índice mitótico em meristemas de raízes de <i>A. cepa</i>	70
Figura 3: Mutagenicidade do babaçu pela freqüência de aberrações cromossômicas em meristemas de raízes de <i>A. cepa</i>	71
Figura 4: Mutagenicidade do babaçu pela freqüência de cromossomos soltos durante mitose em meristemas de raízes de <i>A. cepa</i>	71
Figura 5: Mutagenicidade do babaçu pela freqüência de pontes entre cromossomos durante mitose em meristemas de raízes de <i>A. cepa</i>	72
Figura 6: Mutagenicidade do babaçu pela freqüência de atrasos de cromossomos durante mitose em meristemas de raízes de <i>A. cepa</i>	73

Figura 7: Mutagenicidade do babaçu pela freqüência de micronúcleos durante mitose em meristemas de raízes de <i>A. cepa</i>	73
Figura 8: Divisões mitóticas normais observadas nas diferentes suspensões do mesocarpo de <i>Obignya phalerata</i>	75
Figura 9: Aberrações cromossômicas em células das raízes de <i>A. cepa</i> expostas as diferentes concentrações de suspensões do mesocarpo do babaçu	76

Capítulo V

Figura 1: Mesocarpo do babaçu (<i>Orbignya phalerata</i>).....	102
Figura 2. Avaliação <i>in vitro</i> dos efeitos do extrato aquoso do mesocarpo de <i>Orbignya phalerata</i> contra a formação de substâncias reativas com o ácido tiobarbitúrico (TBARS).....	106
Figura 3. Avaliação <i>in vitro</i> dos efeitos do extrato aquoso do mesocarpo de <i>Orbignya phalerata</i> contra a formação de óxido nítrico (NO).	107
Figura 4. Avaliação <i>in vitro</i> dos efeitos do extrato aquoso do mesocarpo de <i>Orbignya phalerata</i> contra a formação do radical hidroxila.....	108
Figura 5. Efeitos do extrato aquoso do mesocarpo de <i>Orbignya phalerata</i> (1, 2 e 3 g/kg, v.o.)	109
Figura 6. Tempo (s) sobre a Rota-rod observados em camundongos	110

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1. Pesquisa na base de patentes INPI com seus respectivos números de protocolos.....	29
---	----

Capítulo II

Tabela 1. Análise granulométrica dos pós do mesocarpo de babaçu (<i>Orbignya phareolata</i> Mart) dos fornecedores A, B, C e D.....	51
Tabela 2. Principais constituintes detectados na triagem fitoquímica <i>Orbignya phalerata</i> Mart.	52
Tabela 3. Valores médios da caracterização físico-química do pó de mesocarpo do babaçu (<i>Orbignya phalerata</i> Mart).....	52
Tabela 4. Porcentagem do amido no mesocarpo do babaçu (<i>Orbignya phalerata</i> Mart) calculada a partir de três repetições.....	53

Capítulo III

Tabela 1. Índice mitótico, aberrações cromossômicas, micronúcleos e comprimento da raiz em <i>Allium cepa</i> expostos as diferentes concentrações do mesocarpo do babaçu.....	74
--	----

Capítulo IV

Tabela 1: Toxicidade aguda do EAP de <i>Orbignya phalerata</i>	90
Tabela 2: Parâmetros relativos ao “Screening Hipocrático”	92
Tabela 3: Parâmetros hematológicos obtidos de camundongos <i>Swiss</i>	93
Tabela 4: Parâmetros bioquímicos obtidos do soro de camundongos <i>Swiss</i>	94

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAPH	Dicloridrato de 2,2'-azobis (2-aminopropano)
ABAM	Associação Brasileira dos produtores de amido
AC's	Aberrações Cromossômicas
ANOVA	Análise de Variância
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
AST	Aspartato aminotranferase
ALT	Alamina aminotranferase
CEEA	Comitê de Ética em Experimentação Animal
CHCM	Concentração de Hemoglobina Corpuscular Médio
DTA	Análise Térmica Diferencial
EAP	Extrato Aquoso do Pó
EE	Extrato Etéreo
EDTA	Etilenodiamino-tetracético-dissódico
EPM	Erro Médio da Média
HB	Anticoagulante
HCM	Hemoglobina Corpuscular Médio
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
LTM	Laboratório de Tecnologia Farmacêutica
LILACS	Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências e Saúde
MN	Micronúcleo
NaOH	Hidróxido de Sódio
NPS	Nitroprusiato de Sódio
NUEPPA	Núcleo de Pesquisa e Processamento de Alimentos
NTF	Núcleo de Tecnologia Farmacêutica
OMS	Organização Mundial de Saúde
OH	Radical Hidroxila
PUBMED	Publicações Médicas
SCE	Cromátides irmãs
CIELO	Scientific Electronic Library
TBARS	Espécie reativa com Ácido Tobarbitúrico

TGA	Análise Termogravimétrica
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFPI	Universidade Federal de Piauí
VCM	Volume corpuscular médio
V.O	Via Oral

RESUMO

SILVA, A.P.S. **Caracterização físico-química e toxicológica do pó de mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata* Mart): subsídio para o desenvolvimento de produtos.** Orientador: Lívio César Cunha Nunes. Teresina – PI: UFPI, 2011. (Dissertação – Mestrado em Ciências Farmacêuticas)

O babaçu é uma palmeira do gênero *Orbignya*. Uma de suas espécies é a *Orbignya phalerata* Mart que é uma planta da família das palmáceas *Arecaceae*, dotada de frutos drupáceos com sementes oleaginosas e comestíveis. O uso de matérias-primas oriundas de vegetais regionais pode ser uma alternativa bastante viável na substituição a insumos de outras regiões, em virtude do marco escasso e instável, muitas vezes existe a necessidade de importar matéria-prima, o que eleva ainda mais os custos com a produção e conseqüentemente promove menores lucros ao produtor. Nesse contexto, propomos a caracterização do pó do mesocarpo do babaçu, do ponto de vista físico-químico e toxicológico, visando subsidiar o desenvolvimento de produtos na área alimentícia, farmacêutica e cosmética. Utilizou-se metodologias preconizadas por compêndios oficiais. Os resultados obtidos através da caracterização realizada foram de fundamental importância, pois permitiram a determinação das principais características físico-químicas das amostras da matéria-prima originária do pó do mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata* Mart). Os resultados confirmaram que a amostra utilizada, com relação às propriedades térmicas avaliadas, para o mesocarpo do babaçu, obteve uma grande similaridade com o amido, provavelmente devido ao seu grande conteúdo de amido (64,5%). Foi analisada a toxicidade através do comprimento de raiz de meristemas primárias de *Allium cepa*, a citotoxicidade pelo índice mitótico e genotoxicidade através da frequência de aberrações cromossômicas e micronúcleos em 5.000 células por tratamento. A concentração de 50 mg/mL mostrou efeito tóxico e citotóxico significativo ($P < 0,05$) sobre os meristemas de *A cepa*, a concentração de 10 mg/mL apresentou efeito genotóxico significativo ($P < 0,05$) pela frequência de aberrações cromossômicas, e nenhuma das concentrações foi genotóxica pela frequência de micronúcleos. Quanto a toxicidade aguda do EAP não induziu nenhum efeito de risco na maioria dos parâmetros bioquímicos e hematológicos estudados em camundongos *Swiss* adultos, assim como não produziu alterações na atividade locomotora e coordenação motora em camundongos. Esses dados servem como base de pesquisa para estudos de desenvolvimento de produtos que busquem as potencialidades do mesocarpo do babaçu como uma matéria-prima renovável, além disso, os resultados forneceram informações relevantes em relação à qualidade de insumo utilizado em indústrias, assim como sobre seu comportamento sob as diferentes técnicas analíticas utilizadas na caracterização de produtos.

Palavras-chave: babaçu, características físico-químicas, genotoxicidade, toxicidade, *Orbignya phalerata* Mart.

ABSTRACT

SILVA, A.P.S. **Physico-chemical and toxicological Powder babassu mesocarp (*Orbignya phalerata*) grant for product development.** Advisor: Lívio César Cunha Nunes. Teresina – PI: UFPI, 2011. (Dissertação – Mestrado em Ciências Farmacêuticas)

Babassu is a palm which belongs to *Orbignya* genus. One of its species is *Orbignya phalerata* Mart which is a plant from palmea family called Areaceae, who possesses drupaceous fruits with edible and oleaginous seeds. The use of raw materials from regional plants can be a viable alternative to the replacement of products from other regions, due to sparse and unstable market frequently it's necessary to import raw materials, which increases even more the production costs and consequently decreases the producer profit. In this context, the objective of this study was to perform physicochemical and toxicological characterization of babassu mesocarp powder, aiming to support the development of products in food, pharmaceutical and cosmetic industries. Methodologies recommended by official compendiums were used. The results obtained through the characterization studies were extremely important, because they allowed establishing main physicochemical characteristics of the samples of babassu (*Orbignya phalerata* Mart) mesocarp powder. The thermal analysis results confirmed a great similarity between babassu mesocarp sample and starch, probably due to its big amount of starch (64.5%). The toxicity was evaluated by the length root of primary meristem of *Allium cepa*, the cytotoxicity, was evaluated by mitotic index and the genotoxicity was evaluated by chromosome aberrations and micronuclei frequencies in 5.000 cells per treatment. The concentration of 50 mg/mL showed meaningful toxic and cytotoxic effects ($P < 0.05$) in *A. cepa* meristems, the concentration of 10 mg/mL showed meaningful genotoxic effect ($P < 0.05$) by the chromosome aberration frequency, and none of the concentrations was genotoxic by the micronuclei frequency. The EAP's acute toxicity didn't induce any risk effect in the most of biochemical and hematological parameters studied in adults *Swiss* mice, as well as didn't induce any change in locomotor activity and motor coordination in mice. These data serves as basis for research in development studies of products which seek the potentialities of mesocarp babassu as a renewable raw material, moreover, the results provide relevant information about the raw material quality used in industries and about the behavior in different analytical techniques used at products characterization.

Keywords: babassu, *Orbignya phalerata* Mart., physicochemical characteristics, genotoxicity, toxicity

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 OBJETIVOS	22
2. 1 Objetivo Geral.....	22
2. 2 Objetivos Específicos.....	22
REFERÊNCIAS.....	22
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
Capítulo I: Babaçu (<i>Orbignya phareolata</i>): estado-da-arte como perspectivas para o desenvolvimento de novos produtos	24
3.1 Introdução	26
3.2 Metodologia	27
3.3 Resultados	28
3. 4 Revisão da literatura.....	29
3.4.1 Descrição do Babaçu (<i>Orbignya sp</i>)	29
3.4.2 Áreas de ocorrência do Babaçu (<i>Orbignya sp</i>).....	32
3.4.3 Produtos do Babaçu (<i>Orbignya sp</i>) e sua importância econômica.....	34
3.5 Considerações Finais.....	37
Referências.....	38
4 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA.....	42
Capítulo II – Caracterização Físico-Química do pó de mesocarpo de babaçu (<i>Orbignya phalerata</i> Mart)	42
4.1 Introdução	43
4.2 Material e Métodos.....	47
4.2.1 Extração do material vegetal	47
4.2.2 Avaliação macroscópica da matéria-prima e granulometria do pó	47
4.2.3 Perfil fitoquímico	47
4.2.4 Determinação do teor extrativo	48
4.2.5 Determinação da composição centesimal do pó do mesocarpo do coco babaçu.....	48
4.2.5.1 Umidade	48
4.2.5.2 Cinzas totais	48
4.2.5.3 Proteínas	49
4.2.5.4 Lipídeos.....	49
4.2.5.5 Carboidratos	49

4.2.5.6 Fibra Bruta (FB).....	49
4.2.5.7 Teor de amido.....	49
4.2.5.8 Análises térmicas.....	49
4.2.6 Análises estatísticas.....	50
4.3 Resultados	50
4.4 Discursão.....	54
4.5 Conclusões	58
Referências.....	59
5 AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE.....	63
Capítulo III – Avaliação Tóxica, Citotóxica e Genotóxica do Mesocarpo do Babaçu (<i>Orbignya phalerata</i>)	63
5.1 Introdução	66
5.2 Material e Métodos.....	67
5.2.1 Coleta e Preparação das Amostras	67
5.2.2 Sistema <i>Allium cepa</i>	67
5.2.3 Análise estatística.....	68
5.3 Resultados	68
5.3.1 Toxicidade em raízes de <i>A. cepa</i> com as suspensões do mesocarpo do babaçu (<i>Orbignya phalerata</i>).	68
5.3.2 Avaliação Citotóxica e Genotóxica: inibição do índice mitótico e índice de aberrações cromossômicas	69
5.4 Discussão.....	76
5.5 Conclusões	79
Referências.....	80
Capítulo IV – Avaliação da toxicidade aguda, DL ₅₀ e screening hipocrático do extrato aquoso do pó do mesocarpo de <i>Orbignya phalerata</i> Mart (babaçu)	84
5.6 Introdução	84
5.7 Material e Métodos.....	87
5.7.1 Preparações dos extrato de <i>Orbignya phalerata</i>	87
5.7.2 Animais utilizados.....	87
5.7.3 Determinação da toxicidade aguda.....	88
5.7.4 Determinação da Dose Letal 50% (DL ₅₀).....	88
5.7.5 <i>Screening</i> Hipocrático	88
5.7.6 Tratamentos dos animais para determinação dos parâmetros bioquímicos e hematológicos	89
5.7.7 Determinações dos parâmetros bioquímicos.....	89
5.7.8 Determinações dos parâmetros hematológicos	89

5.7.9 Análises estatísticas.....	89
5.8 Resultados	90
5.9 Discussão.....	94
5.10 Conclusões	95
Referências.....	96
6 AVALIAÇÃO DA ADMISTRAÇÃO DO EXTRATO DO PÓ DO MESOCARPO DO BABAÇU (<i>Orbignya phalerata</i> Mart.) NO COMPORTAMENTO ANIMAL	98
Capítulo V – Efeito antioxidante <i>in vitro</i> e avaliação da atividade locomotora e coordenação motora em camundongos tratados com o extrato aquoso de <i>Orbignya phalerata</i> Mart.	98
6.1 Introdução	101
6.2 Material e Métodos.....	102
6.2.1 Preparações de extrato de <i>Orbignya phalerata</i>	102
6.2.2 <i>Scavenger</i> do radical hidroxila.....	103
6.2.3 Concentração de TBARS produzido (espécies reativas com ácido tiobarbitúrico)..	103
6.2.4 <i>Scavenger</i> do óxido nítrico (NO)	104
6.2.5 Animais utilizados.....	104
6.2.6 Análises estatísticas.....	105
6.3 Resultados	105
6.4 Discussão.....	110
6.5 Conclusões	111
Referências.....	112
7 CONCLUSÃO	114
8 PERSPECTIVAS	115
APÊNDICES	

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui a maior biodiversidade do mundo, estimada em cerca de 20 % do número total de espécies do planeta. Esse imenso patrimônio genético, bastante escasso nos países desenvolvidos, tem atualmente um valor econômico inestimável em diversas áreas, porém é no campo do desenvolvimento de novos produtos onde reside sua maior potencialidade (LORENZI et al, 1996).

O extrativismo da palmeira do Babaçu (*Orbignya* sp.) é uma atividade secular no território brasileiro, sendo pública e notória sua utilização como uma fonte de alimentos, material para construção de casas e fonte de energia (já utilizada pelas populações silvícolas desde antes do descobrimento), entretanto é notável a falta de trabalhos técnicos que enfoquem o seu uso pela indústria (TEIXEIRA, 2002; SOUZA et AL., 2009).

A *Orbignya* sp. (babaçu) é uma palmeira encontrada com maior frequência nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil (EMBRAPA, 1984). Somente a região Nordeste possui uma área de cerca de 14 milhões de hectares com babaçu, sendo que a maior parte (54,2%) concentra-se no Estado do Maranhão (BATISTA et al, 2006).

Na floresta de mata seca da Amazônia oriental, principalmente no Maranhão, destacam-se os babaçuais ou cocais de *Orbignya* sp, que é uma das palmeiras brasileiras mais importantes (AMORIM et al., 2006). A região é considerada a de maior concentração de plantas oleaginosas do mundo e fonte da maior produção extrativista vegetal do país (MELO et al, 2007).

O babaçu produz frutos contendo várias amêndoas que são comercializadas para fins industriais e também consumidas como alimento (EMBRAPA, 1984). Além das amêndoas, o fruto do babaçu produz também a farinha do mesocarpo que, segundo relatos populares, tem propriedades anti-inflamatórias e analgésicas (LAGOS, 2006; FERREIRA et al, 2006). É também um alimento rico em amido, vitaminas e sais minerais. O governo federal tem incentivado o uso do mesocarpo de babaçu como um dos ingredientes a ser adicionado à merenda escolar em algumas comunidades do interior do Maranhão (SOUZA et al., 2009).

As potencialidades do babaçu são inúmeras, da geração de energia ao artesanato, diversas atividades econômicas podem ser desenvolvidas a partir da planta. Dentre as partes desta, o fruto tem o maior potencial econômico para aproveitamento tecnológico

e industrial, podendo produzir aproximadamente de 64 produtos, tais como carvão, etanol, metanol, celulose, farináceas, ácidos graxos, glicerina (BRASIL, 2009).

Tendo em vista essas diversas potencialidades, busca-se, atualmente, o desenvolvimento tecnológico de novos produtos a partir do mesocarpo do babaçu, para isto, determinados estudos preliminares assumem grande importância.

Os conhecimentos sobre a caracterização físico-química e efeitos tóxicos do mesocarpo do babaçu (*Orbignya sp.*) proporcionarão dados importantes no desenvolvimento de novas tecnologias a ser utilizada nas indústrias alimentícia, farmacêutica e/ou cosméticos, além de subsidiar o depósito de uma patente na base do INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) onde estão depositadas várias patentes referentes ao babaçu, mas poucas que sejam voltadas para a utilização do mesocarpo do babaçu como um produto possível de ser utilizado nos tipos de indústrias citadas anteriormente.

Além disso, esses dados servirão como base de pesquisa para estudos de desenvolvimento de produtos que busquem as potencialidades do mesocarpo do babaçu como uma matéria-prima renovável, além disso, contribuindo para o crescimento econômico de diversas comunidades nordestinas que tem, como principal fonte de sustento, a extração do coco babaçu.

REFERÊNCIAS

AMORIM, E.; MATIAS, J. E. F.; COELHO, J. C. U.; CAMPOS, A. C. L.; STAHLKE JÚNIOR, H. J.; TIMI, J. R. R.; ROCHA, L. C. A.; MOREIRA, A. T. R.; RISPOLI, D. Z.; FERREIRA, L. M. **Efeito do uso tópico do extrato aquoso de *Orbignya phalerata* (babaçu) na cicatrização de feridas cutâneas: estudo controlado em camundongos.** Acta Cirúrgica Brasileira, v. 21, s. 2, p. 67-76, 2006.

BATISTA, C.P.; TORRES, O.J.M.; MATIAS, J.E.F.; MOREIRA, A.T.R.; COLMAN, D.; LIMA, J.H.F.; MACRI, M.M.; RAUEN, J.R.; FERREIRA, L.M.; FRAITAS, A.C.T. **Efeito do extrato aquoso de *Orbignya phalerata* (babaçu) na cicatrização do estômago em camundongos: estudo morfológico e tensiométrico.** Acta Cirúrgica Brasileira. Supl 3:26-32, 2006.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome & Ministério do Meio Ambiente. **Promoção Nacional da Cadeia de Valor do Coco Babaçu.** Brasília, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Departamento de Difusão de Tecnologia. Babaçu, Programa Nacional de Pesquisa.** Brasília: p. 89, 1984.

LAGOS, J. B. **Estudo comparativo da composição química das folhas e cascas da *Trichilia catigua* A. Juss., Meliaceae.** [Dissertação–Mestrado]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006.

LORENZI, H. **Palmeiras no Brasil: exóticas e nativas.** Nova Odessa: Plantarum, p. 303, 1996.

MELO, L. P. **Análises físico-químicas do pão enriquecido com mesocarpo de babaçu.** In: 2º Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, João Pessoa, 2007.

FERREIRA, E. C.; MATIAS, J. E. F.; CAMPOS, A. C. L.; TÂMBARA FILHO, R.; ROCHA, L. C. A.; TIMI, J. R. R.; SADO, H. N.; SAKAMOTO, D. G.; TOLAZZI, A. R. D.; SOARES FILHO, M. P. **Análise da cicatrização da bexiga com o uso do extrato aquoso da *Orbignya phalerata* (babaçu): estudo controlado em camundongos.** Acta Cirúrgica Brasileira. vol. 21, s. 3, p. 33-39, 2006.

SOUZA, M. G. **Determinação de As, Cd e Pb em amêndoas e mesocarpo de babaçu, sapucaia, xixá e castanha-do-pará por espectrometria de absorção atômica.** Química Nova, vol. 32, n. 6, p. 1442-1446, 2009.

TEIXEIRA, M. A. **Biomassa de babaçu no Brasil.** In *Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural*, Campinas (SP) [online]. 2002. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022002000100032&lng=en&nrm=iso.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Caracterizar a matéria-prima: pó do mesocarpo do babaçu, do ponto de vista físico-químico e toxicológico, para subsidiar o desenvolvimento de produtos na área alimentícia, farmacêutica e cosmética.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar físico-quimicamente o pó de mesocarpo de babaçu (*Orbignya phalerata*) através das determinações da análise macroscópica, granulométrica, teor extrativo, análise centesimal e caracterização térmica.
- Avaliar as atividades tóxica, citotóxicas e genotóxica do mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata*) através de testes *in situ*.
- Identificar os efeitos toxicológicos agudos do extrato aquoso do pó de mesocarpo, *in vivo*.
- Avaliar as propriedades antioxidantes e os possíveis efeitos na atividade locomotora e coordenação motora do extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* Mart em camundongos.

Capítulo 1

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Babaçu (*Orbignya phareolata*): estado-da-arte como perspectivas para o desenvolvimento de novos produtos

A submeter aos Anais da Academia Brasileira de Ciências, Qualis Capes - B2

Capítulo I: Babaçu (*Orbignya phareolata*): estado-da-arte como perspectivas para o desenvolvimento de novos produtos - Resumo

SILVA, A.P. S.¹; FREITAS, R. M¹; NUNES, L.C.C.^{1,*}

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, Núcleo de Tecnologia Farmacêutica, Laboratório de Pesquisa em Neuroquímica Experimental, Universidade Federal do Piauí (NTF/LAPNEX/UFPI), Teresina - Piauí, Brazil.

Um dos principais produtos extrativos do Brasil, contribuindo sobremaneira para a economia de alguns Estados da Federação, o babaçu (*Orbignya phareolata* Mart) desempenha também relevante papel social principalmente pela grande capacidade de absorção de mão-de-obra, especialmente na entre safra das culturas tradicionais. O objetivo deste capítulo foi realizar um levantamento na literatura sobre o babaçu (*Orbignya phalerata* Mart) avaliando o panorama sobre o aproveitamento de seus derivados, sobretudo o mescarpo, sugerindo as áreas de maior aplicação e produção desta espécie, dando subsídio para o desenvolvimento de produtos nas áreas alimentícias, cosmética e principalmente farmacêutica, promovendo o desenvolvimento tecnológico e dando suporte a Pesquisa e Desenvolvimento (P & D) de bioprodutos. Para essa pesquisa bibliográfica priorizou-se artigos, livros e periódicos eletrônicos além de monografias e manuais da Embrapa. Buscou-se informações nas bases de dados Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências e Saúde (Lilacs), *Scientific Eletronic Library* (SciELO), *Scienc Direct* e no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). O refinamento da seleção dos artigos foi realizado segundo os critérios de inclusão: artigos publicados no período de 2000 a 2011, em português ou inglês. A presente revisão nos fornece evidências sobre o potencial de utilização de cada componente do babaçu, para o desenvolvimento de novos produtos. Além disso, mostra que caracterizar seus subprodutos é de fundamental importância como alternativa preliminar para utilização do babaçu em indústrias. Além da sua ampla distribuição por vários Estados, principalmente os da região Nordeste do Brasil, em particular os Estados do Maranhão e Piauí, podendo ser alvo de investimentos em diversas áreas, como alimentícia, cosmética e farmacêutica.

Palavras-chave: *Orbignya phareolata* Mart, bioprodutos, bibliográficas.

ABSTRACT - Capítulo I: Babassu (*Orbignya phareolata*): state of the art and prospects for development of new products

One of the primary forest products in Brazil, contributing greatly to the economy of some states, babassu (*Orbignya phareolata* Mart) also plays important role in society especially by the great capacity of absorption of manpower, especially in the growing season of crops traditional. The purpose of this chapter was to survey the literature on the babassu (*Orbignya phalerata* Mart), evaluating the outlook on the use of derivatives, especially mescarpo, suggesting areas of further application of this species, giving allowance for product development areas in the food, cosmetic and pharmaceutical primarily, promoting technological development and supporting research and development (R & D) biopordutos. For this literature is prioritized articles, books and journals as well as monographs and manuals of Embrapa. We tried to information in databases and the Latin American and Caribbean Health Sciences (Lilacs), *Scientific Electronic Library* (SciELO), Science Direct and the National Institute of Industrial Property (INPI). The refinement of the selection of articles was performed according to the following inclusion criteria: articles published from 2000 to 2011, in Portuguese or English. This review provides us with evidence about the potential use of each component of the palm, to develop new products. It also shows that characterize their by-products is of fundamental importance as a primary alternative for use in industries of babassu. In addition to its wide distribution in various states, especially in the Northeast of Brazil, particularly the states of Maranhao and Piaui, and may be targeted for investment in various areas such as food, cosmetics and pharmaceutical industries.

Keywords: *Orbignya phareolata* Mart, bio, bibliography.

3.1 Introdução

Um dos principais produtos extrativos do Brasil, contribuindo sobremaneira para a economia de alguns Estados da Federação, o babaçu (*Orbignya phareolata*) desempenha, também, relevante papel social principalmente pela grande capacidade de absorção de mão-de-obra, especialmente na entre safra das culturas tradicionais (ALBIERO, 2007). A sua área de ocorrência natural no Brasil é avaliada em cerca de 18 milhões de hectares, sendo que somente nos Estados do Maranhão e Piauí estão inseridos mais de 70% deste total, com o restante distribuído pelos Estados de Mato Grosso, Tocantins, Goiás, Minas Gerais, Amazonas e Bahia (EMBRAPA, 1984).

Os babaçuais apresentam uma cobertura de mais de 10 milhões de hectares, apenas no Estado do Maranhão. A produção nacional de amêndoas chega a cerca de 200 mil toneladas por ano, produzindo 70 mil toneladas de óleo o que é inferior à demanda nacional e mundial. O aumento da produção depende da adoção de técnicas de manejo adequado, do uso diversificado de todas as partes da palmeira, corrigindo os desperdícios da produção (SOUZA et al, 1980).

Atualmente o emprego do babaçu se restringe principalmente na produção de óleo, para fins culinários e industriais, a partir das amêndoas que representam apenas de 6% a 7% do peso total do fruto. As demais partes do fruto oferecem perspectivas animadoras para a produção de carvão, alcatrão, gás combustível e álcool, para fins energéticos, ou de amido, de elevado valor alimentício e industrial (FRAZÃO, 2001).

Em termos socioeconômicos, o babaçu apresenta-se como um importante recurso utilizado há séculos para produção de óleo, sendo um vegetal em destaque para mais de 300 mil famílias extrativistas que têm na quebra manual do coco, para retirada da amêndoa, sua principal fonte de renda (SANTOS, 2003).

Não há dúvidas quanto à abundância e potencial produtivo do recurso dos babaçuais. Em verdade, a quantidade de recurso não deve ser interpretada como eixo central e responsável único pelos investimentos na região, mas sim o seu manejo adequado com as preocupações centradas nas vertentes sociais, ambientais e econômicas com sólida base tecnológica (SANTOS, 2003). Quando se comparam os esforços investidos em pesquisas tecnológicas e o potencial de geração de riquezas e trabalho do babaçu, se percebe a enorme desproporção aplicada a este recurso e o quanto a preocupação governamental não consegue se traduzir em soluções viáveis em campo. O babaçu, ao longo de décadas é reconhecido como um grande potencial, mas

pouco vem sendo estudando, o que inviabiliza por muitas vezes o aprimoramento tecnológico de sua cadeia produtiva, conseqüentemente a obtenção de novas e eficazes técnicas de obtenção e valorização de todas as partes do fruto (PASTORE JÚNIOR, 2008).

Desta forma, sinaliza-se que a potencialização da cadeia produtiva do babaçu deve ter como base compromisso ambiental e social, no que diz respeito a técnicas florestais e o reconhecimento das comunidades presentes na região, buscando a geração de trabalho digno para as mulheres quebradeiras-de-coco babaçu e um melhor aproveitamento do recurso já coletado há tantos anos (SANTOS, 2003).

O presente estudo tem como objetivo realizar um levantamento na literatura sobre o babaçu (*Orbignya phareolata*) para possibilitar avaliar um panorama sobre o aproveitamento do coco bem como apontar as áreas de maior aplicação e produção desta espécie, dando subsídio para o desenvolvimento de produtos nas áreas alimentícias, cosmética e principalmente farmacêutica, promovendo o desenvolvimento tecnológico e dando suporte a Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) de bioprodutos.

3.2 Metodologia

Para essa pesquisa bibliográfica priorizou-se artigos, livros e periódicos eletrônicos além de monografias e manuais da Embrapa. Buscou-se informações nas bases de dados Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências e Saúde (Lilacs), Scientific Electronic Library (SciELO), Scienc Direct e no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

Os artigos foram inicialmente selecionados com base na presença das palavras-chave no título e no resumo. O refinamento da seleção dos artigos foi realizado segundo os critérios de inclusão: artigos publicados em qualquer período, em português ou inglês, que abordavam aspectos gerais sobre o babaçu (*Orbignya phalerata*). Foram excluídos aqueles que: não abordavam o tema, repetidos em diferentes fontes, não apresentavam o texto completo disponível e que não estavam nos idiomas português ou inglês. Outra estratégia adotada foi à busca manual de artigos por meio de autores ou de referências consideradas clássicas na literatura.

Na construção da análise realizou-se uma leitura exploratória ou geral seguida de uma leitura seletiva dos dados onde nesta fase foram selecionados os artigos que se enquadravam nos critérios de inclusão propostos no estudo. Após essa etapa, procedeu-

se o fichamento, leitura analítica, leitura interpretativa para a discussão dos dados obtidos e com isso a re-leitura de todo o trabalho incluindo o conteúdo bibliográfico.

3.3 Resultados

Na base de dados *Lilacs*, com textos em português e inglês, foram encontrados, usando a palavra babaçu/babassu, 48 artigos, usando as palavras babaçu/babassu and mesocarpo/mesocarp 8 artigos.

Na base de dados *ScieELO*, com textos em português e inglês, foram encontrados, usando a palavra babaçu/babassu, 48 artigos, usando as palavras babaçu/babassu and mesocarpo/mesocarp 10 artigos.

Na base de dados *Science Direct* foram encontrados, usando a palavra babassu: 306 artigos e utilizando como palavra-chave babassu and mesocarp: 26 artigos.

Dentre os artigos encontrados aqueles que apresentavam melhor perfil relacionados a análise deste estudo, mostrando resultados mais promissores, foram selecionados. Dos artigos encontrados utilizou-se, 38 nesta pesquisa, baseado nos critérios de exclusão e inclusão.

Na base de patentes do INPI encontrou-se 51 patentes utilizando a palavra babaçu, conforme tabela 1.

Tabela 1. Pesquisa na base de patentes INPI com seus respectivos números de protocolos.

PATENTES RELATIVAS A:	QUANT.	Nº DOS PROCESSOS NO INPI
Beneficiamento do coco	20	MU7200429-0; PI9301701-4; PI9704178-5; MU7902028-3; MU8000012-6; PI0005365-1; PI0100700-9; PI0106698-6; PI0405123-8; PI0600158-0; MU8602136-2; PI0605353-0; PI0605351-3; PI0605350-5; PI0705836-5; PI0704111-0; PI0704291-4; MU8800327-2; MU8801432-0; PI0904345-4.
Forno para obtenção do carvão Combustível (biodiesel)	01 07	PI9806361-8 PI0202467-5; PI0600105-0; PI0700892-9; PI0700893-7; PI0806282-0; PI0803545-8; PI0805589-0
Aproveitamento do óleo de coco	03	PI9104757-9; PI9401207-5; PI0404158-5;
Eco pisos	01	PI0706187-0
Ração	02	PI0305047-5; PI0902932-0.
Sabão a partir do óleo de coco	05	PI9302005-8; PI9302001-5; PI0502927-9; PI0702389-8; PI0801840-5.
Biscoito	01	PI0705061-5;
Outros	11	PI0203084-5; PI0301845-8; PI0306829-3; PI0501573-1; PI0502982-1; PI0706257-5; PI0705509-9; PI0801909-6; PI0804705-7; MU8900081-1; PI0901358-0.

Através do levantamento na base de patentes INPI podemos constatar que existem várias patentes depositadas voltadas para o beneficiamento do coco, como fabricação de maquinário e combustível (biodiesel), havendo poucos estudos relacionando com a utilização de um dos componentes do coco babaçu, o mesocarpo do babaçu, para a obtenção de um produto a ser utilizado em indústrias.

3. 4 Revisão da literatura

3.4.1 Descrição do Babaçu (*Orbignya phareolata*)

O Gênero *Orbignya* possui 11 espécies distribuídas na América Central e América do Sul, do México ao Peru, Bolívia e Brasil. Tal gênero faz parte da família das palmeiras (Palmae ou Arecaceae). O babaçu verdadeiro, *Orbignya phalerata* Mart, é a espécie de maior distribuição e a de maior importância econômica no gênero. O nome babaçu tem origem do Tupi-Guarani: ba = fruto; açu = grande) (HENDERSON, 1995). A taxonomia do complexo do babaçu é confusa em virtude da coleta de espécimens muitas vezes incompletos e pelo aparecimento de híbridos resultantes do cruzamento com outras espécies (ANDERSON e BALICK, 1988). *Orbignya phalerata* Mart. e

Attalea speciosa Mart. ex Spreng são nomes comumente utilizados para denominar o babaçu (CHAVES, 2006; SILVA, 2008). *Orbignya phalerata* Mart. tem como sinônimos *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng., *Attalea pixuna* Barb. Rodr., *Orbignya lydiae* Drude in Mart., *Orbignya martiana* Barb. Rodr., *Orbignya huebneri* Burret. e *Orbignya macropetala* Burret (CHAVES, 2006).

Após estudos taxonômicos realizados numa porção substancial da área onde essa espécie ocorre, depois do trabalho de coleta e estudos, o babaçu no Brasil foi reduzido a dois nomes válidos: *Orbignya phalerata* Mart. & *O. oleifera* Burret (HENDERSON et al., 1995). Popularmente é conhecido como: babaçu, babassu, baguaçuí, uauaçu, aguaçu, bauaçu, coco-de-macaco, coco-de-palmeira, coco-naiá, coco-pindoba, pindoba, guaguaço, baguaçu, auaçu (SILVA e TASSARA, 1991; LORENZI et al., 1996; BRANDÃO et al., 2002).

O babaçu (*Orbignya phalerata* Mart) ocorre tanto na floresta Amazônica, quanto no bioma cerrado. Consiste em uma palmeira robusta e imponente, com estipe isolado (tronco) de até 20 metros de altura e de 25 a 44 centímetros de diâmetro, com 7 a 22 folhas medindo de 4 a 8 metros de comprimento (SILVA e TASSARA, 1991; HENDERSON, 1995; LORENZI, 2000; BRANDÃO et al., 2002). As flores são de sexos separados, com ramos florais volumosos. O babaçu pode possuir até 6 cachos por planta ou mais, sustentados por um pêndulo de 70 a 90 centímetros (LORENZI, 2000; BRANDÃO et al., 2002). Cada cacho possui de 240 a 720 frutos, sendo que esses frutos são lenhosos, ovais alongados, de polpa fibrosa-farinácea, podendo atingir de 5 a 15 centímetros por 3 a 8 centímetros de diâmetro, chegando a pesar de 90 a 240 gramas (LORENZI et al., 1996; SILVA et al., 2001; BRANDÃO et al., 2002). Este fruto apresenta: epicarpo (camada mais externa, bastante rija), mesocarpo (com 0,5 a 1,0 centímetros, rico em amido), endocarpo (rijo, de 2 a 3 centímetros) e amêndoas (de 2 a 8 por fruto, com 2,5 centímetros de comprimento e 1 a 2 centímetros de largura) (Figura 1) (VIVACQUA FILHO, 1968; SILVA e TASSARA, 1991; HENDERSON, 1995; SILVA et al., 2001). A cor da casca do fruto maduro é amarronzada e a cor da polpa branca a bege. O pico de florescimento é de janeiro a abril e o pico de amadurecimento dos frutos ocorre de agosto a janeiro (LORENZI, 2000; SILVA et al., 2001; BRANDÃO et al., 2002).



A: Palmeira

B: frutos

Figura 1. Palmeira e frutos do babaçu (*Orbignya phareolata*) (Foto: autora)

Em relação a composição física do fruto, (EMBRAPA 2007 *apud* Parente 2003), descreve o coco nas seguintes partes:

- a) Epicarpo (12-18%) - vulgarmente chamado ouriço - é um material fibroso, ligno celulósico, podendo ser utilizado como combustível industrial.
- b) Mesocarpo (17-22%) - de composição amilácea, contendo tanino e amido, presta-se como energético na produção de rações ou para a produção de etanol.
- c) Endocarpo (52-60%) - altamente resistente, tendo em sua composição: sílica, fósforo, ferro, magnésio e metais alcalinos. O lignito pode ser utilizado na produção de peças aglomeradas, possíveis de serem empregadas como substituto de madeiras, na indústria de móveis e nas construções civis.
- d) Amêndoa oleaginosa (6-8%), com a seguinte composição: 7,25% de proteína, 66,00% de óleo, 18,00% de carboidratos e 7,80% de materiais minerais. Da extração do óleo, resulta torta utilizável para ração de animais.

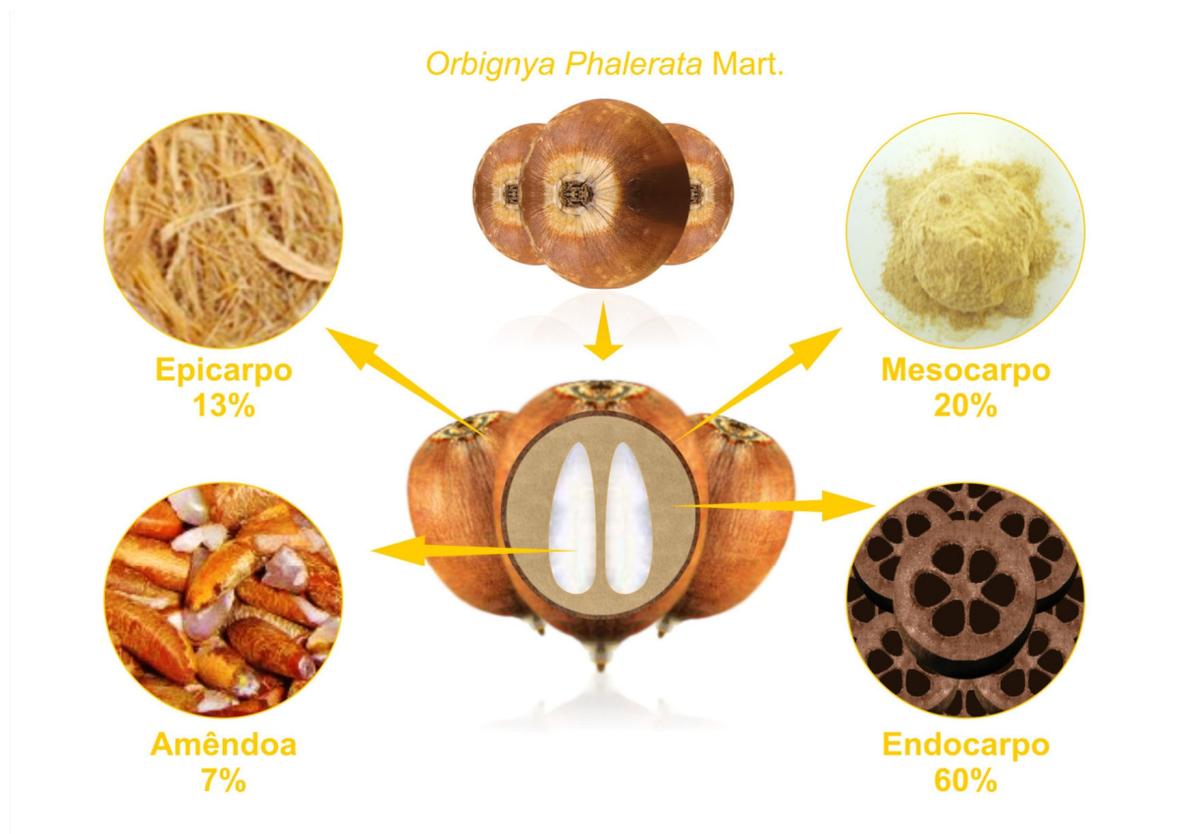


Figura 2. Frações do coco da palmeira do babaçu (*Orbygnia sp*) (Fonte: Autora).

3.4.2 Áreas de ocorrência do Babaçu (*Orbignya pharelata*)

Atualmente, desconhece-se a existência de estudos rigorosos que objetivassem a avaliação do potencial florestal do babaçu. Entretanto, existem alguns trabalhos criteriosos, porém regionais, que apesar de certas discrepâncias provavelmente devido o caráter específico de cada um, conseguem refletir um panorama aproximado da área coberta, densidade e produtividade dos babaçuais.

Segundo Ferreira e Neves Cristo (2006) o babaçu ocorre nativo nos Estados do Pará, Maranhão, Ceará, Piauí, Bahia, Minas Gerais, Goiás e Tocantins e seu coco possui aproveitamento integral, sendo que uma tonelada de coco produz 40 Kg de óleo (4 %) do total, 80 litros de álcool, 120 Kg de combustíveis primários e 145 Kg de carvão.

Os babaçuais são distribuídos numa área de aproximadamente 18 milhões de hectares, por sete Estados brasileiros (Maranhão, Tocantins, Piauí, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso e Espírito Santo), esta região é considerada a de maior concentração de plantas oleaginosas do mundo e fonte da maior produção extrativista vegetal do país (EMBRAPA, 1984).

Minas Gerais, na região Sudeste, merece citação por ser o único Estado fora das regiões citadas que possui área expressiva coberta com babaçu (EMBRAPA, 1984). A área principal de ocorrência da palmeira está na chamada região do Meio-Norte, compreendida pelos Estados do Maranhão e Piauí. A zona do babaçu é de transição bioclimática entre três regimes ecológicos distintos: a Floresta Amazônica úmida e verdejante, o Cerrado do planalto central e a Caatinga semiárida do Nordeste. Inicialmente, o babaçu constituía apenas um dos múltiplos componentes das florestas originais que cobriam esta região, rica em espécies diversificadas. Depois que os colonizadores derrubaram as florestas originais para substituí-las por culturas e pastagens, as palmeiras do babaçu emergiram em sucessão como espécie florestal dominante (MAY, 1990).

No Piauí, o babaçu acompanha a margem direita do rio Parnaíba, de norte a sul, nos vales de seus principais afluentes, bem como áreas mais baixas, coincidindo com a área do Cerrado e com a região mais úmida ao norte. Outras manchas ocorrem em quase toda a zona de transição e em alguns trechos da caatinga (CEPRO, 1996). Para o Estado do Piauí foram definidas oito áreas homogêneas de predominância de associações do babaçu: Cocal, Cerrado, Parque, Mata aluvial, Cerrado/Caatinga, Caatinga/Cerrado, Capoeira e Agropecuária, onde ocorre o babaçu em maior ou menor grau, totalizando uma área efetiva de ocorrência de 502,8 mil hectares. Somente no Piauí o babaçu se apresenta nas áreas de transição Caatinga/Cerrado, e a ocorrência dos babaçuais densos está associada a baixadas quentes e úmidas. Os babaçuais que se associam com capoeiras cobrem superfície maior que a dos cocais homogêneos, evidenciando seu caráter secundário (BRASIL, 1982).

Segundo Frazão (2001), registra-se a ocorrência de babaçus também no Suriname e na Bolívia (Beni, Pando e Santa Cruz).



Figura 3: Áreas de ocorrência do Babaçu. Em destaque Região do Cocais na divisa entre os Estados do Maranhão e Piauí.

O Estado do Maranhão é, destacadamente, o maior produtor do babaçu, no Brasil. Aproximadamente 2/3 se encontram no Maranhão, conforme a Figura 03.

No Maranhão os babaçuais ocorrem em 1.873.500 hectares, em 21 municípios da Baixada Maranhense, com predominância dos índios gamelas. Essa região possui campos naturais e grandes alagados de água doce. E no Médio Mearim, região de transição para a Amazônia, principalmente nos municípios do Lago do Junco e São Luís Gonzaga, onde concentram-se uma das maiores ocorrências de palmeiras de babaçu (*Orbygnia phalerata*) do Estado do Maranhão (FIGUEIREDO, 2009).

3.4.3 Produtos do Babaçu (*Orbignya pharelata*) e sua importância econômica

Apesar do babaçu já vir sendo explorado para a obtenção de óleo há mais de meio século, o desconhecimento técnico de vários de seus aspectos é muito grande. Estas impressões não enfraquecem, entretanto, a análise da enorme potencialidade que representa esta importante riqueza renovável.

Os principais produtos comerciais extraídos do Babaçu são o óleo (extraído da castanha) e a torta ou farelo (resulta do processo de extração do óleo). Este óleo representa de 6 a 7% do peso total do fruto (EMBRAPA, 1984).

Das palmeiras podem-se extrair uma imensa quantidade de subprodutos. O caule é utilizado como madeira de sustentação do teto das casas de uma parte das famílias que vivem no campo, as quais são cobertas pelas folhas das palmeiras. As folhas servem ainda para a construção de paredes, portas e janelas das casas, assim como para confecção de esteiras, abanos, cofos (cestos), chapéus, peneiras e outros objetos

artesanais (PARENTE, 2003). Um exemplo do tipo de sistema produtivo é proposto por Parente, com o objetivo de produção de vários subprodutos, como carvão, álcool, alcatrão, óleo, sabão, etc. pode ser visto na figura 4.

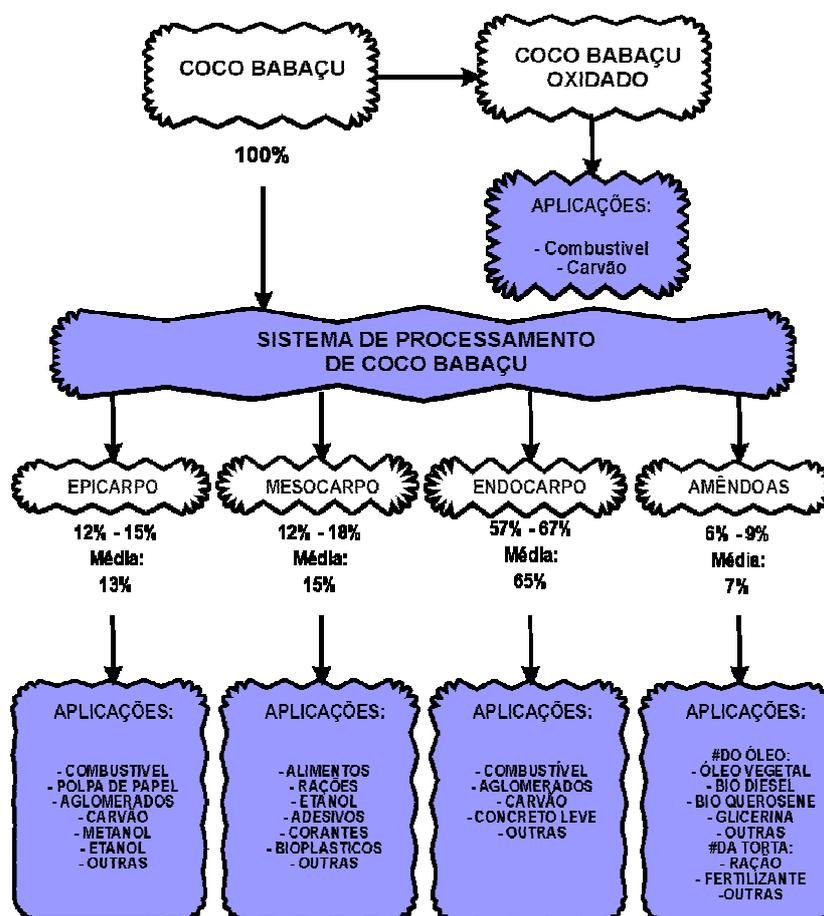


Figura 4: Esquema representativo dos componentes e subprodutos potenciais do coco babaçu, segundo Parente, (2003), com adaptações.

Para Amaral Filho (1990), dentre os produtos extraídos do babaçu destacam-se: 1) Epicarpo: celulose, papel, álcool anidro, etc; 2) Mesocarpo: farináceas, dextrina, álcool anidro, etc; 3) Endocarpo: carvão, ácido pirolenhoso, óleos de madeira, alcatrão, álcool, etc e; 4) Amêndoas: óleos, torta, ácidos graxos, glicerina.

O epicarpo representa 15% do fruto, e é formado por fibras resistentes usadas, principalmente na fabricação de escovas e tapetes (ROSA, 1986).

O mesocarpo é muito usado na elaboração de alimentos, como farinhas e uma bebida semelhante ao chocolate (GARROS-ROSA, 1986). O mesocarpo de babaçu é a

substância colhida entre o epicarpo e o endocarpo do coco de babaçu e quimicamente formado de compostos ricos em glicerina, ácido fosfórico e colina. Devido à presença de taninos, atribui-se a cor acastanhada do pó de mesocarpo, cujo conteúdo de amido e fibras são 50% e 10% (p / p), respectivamente (ALMEIDA et al, 2011). No Brasil, a formulação de rações tem como alimentos tradicionalmente utilizados: o milho e o farelo de soja. Estes dois alimentos chegam a representar 90% do total de ingredientes das rações, constituindo grande parte dos custos relativos à alimentação e, conseqüentemente, dos custos totais de produção. Tais alimentos estão sujeitos a intensas oscilações de preço (TEIXEIRA, 2008), a utilização da farinha do mesocarpo do babaçu, poderia contribuir para a diminuição de tais custos. Além disso, o mesocarpo possui potencial para ser aproveitado como carvão vegetal e os grânulos de amido da farinha do mesocarpo do babaçu apresentam comportamento semelhante aos amidos de cereais (ALMEIDA et al, 2011).

Souza e colaboradores (SOUZA, 2010) mostraram que, em estudos etnofarmacológicos, 68% das quebradeiras de coco usam produtos derivados do babaçu para combater doenças, dentre eles o mesocarpo do babaçu, colaborando com os resultados de Silva & Parente (2001) que demonstraram atividades anti-inflamatórias, pesquisas realizadas avaliando as atividades imunomoduladoras, anti-tumoral, estimulação da proliferação de linfócitos B, e produção de anticorpos auto-reativos em camundongos (GAITAN et al., 1994; BARROQUEIRO, 2001; CHAGAS, 2001; SILVA et al, 2001; AZEVEDO et al, 2003; NASCIMENTO et al, 2006; RENNÓ et al, 2008; FORTES et al, 2009), estudos sobre a toxicidade e segurança do uso do mesocarpo do babaçu tem poucos relatados e é imprescindível o conhecimento de dados como a toxicidade em todos os níveis.

O endocarpo, que representa 60% do coco, é matéria-prima para a fabricação de isolantes e para a produção de álcool metílico, ácido acético, alcatrão e carvão vegetal, este último, usam não só o endocarpo quanto o coco inteiro, matéria-prima bastante valorizada para fabricação de carvão vegetal que tem impactado não apenas a renda, mas toda a cultura das quebradeiras (PINHEIRO & FRAZÃO, 1995).

As amêndoas encontram-se inseridas no interior do endocarpo e mais de 60% da amêndoa é óleo e o restante é a torta, que é usada para ração animal e adubo. O óleo de babaçu é rico em ácido láurico, com concentração acima de 40% (PINHEIRO & FRAZÃO, 1995). As gorduras láuricas, caso do óleo de babaçu, são muito importantes

na indústria. São resistentes à oxidação não enzimática e ao contrário de outras gorduras saturadas, elas têm temperatura de fusão baixa e bem definida (FRAZÃO, 2001). São muito usadas na indústria de cosméticos, mas em função das suas propriedades físicas e de resistência à oxidação, são também muito empregadas no preparo de gorduras especiais para confeitaria, sorvetes, margarinas e substitutos de manteiga de cacau (SOARES & FRANCO, 1990). Cada quebradeira produz em média 5,0 kg de amêndoas por dia de trabalho, que a um preço médio de R\$ 0,30.kg⁻¹, proporciona uma renda diária de R\$ 1,50 (FRAZÃO, 2001). O óleo do babaçu (rico em ácido láurico) é utilizado em larga escala na fabricação de sabão, sabonetes, e cosméticos em geral. Na culinária o uso é muito restrito, uma vez que não concorre em preço e qualidade nutricional com outros óleos, como o de soja, girassol e amendoim. A torta gorda ou magra do babaçu, apesar de possuir qualidade inferior à da soja, ainda ocupa algum espaço nas formulações regionais de rações para animais (PORTO, 2004).

Segundo Teixeira (2002), o fruto do Babaçu, de onde se extrai o óleo, é responsável por quase 30% da produção brasileira de extrativos vegetais, empregando mais de dois milhões de pessoas. Mesmo com grande destaque na economia de Estados da União, é uma cultura que necessita de maiores estudos na exploração do seu potencial, uma vez que seu aproveitamento econômico está ligado à extração e aproveitamento do óleo da castanha, rejeitando 90% do fruto, que pode ser aproveitado com as tecnologias disponíveis, quer como fonte energética ou como matéria-prima para indústrias de alimento e ou nutrição animal e humana.

O fruto tem potencial em indústrias de cosméticos, obtenção de óleo comestível, margarinas, saboarias, velas, carvão, etanol, furfural, ácido acético, metanol, alcatrão, celulose, papel e álcool anidro (MIRANDA, 2001).

3.5 Considerações Finais

A presente revisão nos fornece evidências sobre o potencial de utilização de cada componente do babaçu, para o desenvolvimento de novos produtos. Além disso, mostra que caracterizar seus subprodutos é de fundamental importância como alternativa preliminar para utilização do babaçu em indústrias. Além da sua ampla distribuição por vários Estados, principalmente os da região Nordeste do Brasil, em particular os Estados do Maranhão e Piauí, podendo ser alvo de investimentos em diversas áreas, como alimentícia, cosmética e farmacêutica.

REFERÊNCIAS

ALBIERO, D. Proposta de uma máquina para colheita mecanizada de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) para a agricultura familiar. **Revista Acta Amazônica**, vol.37, no.3, p.337-346, 2007.

ALMEIDA, R.R., ALMEIDA, R. R., LACERDAB, L. G.; MURAKAMIB, F.S.C.; BANNACHD, G.; DEMIATEA, I.M.; SOCCOL, C. R.; CARVALHO FILHO, M.A.S., SCHNITZLER, E. Thermal analysis as a screening technique for the characterization of babassu flour and its solid fractions after acid and enzymatic hydrolysis, **Thermochimica Acta**, v. 519, p. 50-54, 2011.

AMARAL FILHO J do. **The political economy of the babassu (in Portuguese: A Economia Política do Babaçu)**. São Luís: SIOGE; 1990.

ANDERSON, A. B.; BALICK, M. J. Taxonomy of babassu complex (*Orbignya ssp.*) (PALMAE). **System. Bot**, vol.13, p.32-50, 1988.

AZEVEDO, A. P. S.; FERREIRA, S. C.; CHAGAS, A. P.; BARROQUEIRO, E. S.; GUERRA, R. N. M.; NASCIMENTO, F. R. F. Efeito do tratamento com mesocarpo de babaçu sobre o edema de pata e liberação de mediadores da inflamação. **Revista de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Maranhão**, vol.5, p.21-28, 2003.

BARROQUEIRO, E. S. B. **Efeito do mesocarpo de babaçu sobre a produção de anti-corpos auto reativos**. Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, São Luís, 2001.

BARUQUE FILHO, E. A; BARUQUE, M.G.A, FREIRE, D.M.G, SANT'ANNA JR, G.L. Etanol de babaçu amido de coco. Aspectos técnicos e econômicos, **Applied Biochemistry and Biotechnology**, p. 70-72, 1998.

BRANDÃO, M.; LACA-BUENDIA, J. P.; MACEDO, J.F. **Árvores nativas e exóticas do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, p.528, 2002.

BRASIL, I.M.; MAIA, G.A.; FIGUEIRÊDO, R.W. Physical-chemical during extraction and clarification of guava juice. **Food Chemistry**, vol.54, n.4, p.383-386, 1998.

BRASIL. Ministério da Indústria e Comércio. Secretaria de Tecnologia Industrial. **Mapeamento e levantamento do potencial das ocorrências de babaçuais nos estados do Maranhão, Piauí, Mato Grosso e Goiás**. Brasília: MIC, 1982.

CEPRO. Fundação Centro de Pesquisas Econômicas do Piauí. **Diagnóstico das condições ambientais do estado do Piauí**. Teresina, p. 420, 1996.

CHAGAS, A. P. **Atividade do mesocarpo babaçu (*Orbignya phalerata*) sobre o desenvolvimento tumoral e a população de linfócitos B**. Monografia, Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, São Luis, 2001.

CHAVES, L.S. **Indicadores palinológicos do babaçu (*Orbignya phalerata* Mart) Areaceae em ecossistemas antrópicos e naturais na Amazônia Central.** Manaus, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Babaçu: Programa Nacional de Pesquisa.** Brasília, p.2326, 1984.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Oleaginosas Potenciais do Nordeste para a produção de Biodiesel.** Campina Grande, p. 57. 2007.

FERREIRA, E. C. Análise da cicatrização da bexiga com o uso do extrato aquoso da *Orbignya phalerata* (babaçu): estudo controlado em camundongos. **Acta Cirúrgica Brasileira**, vol.21, suppl.3, p.33-39, 2006.

FIGUEIREDO, L. **Pesquisa sobre as condições de vida nos babaçuais.** Red de Estudios de las Condiciones Amazónicas de Vida y Ambiente, 2009.

FRAZÃO, J. M. F. **Projeto Quebra Coco: Alternativas econômicas para agricultura familiar assentadas em áreas de ecossistemas de babaçuais.** São Luís, EMAPA, 2001.

FORTES, T. S.; AZEVEDO, A. P. S.; BARROQUEIRO, E. S.; PINHEIRO, M. T.; GUERRA, R. N. M.; REIS, A. S.; FIALHO, E. M. S.; ASSUNÇÃO, A. K. M.; NASCIMENTO, F. R. F. Desenvolvimento do Tumor de Ehrlich em Camundongos após incubação in vitro com mesocarpo de babaçu. **Revista de Ciências da Saúde (São Luis)** 11, 11–18, 2009.

GAITAN, E.; COOKSEY, R. C.; LEGAN, J.; LINDSAY, R. H.; INGBAR, S. H.; MEDEIROS-NETO, G. Antithyroid effects in vivo and in vitro of babassu and mandioca: a staple food in goiter areas of Brazil. **European Journal of Endocrinology**, vol. 131, p. 138-144, 1994.

GARROS-ROSA, I. Estudo qualitativo e quantitativo do Químico amiláceo Residuo do coco de babaçu: **Rev Indústria Química**, vol. 647:15-18; 1986.

HENDERSON, A. *The plams of the Amazon.* New York: Oxford University Press, p. 323, 1995.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** 3. Ed. Nova Odessa: Plantarum, vol. 1, 2000.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; MEDEIROS COSTA, J.T.; CERQUEIRA, L.S.C.; BEHR, N. Von. **Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas.** Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, p. 303; 1996.

MAY, Peter. **Palmeiras em chamas: transformação agrária e justiça social na zona do babaçu.** Tradução de Linda Maria de Pontes Gondim. São Luís: EMAPA/FINEP/Fundação Ford, 1990.

MIRANDA, I. P. A. **Frutos de Palmeiras da Amazônia**. IMPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia Manaus, p. 104-105, 2001.

PARENTE, E. J. de S. **Alternativas tecnológicas para o processamento do coco babaçu e sub-produtos**. In: Workshop babaçu: alternativas políticas, sociais e tecnológicas para o desenvolvimento sustentável. Anais. São Luís: Emapa, p.56-71; 2003.

NASCIMENTO, F. R. F.; BARROQUEIRO, E. S. B.; AZEVEDO, A. P. S.; FERREIRA, S. C. P.; SILVA, L. A.; MACIEL, M. C. G.; RODRIGUEZ, D.; GUERRA, R. N. M. Macrophage activation by *Orbignya phalerata* (babassu). **Journal of Ethnopharmacology**, vol. 103, p.53-58, 2006.

PASTORE JUNIOR, F. **Estudos de casos e potencial de produção do Babaçu**. Indústria Química (IQ). Brasília: UnB, 2008.

PINHEIRO, C.U.B.; FRAZÃO, J. M. F. F. Integral Processing Babassu palm (*Orbignya phareolata*, Arecaceae) Fruits: Village Level Production in Maranhão, Brazil. **Economic Botany**, vol. 49, p. 31-39, 1995.

PORTO, M. J. F. **Estudo Preliminar de Dispositivo de Quebra e Caracterização dos Parâmetros Físicos do Coco Babaçu**. Tese de Mestrado apresentada na Faculdade de Engenharia Mecânica UNICAMP, Campinas, 2004.

RENNÓ, M. N.; BARBOSA, G. M.; ZANCAN, P.; VEIGA, V. F.; ALVIANO, C. S.; SOLA-PENNA, M.; MENEZES, F. S.; HOLANDINO, C. Crude ethanol extract from babassu (*Orbignya speciosa*): cytotoxicity on tumoral and non-tumoral cell lines. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 80, 467–476, 2008.

GARROS-ROSA, I. Estudo químico qualitativo e quantitativo do resíduo amiláceo do coco babaçu. **Revista de Química Industrial**: vol. 647, p.15-8; 1986.

SANTOS, V.E. **Análises e Crítica Tecnológica: Babaçu**. Laboratório de Tecnologia Química, Brasília: UnB, 2003.

SILVA, M.R.; MITJA, D.; MARTINS, E.S.; CARVALHO JÚNIOR, O. A. **Levantamento sistemático de babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.) na bacia do rio Cocal, Tocantins**. In: IX Simpósio Nacional Cerrado: Desafios e Estratégias para o Equilíbrio entre Sociedade, Agronegócio e Recursos Naturais e II Simpósio Internacional Savanas Tropicais, 12 a 17 de outubro, 2008, Brasília. Anais IX Simpósio Nacional Cerrado e II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008.

SILVA, B. P.; PARENTE, P. An anti-inflammatory and immunomodulatory polysaccharide from *Orbignya phalerata*. **Fitoterapia**, vol. 72, p.887-893, 2001.

SILVA, S.; TASSARA, H. **Frutas no Brasil**. São Paulo: Empresa das Artes, p. 230, 1991.

SOUZA, A. das G. C.; SOUZA, N. R.; SILVA, S.E.L.; NUNES, C.D.M.; CANTAO, A. C.; CRUZ, L.A. A. **Fruteiras da Amazônia Brasília: EMBRAPA-SPI/Manaus: EMBRAPA-CTAA**, p. 33-46, 1980. (EMBRAPA-CTAA. Boletim Técnico, 014).

SOUZA, M.H., MONTEIRO, C.A., FIGUEIREDO, P.M., NASCIMENTO, F.R., GUERRA, R.N. Ethnopharmacological use of babassu (*Orbignya phareolata* Mart) in communities of babassu nut breakers in Maranhão, Brazil, **Journal of Ethnopharmacology**: Em Press, 2010.

SOARES, L.M.V., FRANCO, M.R.B. Níveis de trans isômeros e composição de ácidos graxos de margarinas nacionais e produtos hidrogenados semelhantes. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, vol.10, n.1, p.57-71, 1990.

TEIXEIRA, M. A. **Estimativa do Potencial Energético na Indústria do Óleo de Babaçu no Brasil**. Caderno de Resumos, 4º Encontro de Energia no Meio Rural - AGRENER, Campinas - SP, NIPE - Núcleo Interdisciplinar, 2002.

TEIXEIRA, M. A. **Babassu – A new approach for an ancient Brazilian biomass**. Biomass and Bioenergy, Universidade Estadual de Campinas, vol 32, Issue 9, Pages 857-864, Set 2008.

VIVACQUA FILHO, A. **Babaçu: Aspectos Sócio-Econômicos e Tecnológicos**. Brasília, D. F.: Universidade de Brasília, 1968.

Capítulo 2

4 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

**Manuscrito II – Caracterização Físico-Química do pó de mesocarpo de babaçu
(*Orbignya phalerata* Mart)**

A submeter à Revista Powder Technology, Qualis Capes – B1

Capítulo II – Caracterização Físico-Química do pó de mesocarpo de babaçu

(*Orbignya phalerata* Mart) – Resumo

SILVA, A.P. S.¹; CRUZ, E.T.L.²; FREITAS, R. M.¹; NUNES, L.C.C.^{1,*}

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, Núcleo de Tecnologia Farmacêutica, Laboratório de Pesquisa em Neuroquímica Experimental, Universidade Federal do Piauí (NTF/LAPNEX/UFPI), Teresina - Piauí, Brazil.

²Graduação em Bacharel em Farmácia da Universidade Federal do Piauí, Teresina - Piauí, Brasil.

O mesocarpo é a parte mais utilizada dos frutos do babaçu e atualmente tem sido estudado sob vários enfoques, tanto através de trabalhos de cunho de enriquecimento de alimentos, desenvolvimento de novos produtos alimentícios e inclusive pesquisando sua ação antiinflamatória e analgésica. Este trabalho teve por objetivo caracterizar esse material vegetal através da realização da determinação do seu conteúdo de amido e pelo comportamento térmico com a utilização da análise termogravimétrica (TGA) e da análise térmica diferencial (DTA), confrontando-o com as análises térmicas do amido grau farmacêutico. As análises térmicas nos permitem obter uma gama de informações sobre determinada substância, como a variação de massa, a estabilidade térmica, a pureza, o ponto de fusão, o ponto de ebulição, dentre outras propriedades, que nos ajudará a entender o comportamento dessa substância quando a mesma for submetida aos processos industriais, sejam eles alimentícios, cosméticos ou farmacêuticos. O conteúdo de amido foi determinado a partir do método desenvolvido pela associação brasileira dos produtores de amido de mandioca (ABAM), baseado na digestão ácida do amido com a utilização de micro-ondas. As curvas de DTA e TGA foram obtidas por meio de um analisador térmico diferencial. A caracterização térmica do mesocarpo apresentou início da perda de umidade e início do processo de gelatinização por volta dos 24°C com massa perdida de aproximadamente 11% e calor de reação de -254,82 J/g, valores próximos aos dos encontrados para o amido. Acrescenta-se ainda que, as curvas de degradação foram semelhantes para as amostras, o que comprova a relação entre os seus constituintes orgânicos. Dessa forma, o mesocarpo do babaçu é um material vegetal bastante promissor como excipiente na produção de medicamentos e/ou até mesmo como ingrediente na indústria cosmética ou alimentícia, pois o mesmo apresentou características térmicas semelhantes ad o amido grau farmacêutico já amplamente utilizado nessas indústrias: Com relação ainda às propriedades térmicas avaliadas para o mesocarpo do babaçu, este teve uma maior similaridade com as propriedades do amido. Isso provavelmente se deve a seu grande conteúdo de amido, que neste trabalho foi determinado como sendo de 71,41%, valor que é até maior do que o proposto em outros trabalhos pesquisados. Portanto, este trabalho mostrou de forma bastante direta e abrangente as propriedades térmicas do pó do mesocarpo de babaçu formando uma base para o desenvolvimento tecnológico industrial desse material vegetal e trazendo perspectivas da valorização das riquezas regionais, o que ajudará diretamente as comunidades nordestinas que usam como sua principal fonte de sustento a extração do coco babaçu.

Palavra-chave: características, físico-químicas, termoanálises

ABSTRACT - Physico-chemical characterization of babassu mesocarp powder
(*Orbignya phalerata* Mart)

The mesocarp is the most used part of the fruits of babassu and has now been studied from various approaches, both through papers on food enrichment, development of new food products and even investigating its anti-inflammatory and analgesic. This study aimed to characterize this plant material by performing the determination of starch content and the thermal behavior using the thermogravimetric analysis (TGA) and differential thermal analysis (DTA), comparing it with the thermal analysis of starch pharmaceutical grade. Thermal analysis allows us to obtain a range of information on a substance, such as the variation of mass, heat stability, purity, melting point, boiling point, among other properties, which will help us understand the behavior of this substance when it is subjected to industrial processes, be they food, cosmetics or pharmaceuticals. The starch content was determined by the method developed by the Brazilian association of producers of cassava starch (ABAM), based on acid digestion of starch with the use of microwaves. The DTA and TGA curves were obtained by a differential thermal analyzer. The thermal characterization of mesocarp showed early loss of moisture and start the process of gelatinization at about 24 ° C with mass loss of approximately 11% and heat of reaction of -254.82 J / g, values close to those found for starch. It is further that the decay curves were similar for the samples, which demonstrates the relationship between its organic constituents. Thus, the babassu mesocarp is a very promising plant material as an excipient in the production of drugs and / or even as an ingredient in cosmetics or food, because the same thermal characteristics showed similar ad pharmaceutical grade starch already widely used in these industries: With respect to thermal properties also evaluated for the babassu mesocarp, it had a greater similarity with the properties of starch. This is probably due to its high starch content, which in this work was determined to be 71.41%, which is even larger than that proposed in other works surveyed. Therefore, this study showed quite direct and comprehensive thermal properties of the dust of babassu mesocarp forming a basis for the development of industrial technology and bringing plant material prospects of recovery of regional wealth, which directly help the communities that use the Northeast as their main source of livelihood for the extraction of babassu coconut.

Keyword: characteristics, physico-chemical, thermal analysis

4.1 Introdução

A palmeira *Orbignya phalerata* Mart popularmente conhecida como babaçu, é uma planta da família das Palmáceas e do gênero *Orbignya* (CANTANHEDE, 2005; TEIXEIRA, 2008). A área de ocorrência dos babaçuais predomina em zonas de várzeas, junto do vale dos rios e, eventualmente, em pequenas colinas e elevações (MIC, 1982).

A exploração se dá através da extração, a partir de plantas não cultivadas, em áreas de ocorrência natural, a área de exploração dos babaçuais se estende nos Estados do Piauí, Pará, Bahia, Ceará, Tocantins e Maranhão, de acordo com o IBGE (2007).

A palmeira de babaçu chega a alcançar 20 metros de altura, aproveitados da raiz às folhas. Dela se extrai a matéria-prima utilizada na fabricação de margarinas, sabão e cosméticos. O broto dessa palmeira fornece palmito de boa qualidade e o fruto, enquanto verde, serve para defumar a borracha, quando maduro, sua parte interna é comestível (PAVLAK et al., 2007). Um esquema geral da região das palmeiras pode ser visto na Figura 1.



Figura 1. Visão geral da palmeira do babaçu, "Região dos Cocais" (*Orbygnia phalerata* Mart) (Fonte: Baruque Filho et al., 2000).

A avaliação proporcional das diferentes partes que compõem o fruto do babaçu mostra que é composto de 11% de epicarpo, 23% de mesocarpo, 59% de endocarpo e 7% de amêndoa, com esta correspondendo de 6 a 8% do peso do coco integral (AMARAL FILHO, 1990).

De acordo com Melo (2007) o mesocarpo representa cerca de 17 a 22% do fruto, e é composto de 60% de amido. Ele pode ser empregado juntamente com a torta de extração de óleo para ração animal. Apresenta cerca de 20% de fibras, 8 a 15% de umidade e de 4 a 5% de substâncias diversas, incluindo sais minerais e taninos e uma pequena quantidade de proteínas.

Do mesocarpo é obtida uma farinha amplamente comercializada no Maranhão. A farinha é obtida a partir da secagem e trituração do mesocarpo. O mesocarpo transformado em pó é peneirado, umedecido e finalmente torrado em fogo alto (BALICK, 1988). A farinha do mesocarpo de babaçu é utilizada pela população como alimento e como medicamento.

Mesmo com grande destaque na economia de Estados da União, é uma cultura que necessita de maiores estudos na exploração do seu potencial, uma vez que seu aproveitamento econômico está ligado à extração e aproveitamento do seu óleo vegetal, rejeitando-se 90% do fruto (SOUSA, 2008).

Para a obtenção da qualidade e a confiabilidade de uma matéria-prima é necessária a garantia de qualidade através de parâmetros como a determinação de critérios de qualidade (OLIVEIRA et al., 2005).

Neste trabalho, realizou-se a caracterização físico-química do pó do mesocarpo de *Orbignya phalerata* Mart avaliando o perfil fitoquímico e o teor extrativo para a definição de parâmetros de controle de qualidade do material, estabelecendo especificações de Controle de Qualidade, utilizando quatro fornecedores do pó de mesocarpo de babaçu, determinou-se a composição química centesimal (umidade, cinzas, teor de proteína, lipídios, carboidratos e fibras), além do teor de amido, foram os critérios utilizados na caracterização da matéria-prima em estudo, contribuindo com dados pertinentes à literatura, uma vez que o mesocarpo é amplamente utilizado na culinária brasileira e como ração animal.

Para fármacos e excipientes, a análise térmica é também particularmente importante para ser utilizada nos estudos de polimorfismo e pseudopolimorfismo e, atualmente, tem sido incluída como rotina no estudo de pré-formulação, que faz parte do controle de qualidade das matérias-primas (CRUZ et al., 2010). Assim é imprescindível incluir essas análises na caracterização do pó do mesocarpo do babaçu com vistas ao seu uso em formulações farmacêuticas e/ou cosméticas.

4.2 Material e Métodos

Utilizou-se o pó do mesocarpo de babaçu (*Orbygnia phareolata* Mart) de quatro lotes de diferentes fornecedores denominados: A (lote: 1841101), B (lote: 0383), C (lote: 0245) e D (lote: 0165), que foram adquiridos em supermercados da região e originários dos Estados do Piauí, Ceará e Maranhão. Os experimentos foram realizados, em parte, no Núcleo de Tecnologia Farmacêutica (NTF) e nos laboratórios do curso de Farmácia da Universidade Federal do Piauí – UFPI (cinzas, umidade), a composição química centesimal (proteínas, lipídios, fibras, carboidratos), no Núcleo de Pesquisa e Processamento de Alimentos (NUEPPA) da Universidade Federal do Piauí – UFPI e as análises térmicas foram realizadas no Laboratório de Tecnologia dos Medicamentos (LTM) na Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.

4.2.1 Extração do material vegetal

Foram pesados 100 g do material vegetal triturado e submetidos à extração sob refluxo com 200 mL de álcool etílico, durante 30 minutos. Em seguida, após o resfriamento foi filtrado, separando o resíduo da solução extrativa.

A solução extrativa foi concentrada sob pressão reduzida em rotavapor numa temperatura de 50 ± 2 °C até *secura*.

4.2.2 Avaliação macroscópica da matéria-prima e granulometria dos pós

As características macroscópicas foram avaliadas através da observação visual da cor e aspecto do pó e a determinação da granulometria dos pós foi realizada segundo metodologias propostas pela Farmacopéia Brasileira, 1988.

4.2.3 Perfil fitoquímico

Os ensaios, da triagem fitoquímica, descritos abaixo para a pesquisa de saponinas (teste de espuma), esteróides e triterpenóides (reação de Liebermann-Burchard), alcalóides (reagente de Dragendorff), antraquinonas (reação de Borntraeger), flavonóides (reação de Shinoda), taninos e polifenóis (reação com cloreto férrico) e carboidratos (reação de Fehling), são baseados no método desenvolvido por Wall et al. na classificação química de mais de 4000 espécies de plantas diferentes. Os dados foram obtidos através dos resultados das reações qualitativas de coloração e precipitação,

baseadas nas propriedades químicas e físico-químicas das substâncias rastreadas e dos principais grupos de constituintes químicos que compõem o material vegetal (MATOS, 1997; AGRA, 1990).

4.2.4 Determinação do teor extrativo

Pesou-se 1 g do material vegetal e submeteu-se a decocção com 100 mL de água, durante 10 min. Do restante do filtrado foi pesada uma alíquota equivalente a 20 g em pesa-filtro previamente tarado, e evaporou-se até a secura em banho-maria, sob agitação freqüente. O resíduo foi colocado na estufa, a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 2 horas, resfriado em dessecador e pesado. Em seguida foi recolocado em estufa por mais 30 minutos, repetindo o procedimento até peso constante (DEUTSCHES, 1986).

4.2.5 Determinação da composição centesimal do pó do mesocarpo do coco babaçu

O delineamento foi composto de três repetições, avaliando os parâmetros de perda por dessecação (umidade), cinzas totais, carboidratos, proteínas, fibras e lipídeos (extrato etéreo).

4.2.5.1 Perda por dessecação (umidade)

A determinação de umidade foi realizada por método gravimétrico em estufa regulada a 105°C , até peso constante, conforme o que preconiza a Farmacopéia Brasileira IV (F. Bras., 1988). Pesou-se cerca de 2,0 g de amostra em cadinho previamente tarado. Colocou-se na estufa a 105°C por 2 h após este período, as amostras foram retiradas e colocadas em dessecador e pesadas até peso constante.

4.2.5.2 Determinação de Cinzas totais

A determinação do conteúdo de cinzas totais foi conduzida por meio da calcinação das amostras, conforme o método descrito na Farmacopéia Brasileira IV (F. Bras., 1988). Os resultados foram expressos em porcentagem (p/p). O princípio deste método fundamenta-se na perda de peso que ocorre quando o material é incinerado não ultrapassando 450°C , destinando a estabelecer a quantidade de substância residual (não-volátil no processo de incineração).

4.2.5.3 Proteínas

A quantidade de proteínas foi efetuada pelo método Semi-micro Kjeldahl para quantificação de nitrogênio (N) total, descrito pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2000), com modificações. Na fase de digestão, após obtenção do material aparentemente digerido, adicionou-se peróxido de hidrogênio 30%, levando a mistura a aquecimento por mais 30 minutos. Na fase de destilação, recolheu-se a amônia liberada em solução de ácido clorídrico 0,05N. A partir do teor de nitrogênio foi calculada a porcentagem de proteína total da amostra, empregando-se o fator 6,25.

4.2.5.4 Lipídios (extrato etéreo).

O teor de lipídeos totais foi determinado pelo método de extrato etéreo (EE), conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

4.2.5.5 Carboidratos

Para a determinação dos teores de carboidratos o método utilizado foi o cálculo por diferença segundo a equação 1:

$$\% \text{ Carboidratos} = 100 - (U + EE + P + F + C)$$

Onde:

U = umidade, EE = extrato etéreo (%) - lipídeos; P = proteína (%), F = fibra bruta e C = cinzas (%), conforme a AOAC (2000).

4.2.5.6 Fibra Bruta (FB)

A determinação de fibras bruta foi realizada pelo método de fibra bruta, conforme o método descrito por SILVA e QUEIROZ (2002).

4.2.5.7 Teor de amido

O conteúdo de amido foi determinado a partir do método desenvolvido pela ABAM - associação brasileira dos produtores de amido de mandioca. Esse método é baseado na digestão ácida do amido (CEREDA, 2004).

4.2.5.8 Análises térmicas

As curvas de DTA e TG do pó de mesocarpo de babaçu e do amido foram obtidas por meio de um analisador térmico diferencial de marca Shimadzu, modelo DTA-50, em atmosfera de nitrogênio em fluxo de 50 mL.min⁻¹, sendo a massa das amostras analisadas em torno de 3,0 mg (\pm 10%), acondicionadas em um cadinho de alumina na razão de aquecimento de 10°C.min⁻¹ até 600°C.

4.2.6 Análises estatísticas

Os valores serão expressos como média \pm erro padrão da média (E.P.M.) e o dados estatísticos das análises serão determinados pela análise de variância (ANOVA). O nível de significância para rejeição da hipótese de nulidade foi $p < 5\%$.

4.3 Resultados

O material foi classificado como pó de aspecto fino com fibras, com coloração levemente variada entre os diferentes fornecedores (Figura 2).



Figura 2. Pó do mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata*). Fornecedor A: Sul do Piauí, B: Maranhão; C: Norte do Piauí, e D: Ceará.

A análise granulométrica das amostras aponta para uma distribuição geral com boa uniformidade das partículas a partir do 3º tamis de 0,45 mm (Tabela 1).

Tabela 1. Análise granulométrica do pó do mesocarpo de babaçu (*Orbignya phareolata* Mart), fornecedor A.

CG (μm)	Δm (μm)	m (μm)	F%	R%	P%	F x m
Acima de 1200	—	—	7,5	7,5	92,5	9000
1200-850	350	1025	14	21,5	78,5	14350
850-420	430	635	21	42,5	57,5	13335
420-250	170	335	33	75,5	24,5	11055
250-180	70	215	4,5	80	20	967,5
180-125	55	152,5	1	81	19	152,5
Menores que 125	125	62,5	19	100	0	1187,5
Total						50047,5

$$d = \frac{\sum (\%F) \times (m)}{100} = \frac{5005,5}{100} = 500,5\mu\text{m} \quad \text{Eq. (1)}$$

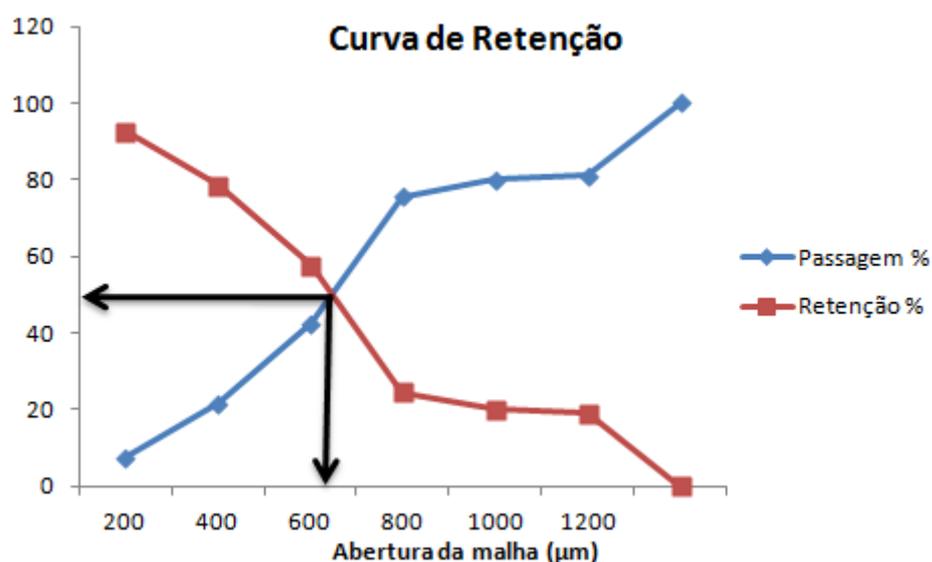


Figura 3. Curva de retenção e passagem da análise granulométrica do material vegetal (pó do mesocarpo de *Orbignya phareolata* Mart).

A triagem fitoquímica, realizada através de reações qualitativas para os principais metabólitos constituintes do vegetal (Tabela 2).

Tabela 2. Principais constituintes detectados na triagem fitoquímica *Orbignya phalerata* Mart.

Triagem Fitoquímica		Amostra A	Amostra B	Amostra C	Amostra D
Testes de Saponinas	Hemolítico	-	-	-	-
	Espuma	-	-	-	-
Teste de Esteróides e Triterpenóides	Libermann-Burchard	-	-	-	-
Teste de Alcalóides	Dragendorff	-	-	-	-
	Mayer	-	-	-	-
	Bouchardat	-	-	-	-
	Bertrand	-	-	-	-
Flavonóides	Shinoda	++	+	+	+
Testes de Taninos	FeCl ₃	+++	+++	++	++
Testes de Antraquinonas	NH ₄ OH	-	-	-	-
Carboidratos	Fehling	+++	+++	+++	++

Intensidade da Reação: Fraca: (+); Média: (++); Forte: (+++); não detectado: (-).

Na tabela 3 são apresentados os resultados médios da caracterização físico-química do pó de mesocarpo de babaçu.

Tabela 3. Valores médios da caracterização físico-química do pó de mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata* Mart).

Determinação	Amostra A	Amostra B	Amostra C	Amostra D
Umidade (%)	12,02 ± 0,13	11,76 ± 0,05	11,07 ± 0,05	11,71 ± 0,15
Cinzas totais (%)	0,78 ± 0,03	0,56 ± 0,08	0,62 ± 0,03	0,68 ± 0,04
Proteínas (%)	7,36 ± 0,11	5,97 ± 0,00	8,25 ± 0,05	6,56 ± 0,11
Lipídios (%)	0,80 ± 0,02	0,32 ± 0,02	0,49 ± 0,01	0,34 ± 0,02
Carboidratos totais (%)	72,20 ± 1,05	70,35 ± 0,60	67,50 ± 0,57	69,45 ± 1,18
Fibras bruta (%)	2,82 ± 0,06	2,88 ± 0,01	1,95 ± 0,02	2,74 ± 0,08

A quantidade de amido na amostra de mesocarpo analisada pode ser verificada através da tabela 4.

Tabela 4. Porcentagem do amido no mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata* Mart) calculada a partir de três repetições.

Amostra	Determinação do teor de amido (%)			Média (%)
A	62,94	60,64	60,64	61,41
B	60,56	60,62	69,68	63,62
C	65,97	68,25	66,56	66,92
D	68,32	60,49	69,34	66,05

Na figura 3 podemos observar a análise termogravimétrica das substâncias, mesocarpo de babaçu comparado com a matéria-prima, amido.

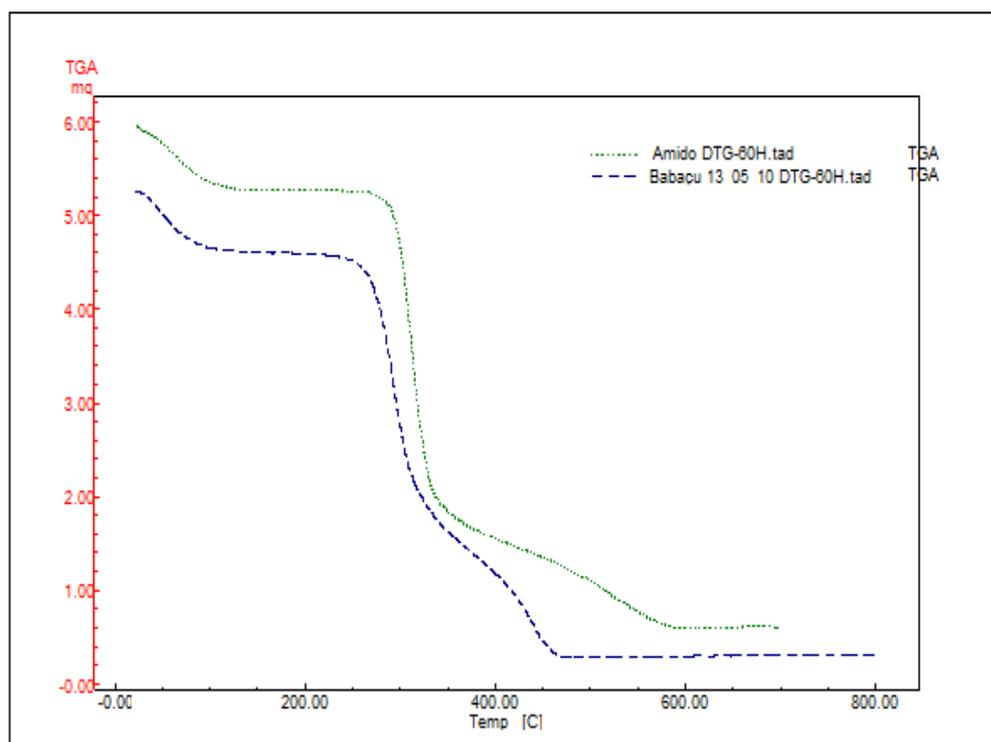


Figura 4. Curva da análise termogravimétrica (TGA) das amostras de Amido e Mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata* Mart).

A semelhança entre as curvas de degradação das substâncias estudadas na figura 4 mostram a relação dos constituintes orgânicos do mesocarpo com o amido.

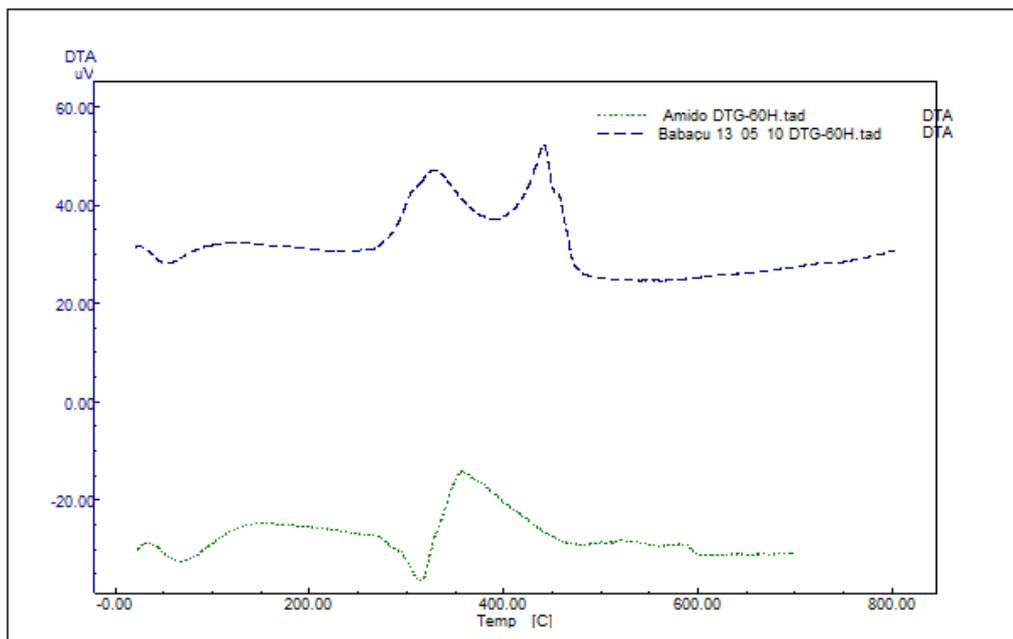


Figura 5. Curva da análise térmica diferencial (DTA) das amostras de Amido e Mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata* Mart).

4.4 Discursão

Quanto às propriedades macroscópicas do pó de mesocarpo de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart), observou-se que o material vegetal adquirido em diferentes cidades dos Estados do Piauí, Maranhão e Ceará, mostrou-se fibroso e também com diferentes tons de coloração, amarronzados. A Farmacopéia Brasileira (1988) inclui como impurezas, a presença de fungos, insetos e outros materiais contaminantes. A organização mundial de saúde - OMS (WHO, 1998), preconiza a ausência de contaminações visíveis, por fungos ou insetos. Para as quatro amostras de mesocarpo de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart), os resultados encontrados estão de acordo com o que foi preconizada na OMS.

Na análise granulométrica todas as amostras apresentaram uma maior quantidade de partículas no último tamis (<0,125mm), o que demonstra o tamanho pequeno nas partículas dos pós, bem como sua variação no tamanho das partículas durante a tamização.

A triagem fitoquímica evidenciou alguns grupos químicos que constitui o pó de mesocarpo de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart) nas diferentes amostras coletadas. Dentre eles foram detectadas a presença de flavonóides, taninos totais e carboidratos (Tabela 2). De acordo com a triagem fitoquímica, o pó do mesocarpo de babaçu de diferentes regiões, apresentaram o mesmo perfil de grupos químicos constituintes. No

entanto, apesar de ser uma análise qualitativa, foram observadas diferenças na intensidade das reações levando a uma possível variação quantitativa.

O teor extrativo é um importante parâmetro de qualidade na avaliação de um material vegetal. Através do ensaio do rendimento da extração em determinado líquido extrator, pode-se identificar uma matéria-prima vegetal de diferentes procedências. As médias dos teores extrativos, determinados em triplicata, no pó de mesocarpo de babaçu foram de 5,88, 5,36, 4,96, e 5,24 % para as quatro amostras dos diferentes fornecedores (A, B, C e D), respectivamente. Apesar de não existir uma faixa de limites de aceitação preconizada nas farmacopéias, à quantidade de substâncias solúveis pode ser estabelecida dentro de limites de aceitação no protocolo de controle de qualidade.

Diante deste parâmetro, a indústria fitofarmacêutica pode criar seus próprios critérios de aceitação, adequando suas especificações na aquisição da matéria prima vegetal (FARIAS, 1999; LIST e SCHIDT, 1989).

Nas análises de determinação de perda por dessecação ou perda de umidade, as amostras do mesocarpo de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart) apresentaram valor mínimo de 11,07% e valor máximo de 12,02%. Analisando estatisticamente através do ANOVA (análise de variância) pode-se afirmar que não há diferença significativa entre os resultados, para um nível de confiança de 95%, já que o $F_{\text{calculado}} = 0,290$ é menor que o $F_{\text{tabelado}} = 8,583$. A partir das análises estatísticas podemos observar que as amostras analisadas não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre eles. O teor máximo de umidade estabelecido para vegetais, nas diferentes farmacopéias varia entre 8 e 14%, com poucas exceções especificadas nas monografias (SIMEÕES et al., 2004) e que encontra-se dentro do valor máximo estipulado pela legislação (BRASIL, 2005) para farinhas, que é de 15,0%. Os resultados apresentados mostraram similares aos pesquisados por Wrolstad et al., (2005) e Ileleji et al., (2010). Para Aldrigue et al. (2002) o teor de umidade de um alimento é de grande importância por razões diversas, porém, sua determinação precisa é muito difícil, uma vez que a água ocorre nos alimentos de três diferentes maneiras: água ligada, água disponível e água livre. A técnica gravimétrica com o emprego de calor é a mais utilizada e baseia-se na determinação da perda de peso de alimento que se decompõe ou iniciam transformações a temperatura de 105 °C. Para Brasil & Guimarães, (1998) e Oliveira et al.,(1999) os frutos são alimentos que apresentam elevados teores de umidade, e por isso, estão sujeitos a sofrer inúmeras alterações uma vez que a água (solvente universal de todos os

sistemas biológicos) é o principal veículo para o processamento de alterações de natureza química e bioquímica nos alimentos. A determinação de umidade é uma das medidas mais importante e utilizadas na análise de matéria-prima. A umidade de uma matéria-prima está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, e pode afetar o armazenamento, embalagens e processamento.

Para as amostras do mesocarpo de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart), as cinzas totais apresentaram entre os diferentes fornecedores, um valor mínimo de 0,56% e um valor máximo de 0,78%. Analisando estatisticamente através do ANOVA não há diferença significativa, para um nível de confiança de 95%, já que o $F_{\text{calculado}} = 0,078$ é menor que o $F_{\text{tabelado}} = 0,143$. A partir das análises estatísticas podemos observar que as amostras dos lotes dos diferentes fabricantes utilizados, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre eles e a média da fração de cinzas (0,66%) se assemelha a do trabalho de Medeiros, (2004) onde obteve a média para cinzas de 0,41% em sua pesquisa sobre o mesocarpo. As cinzas totais são consideradas como medida geral de qualidade e freqüentemente é utilizada como critério na identificação de um produto. As cinzas referem-se ao resíduo inorgânico remanescente da queima da matéria orgânica, sem resíduo de carvão. A porcentagem de cinzas totais foi calculada em relação à droga seca ao ar.

As determinações dos teores de proteínas, lipídeos, carboidratos e fibras, mostram que o mesocarpo de babaçu é altamente energético, possuindo um alto teor de carboidratos o que já era esperado, conforme trabalhos realizados por Melo, (2007). Quanto aos valores encontrados para os demais constituintes, estes corroboram com estudos realizados por Cecchi, 2003 e Porto, (2004), onde o mesocarpo do babaçu, representa cerca de 17% a 22% do fruto e é composta por cerca de 60% de carboidratos, podendo ser empregada juntamente com a torta de extração de óleo para a ração animal, uma aplicação promissora. Possui cerca de 2% de fibras, 8-12% de umidade e de 4-8% de substâncias diversas, incluindo sais minerais, taninos e uma pequena quantidade de lipídeos e proteínas, mostrando com isso o grande potencial de agregar valor a essa farinha. E também com pesquisa realizada por Rosenthal, (1975) e Garros-Rosa, (1986), em que o pó do mesocarpo de babaçu tem em sua composição 68,3% de amido, 1,54% de proteína, lipídio 0,27%, 65% de carboidratos solúveis e 2,51% de fibras. Também presente hemicelulose e pentosas, entre outras substâncias orgânicas.

A determinação do teor de amido tem imensa importância, tanto com relação à finalidade primária que é fornecer a quantidade dessa substância presente no mesocarpo do babaçu estudado, quanto para utilizá-la dentro das discussões sobre o perfil dos gráficos das análises térmicas realizadas.

As médias apresentadas revelam-se semelhante a indicação de algumas referências da literatura científica investigada, que eram de 50% e 60% (LIMA, 2009; MELO, 2007). Utilizou-se um método bastante utilizado, com baixo custo e que garantiu especificidade na determinação do amido, pois se baseia na reação de redução do licor de Fehling com os açúcares redutores provenientes do amido presente no sistema (CEREDA, 2004; SILVEIRA, 2011).

Nas análises térmicas o primeiro passo de todas as amostras é a perda de umidade. Com o aumento no tempo de hidrólise, leva-se a uma redução gradual no teor de umidade. Acima da temperatura de perda de umidade as decomposições ocorrem em três ou quatro etapas consecutivas, de acordo com o tratamento da amostra (VIEIRA, 2010; ALMEIDA et al., 2011).

Podemos observar na figura 4 que a curva de análises termogravimétrica (TGA) do mesocarpo do babaçu possui perfil semelhante ao do amido, isso se deve a alta porcentagem de amido nesse material vegetal (mesocarpo de babaçu) e comprova também, através dessas características, as suas propriedades lignocelulósicas, atribuídas a presença de celulose, lignina e hemicelulose (CRUZ, 2011).

Atualmente há um crescente interesse na utilização de materiais lignocelulósicos, como as fibras vegetais do babaçu, para diversas finalidades. Isso ocorre pela busca de determinadas propriedades e características desses materiais lignocelulósicos, podendo-se destacar o baixo custo, baixa densidade, flexibilidade no processamento e uso de sistemas simples quando o tratamento de superfície é necessário. Além disso, as fibras vegetais são fontes renováveis, amplamente distribuídas, disponíveis, moldáveis, não-abrasivas, porosas, viscoelásticas e biodegradáveis (TITA et al., 2002)

O segundo evento encontrado na análise termogravimétrica poderá estar relacionado à perda da estabilidade térmica das amostras e início da degradação, o que só será confirmado pela entalpia ocorrida na reação. As degradações do amido e do mesocarpo iniciam nas temperaturas de 254,99°C e 245,10°C, respectivamente. O

terceiro evento, refere-se à degradação dos produtos gerados no segundo evento e seus resultados são confirmados por Souza et al., 2011 e Lima, 2009.

O primeiro evento identificado nas curvas de análise térmica diferencial (DTA) para as substâncias estudadas, equivale à faixa de gelatinização das mesmas. De acordo com Almeida et al., (2011), a temperatura de gelatinização do amido ocorre na faixa entre 63°C e 73°C, devido ao grande conteúdo de amilose. É possível notar, através na figura 5 do DTA, que o mesocarpo possui uma menor temperatura de início da gelatinização. Baseado nos estudos de (DENARDIN & SILVA, 2008), podemos afirmar que isso se deve ao fato de que o mesocarpo possui uma estrutura cristalina menos organizada que o amido, normalmente, as altas temperaturas dessa transição têm sido associadas a altos graus de cristalinidade, os quais fornecem a estabilidade estrutural e tornam os grânulos mais resistentes à gelatinização, sendo, o mesocarpo de babaçu menos resistente a esse processo. Também, é bem notável uma curva de gelatinização perfeita para o amido e para o mesocarpo. Isso pode estar relacionado a cadeias maiores dos seus constituintes, assim como por serem substâncias com o tamanho dos cristais relativamente grandes (ALMEIDA et al., 2011).

Confrontando os dados de faixas de temperaturas obtidas nas análises de TGA e DTA intra-substâncias, podemos afirmar que eles são complementares, de forma que os processos destacados em um método ocorrem simultaneamente ao processo evidenciado no outro. Dessa forma, a perda de umidade para cada substância ocorre simultaneamente ao processo de gelatinização e, à medida que a massa de água é diminuída no decorrer do experimento, finaliza-se o processo de gelatinização.

4.5 Conclusões

As análises confirmam e acrescentam as informações sobre a caracterização do pó do mesocarpo do babaçu. Com relação às propriedades térmicas avaliadas para o mesocarpo do babaçu, este teve uma grande similaridade com o amido. Os resultados das diferentes amostras nos forneceram informações relevantes em relação à qualidade de insumo farmacêutico ou ingredientes para indústria de alimentos e cosméticos, com comportamento semelhante sob diferentes técnicas analíticas utilizadas na caracterização de produtos.

REFERÊNCIAS

ALDRIGUE, M.L.; MADRUGA, M.S.; FIOREZE, R.; LIMA, A.W.O.; SOUSA, C.P. **Aspecto da ciência e tecnologia de alimentos**. Ed. UFPB, João Pessoa, vol.1, 198p; 2002.

AGRA, M.F. **Levantamento da flora medicinal da Paraíba e triagem fitoquímica**. *Revista brasileira de farmácia*. vol. 7, n. 3, 1990.

ALMEIDA, R. R., LACERDAB, L. G.; MURAKAMIB, F.S.C.; BANNACHD, G.; DEMIATEA, I.M.; SOCCOL, C. R.; CARVALHO FILHO, M.A.S., SCHNITZLER, E. Thermal analysis as a screening technique for the characterization of babassu flour and its solid fractions after acid and enzymatic hydrolysis: *Thermochimica Acta*, vol. 519, p. 50-54, 2011.

AMARAL FILHO J do. **The political economy of the babassu (in Portuguese: A Economia Política do Babaçu)**. São Luís: SIOGE; 1990.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, **Official Methods of Analysis of AOAC International**, 17th ed., 2000 (v. II, Method 945.39).

BALICK, M.J. **Ethnobotany of Palms in the Neotropics**. *Advances in conomic Botany*; vol.1, p. 9-23; 1988.

BARUQUE FILHO, E.A.; BARUQUE, M.G.A.; SANT'ANNA JR, G.L. Babassu coconut starch liquefaction: an industrial scale approach to improve conversion yield, Biore-sour. *Technology*, vol. 75, p. 49-55, 2000.

BRASIL, I.M.; MAIA, G.A.; FIGUEIRÊDO, R.W. Physical-chemical during extraction and clarification of guava juice. *Food Chemistry*, vol.54, n.4, p.383-386, 1998.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº263**, de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. Disponível em: <http://elegais.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18822&word=Acesso em 10 de maio de 2011>.

CANTANHEDE, L.B. **Avaliação da capacidade de adsorcao do epicarpo de babaçu (*Orbygnia phalerata*) in natura Frente a Diferentes adsortivos**. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 115f; 2005.

CECCHI, H. M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análises de Alimentos**. 2º ed. Editora da UNICAMP, Campinas, SP, p. 208; 2003.

CEREDA, M. P. **Metodologia de determinação de amido digestão ácida em microondas**. ABAM – Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca, 2004. Disponível em: <http://www.abam.com.br/revista/revista8/metodologia.php>>. Acesso em: 2 jun. 2011.

CRUZ, E. T. L.; NUNES, L. C. C.; SOARES SOBRINHO, J. L. Perspectivas da Utilização da Análise Térmica na Indústria Farmacêutica. **Controle de Contaminação**, vol. 136, p. 22-27, 2010.

CRUZ, E. T. L. **Caracterização do Mesocarpo de Babaçu (*Orbignya* sp): Termoanálise (TG/DTA) e Avaliação do conteúdo de Amido, monografia do curso de Farmácia**. Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P. **Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas**. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/2009nahead/a109cr517.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2011.

DEUTSCHES, A. **Frankfurt: Govi-Deutscher Apotheker**, 1986.

FARMACOPÉIA BRASILEIRA, IV Edição Parte I – V. **Métodos de Análise**. São Paulo: Atheneo Editora São Paulo Ltda; 1988.

FARIAS, M. R. **A avaliação da qualidade das matérias-primas vegetais**. In: SIMÕES, C. M. O. Farmacognózia: da planta ao medicamento. Porto Alegre: UFRGS, Florianópolis: UFSC, cap. 12, p. 197-220; 1999.

GARROS-ROSA, I. Estudo qualitativo e quantitativo do Químico amiláceo Resíduo do coco de babaçu: **Rev Química Industrial**, vol. 647, p. 15-8; 1986.

IBGE. **Produção Extrativa Vegetal 2005**. Disponível em www.ibge.gov.br. Acesso em março de 2007.

ILELEJI, K.E., GARCIA, A.A, KINGSLEY, A.R, CLEMENTSON, C.L. **Comparison of standard moisture loss-on-drying methods for the determination of moisture content of corn distillers dried grains with solubles**, Journal of AOAC International, Int. 93. 825–832; 2010

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3aed. Instituto Adolfo Lutz- São Paulo- SP. 1985.

LIST, P.H.; SCHIMIDT, P.C. **Phyarmaceutical Technology**. Boca Raton: CRC, 1989.

LIMA, L. M. R. **Estudo de degradação térmica oxidativa de graxas**. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

MATOS, F.J.A. **Introdução a fitoquímica experimental**, 2. ed. Fortaleza: UFC 1997.

MEDEIROS, A. C. D de. **Desenvolvimento de modelo analítico para qualificação de excipientes**. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

MELO, L. P. **Análises físico-químicas do pão enriquecido com mesocarpo de babaçu**. In: 2º Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, João Pessoa, 2007.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO. **Mapeamento e levantamento de potencial das ocorrências de babaçuais**. MIC/SIT. Brasília, 1982. Apud: Almeida, A. W. B. Quebradeiras de Côco Babaçu: Identidade e Mobilização. II Encontro Interestadual das Quebradeiras de Côco Babaçu. São Luís, 1995.

PAVLAK, M. C. M. ZUNIGA; A. D.; LIMA; T. L. A.; PINEDO, A. A.; CARREIRO; S. C.; FLEURY; C. S.; SILVA; D. L. **Aproveitamento da farinha do mesocarpo do babaçu (*Orbignya martiana*) para obtenção de etanol**. Evidência, Joaçaba, vol. 7, n. 1, p. 7-24, jan./jun. 2007.

PORTO, M. J. F. **Estudo Preliminar de Dispositivo de Quebra e Caracterização dos Parâmetros Físicos do Coco Babaçu**. 75 p. Dissertação (Mestre em Engenharia Mecânica) – Universidade de Campinas, Campinas; 2004.

OLIVEIRA, M.E.B.; BASTOS, M.S.R.; FEITOSA, T. **Avaliação de parâmetros de qualidade físico-química de polpa congelada de acerola, cajá e caju**. Ciências e Tecnologia de Alimentos, Campinas, vol.19, n.3, p.326-332. 1999.

OLIVEIRA, F.; AKISUE, G.; AKISUE, M. K. **Farmacognosia**. São Paulo: Atheneu, 2005.

ROSENTHAL, F.R.T. O amido do coco de babacu, ALGUMAS Propriedades dos granulos e das massas: **Rev Brasileira de Tecnologia**, vol. 6, p. 29-33, 1975.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa-MG: UFV, 2002.

SILVA, P.A., PARENTE, P. Um anti-inflamatórios e imunomoduladores de polissacarídeo de *Orbignya phalerata*: **Fitoterapia**, vol. 72, p. 887-93; 2001.

SILVEIRA, L. R. **Determinação do teor de amido em clones de batata-doce de polpa alaranjada**. Disponível em:
<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46_0586.pdf>.
Acesso em: 2 jun. 2011.

SOUSA A.I.P. **Efeitos do mesocarpo do babaçu sobre a bioquímica sanguínea em animais com tumor de Ehrlich**. Dissertação de Mestrado em Saúde e Ambiente. Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, 2008.

SOUZA, N. L. G. D. **Análise térmica da degradação de quitosana utilizada em rúmen bovino**. In: 34ª Reunião Anual da Sociedade de Química. Disponível em: <<http://sec.s bq.org.br/cdrom/34ra/resumos/T1718-1.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2011.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.; GOSMANN, G.; DE MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2004.

TEIXEIRA, M.A. Babaçu: Uma nova abordagem para um brasileiro biomassa, **Bioenergy Biomassa**, vol. 32, p. 57-86; 2008.

TITA, S. P. S.; PAIVA, J. M. F.; FROLLINI, E. Impact Strength and Other Properties of Lignocellulosic Composites: Phenolic Thermoset Matrices Reinforced with Sugarcane Bagasse Fibers. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**. vol. 12, n. 4, p. 228-239, 2002.

VIEIRA, A. P. Copper sorption from aqueous solutions and sugar cane spirits by chemically modified babassu coconut (*Orbignya speciosa*) mesocarp. **Chemical Engineering Journal**, vol. 161, p. 99–105; 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Who Pharm, Quality Control methods for medicinal plant materials**. Gevena, p. 115; 1998.

WROLSTAD, R.E, DECKER, E.A., SCHWARTZ, S.J. SPORNS, P, **Handbook of Food Analytical Chemistry, Water, Proteins, Enzymes, Lipids and Carbohydrates**. Wiley-Interscience, Hoboken, NJ, 2005.

Capítulo 3

5 AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE

Capítulo III – Avaliação Tóxica, Citotóxica e Genotóxica do Mesocarpo do Babaçu (*Orbignya phalerata*)

A submeter à Revista Environmental Toxicology and Pharmacology, Qualis Capes – B2

Capítulo IV – Avaliação da toxicidade aguda, DL₅₀ e *screaning* hipocrático do extrato aquoso do pó do mesocarpo de *Orbignya phalerata* Mart (babaçu)

Artigo Submetido à Revista ConScientiae Saúde, Qualis Capes – B4

Capítulo III – Avaliação Tóxica, Citotóxica e Genotóxica do Mesocarpo do Babaçu (*Orbignya phalerata*) – Resumo

SILVA, A. P. S¹; MESQUITA, A. K. F²; CAVALCANTE, A.A.¹; NUNES, L. C. C^{1,*}

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas do Centro de Ciências da Saúde da UFPI. Campus Ministro Petrônio Portela, 64.049-550, Teresina - Piauí, Brasil.

²Graduação em Bacharel em Farmácia da Universidade Federal do Piauí, Teresina - Piauí, Brasil.

O mesocarpo do babaçu é usado popularmente para o tratamento de gastrite e para cicatrização de feridas como alimento. Este estudo teve como objetivo avaliar as atividades tóxica, citotóxica e genotóxica do mesocarpo do babaçu utilizando como biomarcador o *Allium cepa*. Utilizando-se uma amostra da farinha do mesocarpo do babaçu comercializada em Teresina – Piauí foram preparadas quatro suspensões nas concentrações de 1,25 mg/mL, 5 mg/mL, 10 mg/mL e 50 mg/mL. Utilizaram-se grupos de 5 bulbos de cebola para cada concentração do mesocarpo do babaçu, para água desclorificada (Controle Negativo) e CuSO₄ a 0,0002 mg/mL (Controle Positivo). Após 48 h de exposição das cebolas as suspensões do mesocarpo do babaçu e aos controles, as raízes foram medidas e fixadas em Solução Carnoy (24 h). Foram transferidas para o Reagente de Schiff (2 h). Para o preparo da lâmina, a região meristemática da raiz foi retirada e adicionou-se uma gota deorceína acética 2%. Analisou-se o comprimento de raiz (toxicidade), o índice mitótico (citotoxicidade) e frequência de aberrações cromossômicas e micronúcleos (genotoxicidade) em 5.000 células por tratamento. A concentração de 50 mg/mL mostrou efeito tóxico e citotóxico significativo ($P < 0,05$) sobre os meristemas de *A. cepa*, a concentração de 10 mg/mL apresentou efeito genotóxico significativo ($P < 0,05$) pela frequência de aberrações cromossômicas, sendo os atrasos durante mitoses a aberração mais comum, e nenhuma das concentrações foi genotóxica pela frequência de micronúcleos. Outros bioensaios podem ser usados para confirmar estes resultados e verificar a capacidade de reparo dos danos provocados pelo mesocarpo do babaçu.

Palavras-chave: *Orbignya phalerata*; *Allium cepa*; citotoxicidade; genotoxicidade.

Capítulo III – Avaliação Tóxica, Citotóxica e Genotóxica do Mesocarp do Babaçu (*Orbignya phalerata*) - Abstract

The mesocarp of the babassu is used popularly for the treatment of gastritis and wound healing. This study aimed to assess the toxic activity, the cytotoxic and genotoxic babassu mesocarp biomarker using the *Allium cepa*. Using a sample of flour of babassu mesocarp sold in Teresina - Piauí four suspensions were prepared at concentrations of 1.25 mg/mL, 5 mg/mL, 10 mg/mL and 50 mg/mL. Using groups of five onion bulbs for each concentration of babassu mesocarp, dechlorinated water (negative control) and CuSO₄ 0.0002 mg/mL (positive control). After 48 h of exposure of the onions to suspensions's babassu mesocarp and controls, the roots were measured and fixed in Carnoy solution (24 h), and then were stored in 70% ethanol in refrigerator until the preparation of the slides.. Were transferred to Schiff's reagent (2 h). For the preparation of the slide, the root meristematic region was removed and added a drop of 2% acetic orcein. Were analyzed the length of root (toxicity), the mitotic index (cytotoxicity) and frequency of chromosomal aberrations and micronuclei (genotoxicity) at 5,000 cells per treatment. The concentration of 50 mg/mL showed toxic and cytotoxic effect significant (P <0.05) on the meristems of *A. cepa*, the concentration of 10 mg/mL showed significant genotoxic effect (P <0.05) by the frequency of chromosomal aberrations, and the delays during mitosis most common aberration, and none of the concentrations was genotoxic in the frequency of micronuclei. Other bioassays can be used to confirm these results and verify the ability to repair damage caused by the babassu mesocarp, since this damage can be repaired and if this happens its use by the public is safe.

Keywords: *Orbignya phalerata*, *Allium cepa*, cytotoxicity, genotoxicity.

5.1 Introdução

O babaçu (*Orbignya phalerata* Mart) da família Arecaceae é uma palmeira de tronco simples, robusto, imponente, com até 20 m de altura e 41 cm de diâmetro, seus frutos são oblongos-elipsóides lisos de coloração marrom na maturidade. Esta palmeira é a espécie mais abundante do gênero *Orbignya* no estado do Maranhão e na área geográfica denominada "Região dos Cocais" (COPENAT, 1981; MIC/STI, 1982, CANTANHEDE, 2005). O fruto da palmeira de babaçu é plenamente explorado, com seus diversos elementos, sendo utilizado como fonte de energia (óleo obtido a partir do babaçu tem composição que é adequada para produção de biodiesel, devido à alta concentração de ácido láurico), alimento (fibras comestíveis) ou medicamento (SOUZA et al, 2011; ANDERSON et al, 1991; LIMA et al, 2007). Além disso, possui potencial para ser aproveitado como carvão vegetal e os grânulos de amido da farinha do mesocarpo do babaçu apresentam comportamento semelhante aos amidos de cereais (ALMEIDA et al, 2011). Contudo Apenas 30% do seu potencial produtivo, estimado em 15 milhões toneladas/ano, são aproveitados (ALBIERO, 2007). Abordagens fitoquímicas do pó do mesocarpo dos frutos maduros evidenciaram a presença de taninos, açúcares redutores e compostos esteroidais (BANDEIRA, 1986).

Um grande número de espécimes variando de procariotos a eucariotos (entre eles bactérias, células de mamíferos e plantas superiores), vem sendo utilizados para a análise da genotoxicidade em amostras ambientais, compostos químicos puros ou misturas, medicamentos, entre outros (PRIVAL et al, 1991, MACIOSZEK E KONONOWICZ, 2004; YILMAZ et al, 2008a, ARSLAN et al, 2008, MAMUR et al, 2010) baseados frequentemente em indicadores biológicos que avaliam danos cromossômicos ou mutações gênicas. Entre os testes mais usados podemos citar o teste *Allium cepa*, micronúcleos (MN), ensaio cometa, aberrações cromossômicas (AC's), trocas de cromátides-irmãs (SCE) e testes em culturas de linfócitos periféricos humanos (FISKEJÖ, 1985; YILMAZ et al, 2008b, ZENGİN et al, 2011; CARVALHO, 2011a; CARVALHO, 2011b)

O presente estudo teve como objetivo avaliar a toxicidade, citotoxicidade e genotoxicidade do mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata* Mart) através do sistema *Allium cepa*.

5.2 Material e Métodos

5.2.1 Coleta e Preparação das Amostras

As amostras de mesocarpo de babaçu utilizadas nos testes foram adquiridas de uma empresa local, em embalagem de polipropileno hermeticamente fechada do lote nº 1841002 fabricado em março de 2010. Foram preparadas quatro soluções do mesocarpo de babaçu nas respectivas concentrações: 1,25 mg/mL, 5 mg/mL, 10 mg/mL e 50 mg/mL para o teste *Allium cepa*.

5.2.2 Sistema *Allium cepa*

O teste *Allium* (versão modificada) foi realizado conforme descrito por Fiskejo (1985), com adaptações, como descrito por Mitteregger et al., (2007). Cada concentração das soluções preparadas de *Orbignya phalerata* Mart foi colocada em cinco tubos de ensaio contendo cada um diferentes bulbos de cebola e todos os tudo foram preenchidos com água de poço. No controle negativo foi usado água desclorificada e no controle positivo foi usado sulfato de cobre ($0,0006 \text{ mg.L}^{-1}$). Pequenos bulbos de cebola (*A. cepa*), da mesma variedade e tamanho uniforme foram escolhidos para os experimentos. Os bulbos foram adquiridos de um mesmo agricultor que não usam pesticidas. As escamas secas e placa de fundo marrom foram removidas, o anel dos primórdios da raiz foi deixado intacto. Em seguida, as cebolas foram colocadas diretamente nos frascos com os controles e diferentes concentrações, e deixou-se para germinar a 18-22° C (KOVALCHUK et al., 1998). Após 2 dias, quando as raízes atingiram um comprimento de 1,5-2,0 cm, três raízes de cada bulbo foram colhidas durante o segundo ciclo mitótico para analisar parâmetros microscópicos. As raízes foram imediatamente fixadas em ácido acético e etanol (1:3, v / v) por 24 h, transferidas para álcool etílico a 70%, e armazenadas em um refrigerador.

Duas raízes de cada bulbo foram fixadas e lavadas em água destilada, hidrolisadas em HCl 1 N a 60 °C por 8 min e lavadas novamente para preparar as lâminas. Lâminas foram preparadas por esmagamento de raiz em ácido acético 45% (FISKEJO, 1985).

Os seguintes parâmetros microscópicos foram observados: (a) o índice mitótico (IM) (1000 células por lâmina), (b) Os micronúcleos (MN), (c) as aberrações

cromossômicas (CA). MN foram marcados com uma lente de imersão em óleo (100x) e 2000 células de cada bulbo de cebola foram examinados.

5.2.3 Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando-se análise de variância (ANOVA). A normalidade das variáveis foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Quando a ANOVA mostrou diferenças significativas, uma análise *post hoc* foi realizada através do teste de Tukey. Quando a distribuição não-normal foi observado, as comparações foram feitas usando o teste de Kruskal-Wallis com teste de Dunn como *post hoc*. O nível de significância foi de 0,05. Todas as análises foram realizadas utilizando o software Prisma, versão 5.0.

5.3 Resultados

5.3.1 Toxicidade em raízes de *A. cepa* com as suspensões do mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata*).

Os resultados obtidos com as suspensões de *Orbignya phalerata* avaliando a toxicidade sobre o crescimento das raízes no sistema *A. cepa* estão caracterizados na Figura 1.

As raízes de *A. cepa* expostas as suspensões de diferentes concentrações do mesocarpo do babaçu tiveram o desenvolvimento de suas raízes comparado aos controles. O mesocarpo do babaçu apresentou toxicidade no sistema *Allium cepa* somente na concentração de 50 mg/mL ($P < 0.01$), pela inibição de crescimento de meristemas de raízes.

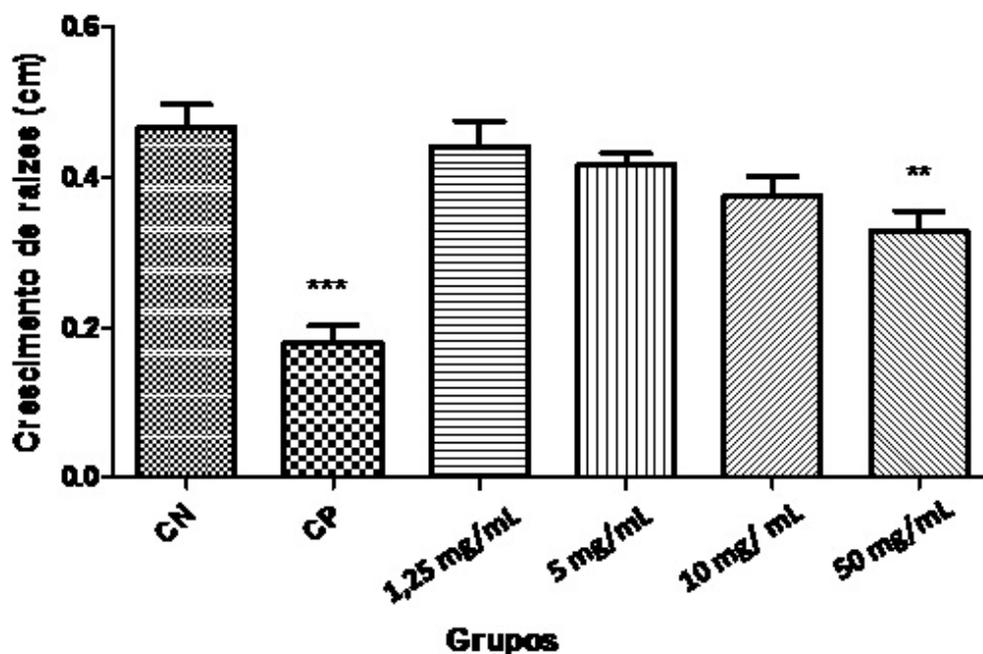


Figura 1: Análise da toxicidade pela inibição do crescimento de raízes de *A. cepa* expostas ao mesocarpo do babaçu. **Diferença estatística significativa do controle negativo ao nível de $P < 0,05$ e *** $P < 0,001$ (ANOVA-Dunnet's). CN= Controle negativo (água sem cloro); CP= Controle positivo ($\text{CuSO}_4 = 0,0006$ mg/mL).

5.3.2 Avaliação Citotóxica e Genotóxica: inibição do índice mitótico e índice de aberrações cromossômicas com as diferentes suspensões do mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata*)

A citotoxicidade foi avaliada a partir da comparação dos índices mitóticos dos meristemas de *A. cepa* expostos ao mesocarpo do babaçu com os grupos controles e estão caracterizados na Figura 2. O mesocarpo do babaçu apresentou citotoxicidade, isto é, redução no índice mitótico significativo ($P < 0,05$) em comparação aos grupos controles, na concentração de 50 mg/mL (Tabela 1).

Na análise da frequência de aberrações cromossômicas a concentração de 10 mg/mL apresentou resultados significantes ($P < 0,05$) quando comparado aos controles, indicando efeito mutagênico na concentração indicada (Figura 3). Os resultados das frequências dos tipos de aberrações mostraram que os atrasos de cromossomos durante mitose foi a aberração que apresentou significância ($P < 0,01$) conforme mostra a Figura

6, enquanto que a frequência pontes e de cromossomos solto não apresentou resultados significantes (Figura 4 e 5).

Na avaliação da mutagenicidade pela frequência de micronúcleos, nenhuma das concentrações do mesocarpo do babaçu apresentou significância quando comparados aos controles (Figura 7).

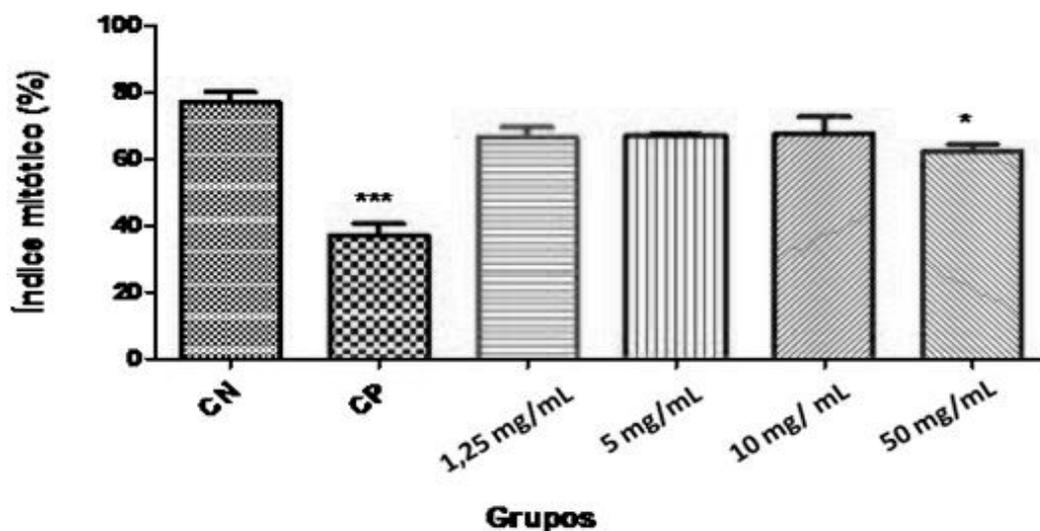


Figura 2: Citotoxicidade do mesocarpo do babaçu pela inibição do índice mitótico em meristemas de raízes de *A. cepa*. **Diferença estatística significativa do controle negativo ao nível de $P < 0,05$ e *** $P < 0,001$ (ANOVA-Dunnet's). CN= Controle negativo (água sem cloro); CP= Controle positivo ($\text{CuSO}_4 = 0,0002 \text{ mg/mL}$).

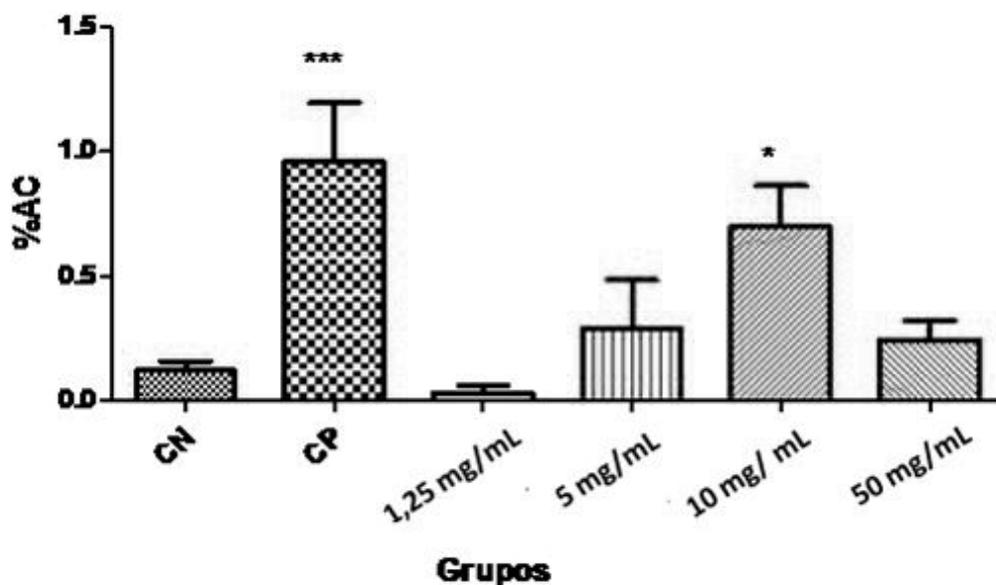


Figura 3: Mutagenicidade do babaçu pela freqüência de aberrações cromossômicas em meristemas de raízes de *A. cepa*. **Diferença estatística significativa do controle negativo ao nível de * $P < 0,05$ e *** $P < 0,001$ (ANOVA-Dunnet's). CN= Controle negativo (água sem cloro); CP= Controle positivo ($\text{CuSO}_4 = 0,0002$ mg/mL).

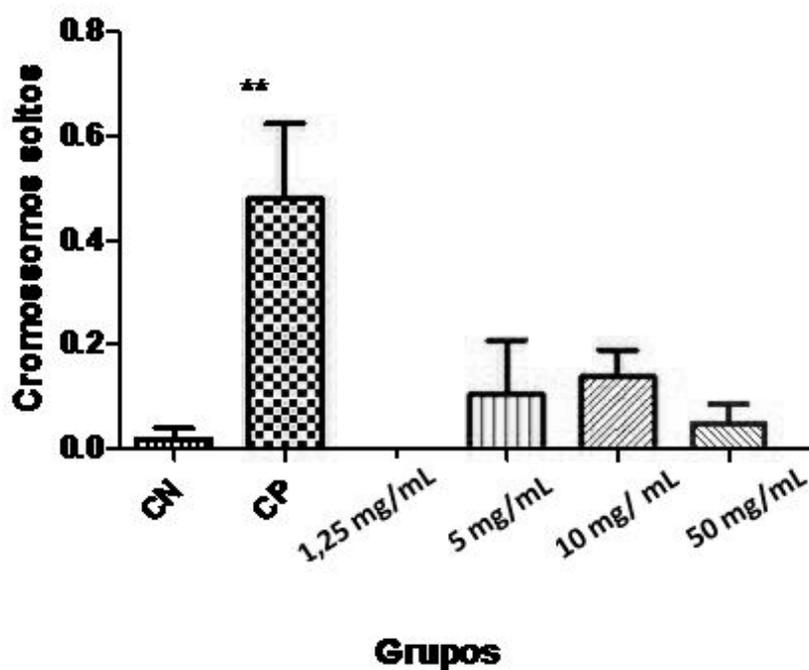


Figura 4: Mutagenicidade do babaçu pela freqüência de cromossomos soltos durante mitose em meristemas de raízes de *A. cepa*. **Diferença estatística significativa do

controle negativo ao nível de $P < 0,01$ (ANOVA-Dunnet's). CN= Controle negativo (água sem cloro); CP= Controle positivo ($\text{CuSO}_4 = 0,0002 \text{ mg/mL}$).

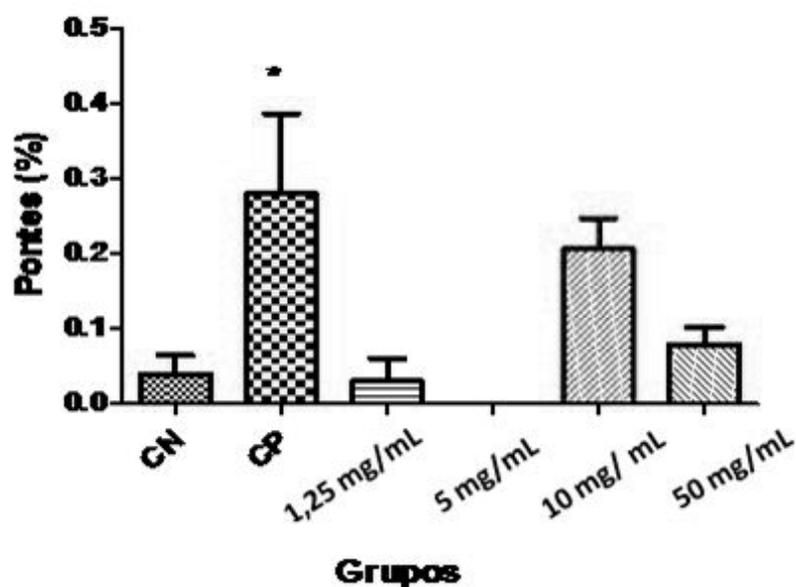


Figura 5: Mutagenicidade do babaçu pela freqüência de pontes entre cromossomos durante mitose em meristemas de raízes de *A. cepa*. * Diferença estatística significativa do controle negativo ao nível de $P < 0,05$ (ANOVA-Dunnet's). CN= Controle negativo (água sem cloro); CP= Controle positivo ($\text{CuSO}_4 = 0,0002 \text{ mg/mL}$).

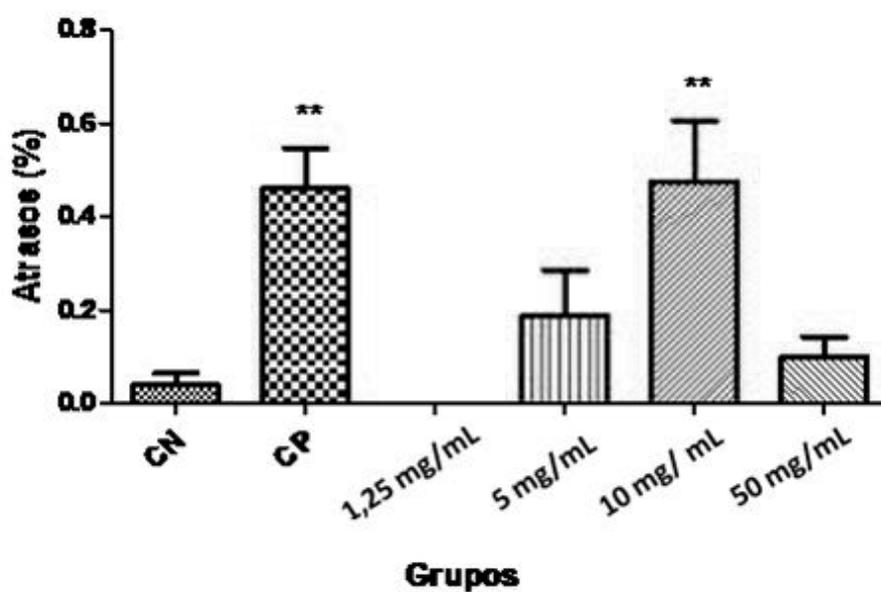


Figura 6: Mutagenicidade do babaçu pela freqüência de atrasos de cromossomos durante mitose em meristemas de raízes de *A. cepa*. ** Diferença estatística significativa do controle negativo ao nível de $P < 0,01$ (ANOVA-Dunnet's). CN= Controle negativo (água sem cloro); CP= Controle positivo ($\text{CuSO}_4 = 0,0002 \text{ mg/mL}$).

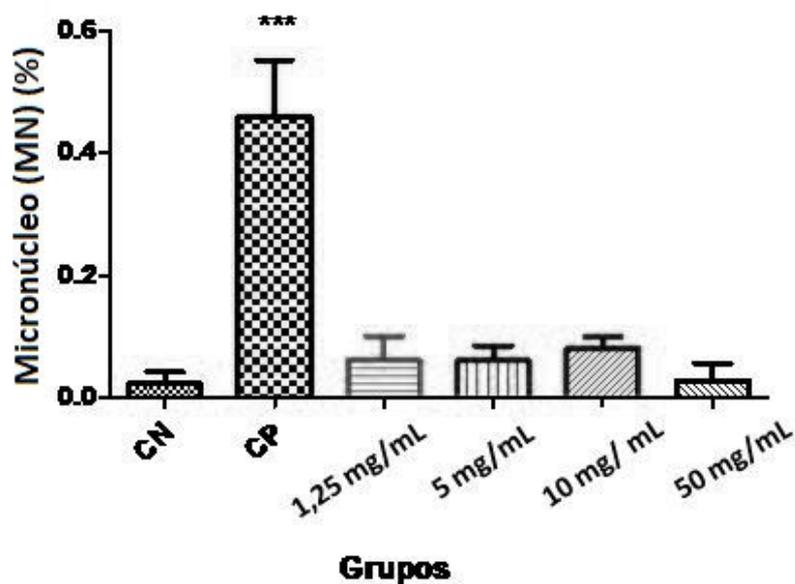


Figura 7: Mutagenicidade do babaçu pela freqüência de micronúcleos durante mitose em meristemas de raízes de *A. cepa*. *** Diferença estatística significativa do controle negativo ao nível de $P < 0,001$ (ANOVA-Dunnet's). CN= Controle negativo (água sem cloro); CP= Controle positivo ($\text{CuSO}_4 = 0,0002 \text{ mg/mL}$).

Tabela 1. Índice mitótico, aberrações cromossômicas, micronúcleos e comprimento da raiz em *Allium cepa* expostos as diferentes concentrações do mesocarpo do babaçu (*Obignya phalerata*).

Grupo	Índice mitótico (células em divisão/5000)	Aberrações Cromossômicas				Células micronucleadas (MN/5000)	Comprimento da raiz (cm) (%)
		Pontes Anafásicas	Cromossomos soltos	Atrasos Anafásicos	Freqüência Total (%)		
Control Negativo	77,00 ± 7,00	0,06 ± 0,09	0,02 ± 0,04	0,04 ± 0,05	0,12 ± 0,08	0,02 ± 0,04	0,47 ± 0,15
Controle Positivo	37,00 ± 8,07***	0,28 ± 0,24*	0,48 ± 0,32**	0,46 ± 0,19**	0,96 ± 0,53***	0,46 ± 0,21***	0,18 ± 0,12***
0,125 g/mL	66,36 ± 7,05	0,03 ± 0,07	0,00 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,03 ± 0,07	0,06 ± 0,09	0,44 ± 0,16
0,5 g/mL	66,87 ± 1,68	0,0 ± 0,0	0,10 ± 0,23	0,19 ± 0,22	0,29 ± 0,43	0,06 ± 0,05	0,42 ± 0,08
1 g/mL	67,72 ± 11,10	0,21 ± 0,09	0,14 ± 0,11	0,48 ± 0,29**	0,70 ± 0,36*	0,08 ± 0,04	0,37 ± 0,13
5 g/mL	62,49 ± 4,37**	0,08 ± 0,05	0,05 ± 0,09	0,10 ± 0,09	0,25 ± 0,16	0,03 ± 0,06	0,33 ± 0,13**

Controle negativo (água sem cloro); Controle positivo (CuSO₄ =0,0002 mg/mL); * Diferença significativa do controle negativo: * P< 0,05; ** P < 0,01 e *** P < 0,001.

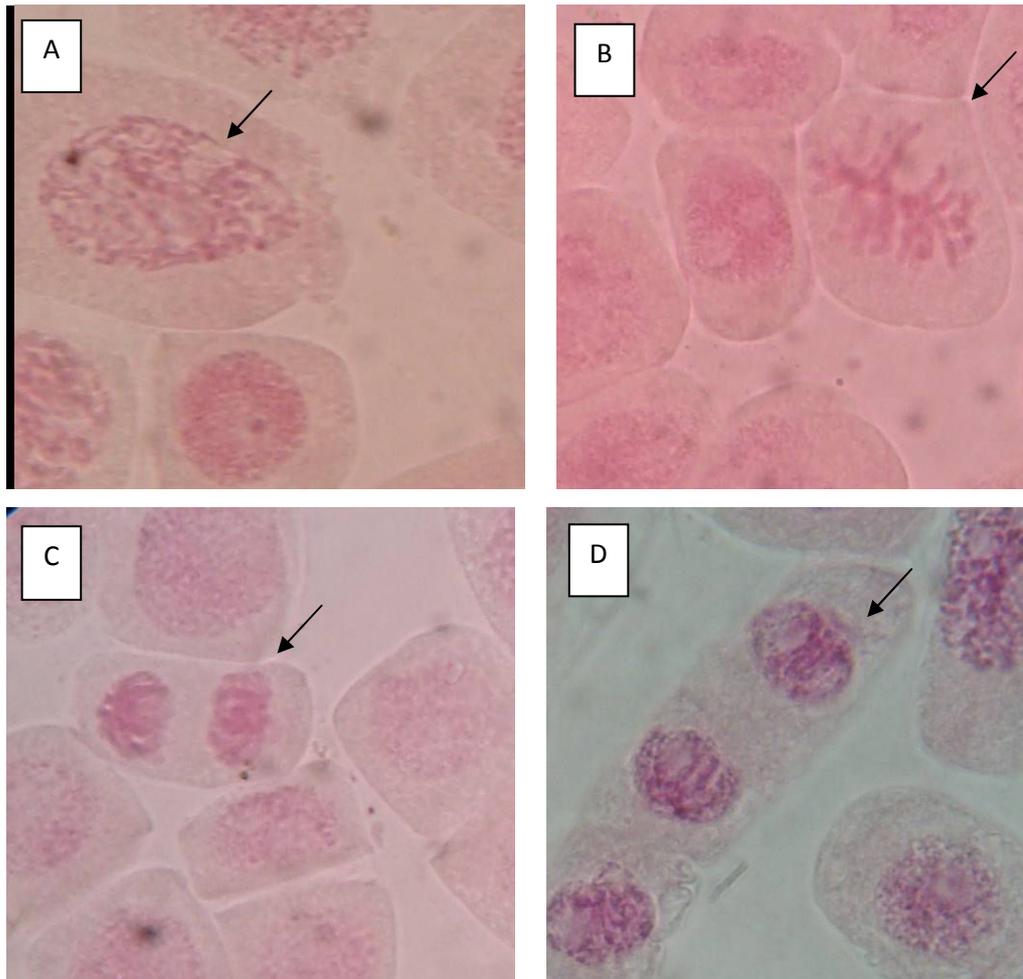


Figura 8: Divisões mitóticas normais observadas nas diferentes suspensões do mesocarpo de *Obignya phalerata*. A (prófase); B (metáfase); C (anáfase) e D (telófase).

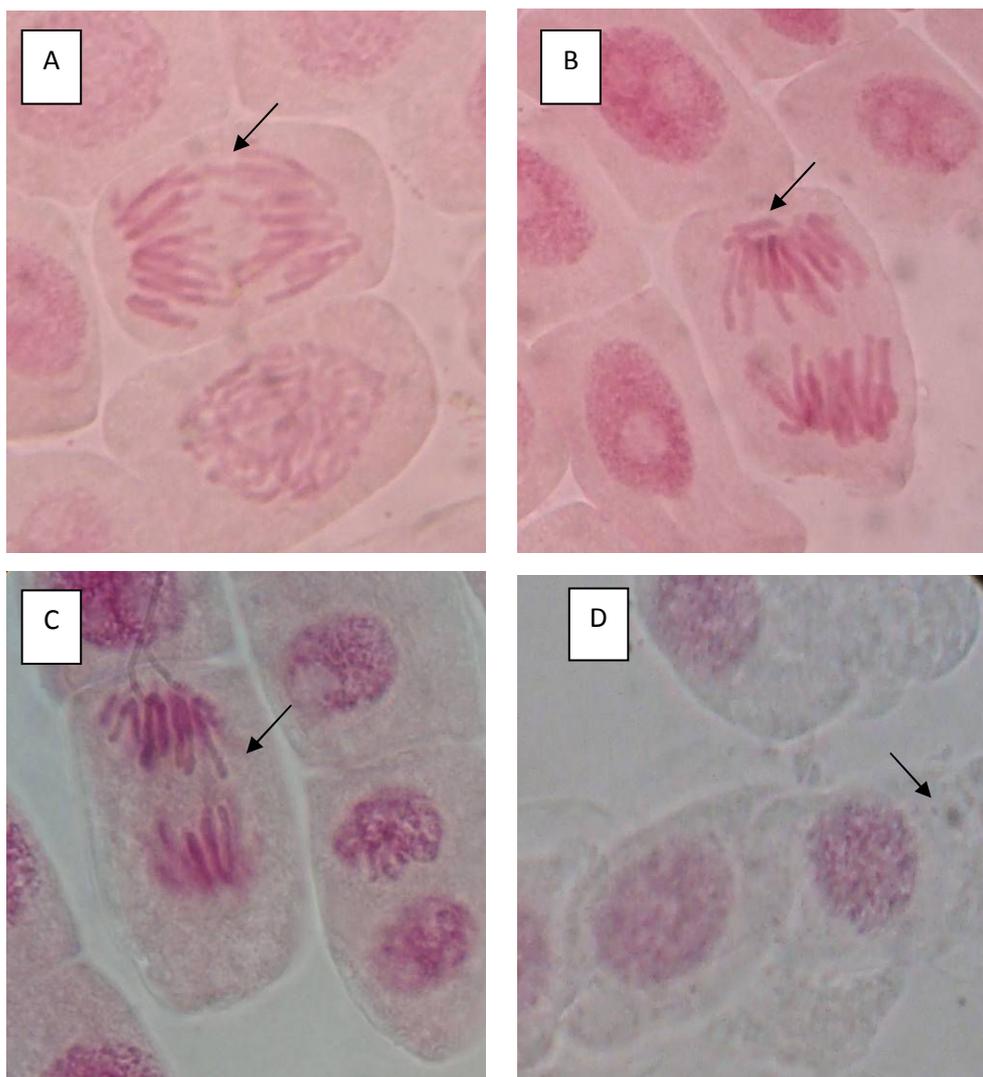


Figura 9: Aberrações cromossômicas em células das raízes de *A. cepa* expostas a diferentes concentrações de suspensões do mesocarpo do babaçu. A) Ponte em anáfase; B) Cromossomo solto; C) Atraso em anáfase; D) Micronúcleo.

5.4 Discussão

A toxicidade das suspensões do pó do mesocarpo do babaçu foi avaliada através da inibição do crescimento das raízes de *A. cepa*. A partir da análise dos dados da Tabela 1 percebe-se que a inibição do crescimento aumentou segundo o aumento da concentração da suspensão usada, contudo apenas na concentração de 50 mg/mL o mesocarpo do babaçu inibiu de forma significativa ($P < 0,05$) o crescimento das raízes de *A. cepa* como indicado na Figura 1, indicando assim efeito tóxico nesta concentração.

Através do índice mitótico o bioensaio *A. cepa* avalia a proliferação celular e isso constitui um indicador da citotoxicidade (GADANO et al., 2002). Assim como ocorreu na toxicidade sobre as raízes, ao passo que se elevou a concentração da suspensão do pó do mesocarpo do babaçu a porcentagem de células em divisão em relação ao total (índice mitótico) diminuiu (Tabela 1) e somente a concentração de 50 mg/mL apresentou efeito citotóxico significativo como observado na figura 2.

A análise de alterações cromossômicas serve como teste de mutagenicidade e é um dos poucos métodos diretos para mensurar danos em sistemas expostos a mutagênicos ou carcinogênicos potenciais. Para possibilitar a avaliação dos efeitos ou danos que agentes mutagênicos podem causar, faz-se necessário que a amostra esteja em constante divisão mitótica, objetivando identificar os efeitos tóxicos e alterações ocorridas ao longo de um ciclo celular, e o teste de *Allium cepa* tem sido amplamente empregado com esse propósito (DA SILVA et al., 2003).

Os agentes mutagênicos podem ser detectados, citologicamente pela inibição do ciclo celular, interrupção em metáfases, indução de alterações cromossômicas numéricas e estruturais e de trocas entre cromátides irmãs entre outros (LEME & MARIN-MORALES, 2009).

A análise da frequência de aberrações cromossômicas (Figura 3) revelou que a concentração de 10 mg/mL promoveu o aparecimento de aberrações de forma significativa quando comparado ao controle negativo ($P < 0,05$), indicando efeito mutagênico nesta concentração (Tabela 1). Ao contrário dos resultados da toxicidade e citotoxicidade, a mutagenicidade do mesocarpo do babaçu não aumentou segundo a elevação da concentração da suspensão, isto pode ser devido ao fato da redução do índice mitótico na concentração de 50 mg/mL e com menos células em divisão menores as chances de ocorrerem aberrações cromossômicas.

Verificou-se também a frequência de diferentes tipos de aberrações como cromossomos soltos (Figura 4), pontes (Figura 5) e atrasos (Figura 6) e constatou-se que o tipo de aberração mais predominante e significativo foram os atrasos de cromossomos durante as mitoses ($P < 0,01$).

De forma conjunta o teste *A. cepa* avalia dois parâmetros: toxicidade e mutagenicidade. A toxicidade é facilmente mensurada pela observação da inibição do crescimento das raízes, e a mutagenicidade está relacionada com a frequência de alterações cromossômicas (FISKESJÖ, 1985). O teste pode ser usado para detectar diferentes tipos de substâncias tóxicas como medicamentos, pesticidas, hidrocarbonetos

aromáticos, misturas complexas e metais. Entre estes, metais como o zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) e ferro (Fe) têm sido implicados não só na inibição do crescimento de raízes de *A. cepa*, como na inibição do índice mitótico ou frequência de aberrações cromossômicas e micronúcleos (BOROFFICE, 1990; FISKESJO, 1997; LERDA, 1992; DELAPORTE et al, 2002).

Taninos, fenóis, alcalóides e flavonóides também têm sido relatados na literatura como compostos naturais com capacidade tóxica (IMANISHI et al., 1991; JINSART et al., 1992), os quais podem provocar efeitos tóxicos ou citotóxicos segundo TEIXEIRA et al., (2003) e FACHINETTO et al., (2007).

Dentre os componentes da farinha do mesocarpo do babaçu encontram-se sais minerais como ferro, cálcio, potássio e compostos como taninos, açúcares redutores, e compostos esteroidais (BANDEIRA et al., 1986; ROSENTHAL, 1975). Dentre estes os íons ferro (Fe^{2+}), taninos são substâncias com atividade tóxica e citotóxica já relatadas sobre o sistema *Allium cepa* podendo assim ser os responsáveis pelo efeito tóxico na concentração 50 mg/mL e citotóxico/mutagênico do mesocarpo do babaçu na concentração 10 mg/mL, além disso a possível presença de outros sais minerais como zinco, cobre e manganês podem também auxiliar nesses efeitos.

A presença de alterações celulares não significa obrigatoriamente a ocorrência de danos permanentes na célula, uma vez que podem ser alvo de sistemas enzimáticos que garantem a integridade do genoma da célula (FENECH, 2000). Desta maneira mesmo que o mesocarpo do babaçu tenha tido algum efeito tóxico, citotóxico ou genotóxico o organismo pode lançar mão de mecanismos de reparo para evitar danos genéticos definitivos sobre as células. Isso revela a necessidade da realização de mais testes para verificar não só a capacidade de reparo do organismo, como para confirmar estas respostas em mamíferos e assim permitir a aproximação dos resultados para humanos.

Entre as aberrações cromossômicas, as quebras e os cromossomos atrasados são indicativos de formação de micronúcleo por clastogenicidade ou aneugenicidade, respectivamente. Portanto, a presença de alguns tipos de aberrações cromossômicas pode não significar a ocorrência de eventos que promovem mudanças no conteúdo genético da célula, enquanto outros tipos têm apenas caráter preditivo. Como as pontes representam somente um atraso mitótico, células normais podem ser geradas não predizendo assim a formação de micronúcleos. Por esta razão, não serão indicativas de mutagenicidade (FENECH, 2000).

Os Micronúcleos consistem de uma pequena massa do núcleo originados por fragmentos cromossômicos acêntricos ou de cromossomos inteiros que não foram incluídos no núcleo principal delimitados por uma membrana e separados do núcleo principal. O aparecimento de micronúcleos é a consequência da quebra cromossômica, evidenciando claramente a manifestação de distúrbios do processo mitótico (CAVAS, 2008). São alterações que ocorrem na composição cromossômica da célula, são posteriores à ação dos mecanismos de proteção do genoma celular e têm, portanto, caráter irreversível. Além de ser um indicativo de perda cromossômica, a análise da frequência de micronúcleos, comparada às análises de aberrações cromossômicas, apresenta as vantagens de ser menos laboriosa e mais rápida (FENECH, 2000).

Nenhuma das concentrações usadas para análise da frequência de micronúcleos mostrou-se significativamente mutagênica (Figura 7), resultado que colabora para o uso seguro do mesocarpo do babaçu, já que a presença de micronúcleos evidencia danos genéticos permanentes sobre as células.

Já foram estudados pães enriquecidos com farinha do pó do mesocarpo do babaçu em concentrações de 2,5%, 5,0% e 7,5% (MELO et al., 2007) e para produção de bolos a quantidade usada é normalmente de 80 g que resultaria em uma concentração aproximada de 27 mg/mL. Além disso, a maioria dos estudos farmacológicos usaram concentrações de 25 mg/mL (FERREIRA et al., 2006; AMORIN et al., 2006; BRITO FILHO et al., 2006; BATISTA et al., 2006), assim as concentrações utilizadas neste estudo aproximam-se das quantidades ingeridas pela população no dia-a-dia na alimentação e da literatura científica.

5.5 Conclusões

A avaliação das atividades tóxica, citotóxica e genotóxica do mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata*) sobre o sistema *Allium cepa* indicou que a concentração de 10 mg/mL mostrou-se como indutora de genotoxicidade através do aumento da frequência de aberrações cromossômicas. A concentração de 50 mg/mL mostrou-se tóxica e citotóxica. E nenhuma das concentrações provocou genotoxicidade de forma significativa pela frequência de micronúcleos nas células de *A. cepa*. Outras análises devem ser realizadas em modelos animais para que se tenha uma visão mais clara, sobretudo no que diz respeito à avaliação dos mecanismos de reparo.

REFERÊNCIAS

ALBIERO, D. Proposta de uma máquina para colheita mecanizada de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) para a agricultura familiar. **Revista Acta Amazônica**, v.37, no.3, p.337-346, 2007.

ALMEIDA, R. R., LACERDAB, L. G.; MURAKAMIB, F.S.C.; BANNACHD, G.; DEMIATEA, I.M.; SOCCOL, C. R.; CARVALHO FILHO, M.A.S., SCHNITZLER, E. Thermal analysis as a screening technique for the characterization of babassu flour and its solid fractions after acid and enzymatic hydrolysis: **Thermochimica Acta**, vol. 519, p. 50-54 2011.

ANDERSON, A.B.; MAY, P.H.; BALICK, M.J. **The Subsidy from Nature: Palm Forests Peasantry and Development on an Amazon Frontier**, Columbia University Press, New York, 1991.

AMORIM, E.; MATIAS, J. E. F.; COELHO, J. C. U.; CAMPOS, A. C. L.; STAHLKE JÚNIOR, H. J.; TIMI, J. R. R.; ROCHA, L. C. A.; MOREIRA, A. T. R.; RISPOLI, D. Z.; FERREIRA, L. M. Efeito do uso tópico do extrato aquoso de *Orbignya phalerata* (babaçu) na cicatrização de feridas cutâneas: estudo controlado em camundongos. **Acta Cirúrgica Brasileira**, vol. 21, s. 2, p. 67-76; 2006.

ARSLAN, M., TOPAKTAS, M., RENCUZOGULLARI, E. The effects of boric acid on sister chromatid exchanges and chromosome aberrations in cultured human lymphocytes. **Cytotechnology**, vol. 56, 91-96; 2008.

AZEVEDO, A. N. S.; FARIAS, J. C.; COSTA, G. C.; PEREIRA, S. C. P.; ARAGÃO FILHO, W. C.; SOUSA, P. R. A.; PINHEIRO, M. T.; MACIEL, M. C. G.; SILVA, L. A.; LOPES, A. S.; BARROQUEIRO, E. S. B.; BORGES, M. O. R.; GUERRA, R. N. M.; NASCIMENTO, F. R. F. Anti-thrombotic effect of chronic oral treatment with *Orbignya phalerata* Mart. **Journal of Ethnopharmacology**. vol. 111, p. 155–159; 2007.

BANDEIRA, M. A. M. Contribuição ao estudo químico do coco babaçu. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, vol. 1, p. 27-28; 1986.

BATISTA, C. P.; TORRES, O. J. M.; MATIAS, J. E. F.; MOREIRA, A. T. R.; COLMAN, D.; LIMA, J. H. F.; MACRI, M. M.; RAUEN JÚNIOR, R. J.; FERREIRA, L. M.; FREITAS, A. C. T. Efeito do extrato aquoso de *Orbignya phalerata* (babaçu) na cicatrização do estômago em camundongos: estudo morfológico e tensiométrico. **Acta Cirúrgica Brasileira**, vol. 21, suplemento 3; 2006.

BOROFFICE, R. A. Cytogenetic effects of zinc and chromium on the of onion (*Allium cepa*) root tip. **Nigerian Journal of Natural Science**, p. 75-79, 1990.

BRITO FILHO, S. B.; MATIAS, J. E. F.; STAHLKE JÚNIOR, H. J.; TORRES, O. J. M.; TIMI, J. R. R.; TENÓRIO, S. B.; TÂMBARA, E. M.; CARSTENS, A. G.; CAMPOS, R. V.; MYAMOTO, M. Análise da cicatrização na linha alba com uso de extrato aquoso de *Orbignya phalerata* (babaçu): estudo controlado em camundongos. **Acta Cirúrgica Brasileira**, vol. 21, suplemento 3, 2006.

CANTANHEDE, L.B. **Avaliação da capacidade de adsorção do Epicarpo de Babaçu. (*Orbignya phalerata*) in natura frente a diferentes adsorptivos.** Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 115f; 2005.

COMPANHIA DE PESQUISA E APROVEITAMENTO DE RECURSOS NATURAIS & INSTITUTO ESTADUAL DO BABAÇU – COPENAT – INEP. **Mapeamento de ocorrências e prospecção do potencial atual do babaçu no Maranhão.** INEP, São Luis; 1981.

CARVALHO, I. M. C. M. M., CAVALCANTE, A. A. M., DANTAS, A. F., PEREIRA, D. L. A., ROCHA, F. C. C., OLIVEIRA, F. M., SILVA, J. Environmental mutagenicity and toxicity caused by sodium metabisulfite in sea shrimp harvesting in Piauí, Brazil. **Chemosphere:** vol. 82, p. 1056-1061; 2011.

CARVALHO, I.M.C.M.M., CAVALCANTE, A.A.M., DANTAS, A.F., PEREIRA, D.L.A., ROCHA, F.C.C., ANDRADE, T.J.A.S., SILVA, J. Genotoxicity of sodium metabisulfite in mouse tissues evaluated by the comet assay and the micronucleus test. **Mutation Research**, vol.720, p.58-61; 2011.

CAVAS, T. **In vivo genotoxicity of mercury chloride and lead acetate: Micronucleus test on acridine orange stained fish cells.** Food and Chemical Toxicology, v. 46, n. 1, Jan, p. 352-8, 2008.

DA SILVA, J.; HEUSER, V.; ANDRADE, V. **Genética Toxicológica.** Porto Alegre: Alcance, 2003.

DELAPORTE, H.R.; MILANEZE, M. A.; PALAZZO DE MELLO, J. C.; JACOMASSI, E. Estudo farmacognóstico das folhas de *Alternanthera brasiliana* (L.) Kuntze (Amaranthaceae). **Acta Farmacéutica Bonaerense:** vol. 21, p. 169-74, 2002.

FACHINETTO, J. M.; BAGATINI, M. D.; DURIGON, J.; SILVA, A. C. F.; TEDESCO, S. B. Efeito anti-proliferativo das infusões de *Achyrocline satureioides* DC (Asteraceae) sobre o ciclo celular de *Allium cepa*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, vol.17, p.49-54, 2007.

FENECH, M. The *in vitro* micronucleus technique. **Mutation Research-Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**, vol. 455, n. 1-2, Nov, p. 81-95; 2000.

FERREIRA, E. C.; MATIAS, J. E. F.; CAMPOS, A. C. L.; TÂMBARA FILHO, R.; ROCHA, L. C. A.; TIMI, J. R. R.; SADO, H. N.; SAKAMOTO, D. G.; TOLAZZI, A. R. D.; SOARES FILHO, M. P. Análise da cicatrização da bexiga com o uso do extrato aquoso da *Orbignya phalerata* (babaçu): estudo controlado em camundongos. **Acta Cirúrgica Brasileira**, vol. 21, s. 3, p. 33-39; 2006.

FISKEJÖ, G. The Allium test as standard in environmental monitoring. **Hereditas** vol.102, p.99-112; 1985.

FISKESJO, G. **Allium test for screening chemicals; evaluation of cytologic parameters.** In: WANG, W.; GORSUCH, J.W.; HUGHES, J.S. (Eds.). *Plants for Environmental Studies*. CRC Lewis Publishers, Boca Raton, p. 308-333, 1997.

GADANO, A.; GURNI, A.; LÓPEZ, P.; FERRARO, G.; CARBALLO, M.L. *In vitro* genotoxic evaluation of the medicinal plant *Chenopodium ambrosioides*. **Journal of Ethnopharmacology**, vol. 81, p. 11-16; 2002.

IMANISHI, H.; SASAKI, Y. F.; OHTA T.; WATANABE, M.; KATO, T.; SHIRASU, Y. Tea Tannin components modify the induction of sister chromatid exchanges and chromosome aberrations in mutagen treated cultured mammalian cells and mice. **Mutation Research**, vol. 259, p. 79-87, 1991.

KOVALCHUK, O., KOVALCHUK, I., ARKHIPOV, A., TELYUK, P., HOHN, B., KOVALCHUK, I. The *Allium cepa* chromosome aberration test reliably measures genotoxicity of soils of inhabited areas in the Ukraine contaminated by the Chernobyl accident. **Mutation. Research**: vol. 415, p. 47–57; 1998.

JINSART, W.; TERNAI, B.; POLYA, G.; M. Inhibition of rat liver cyclic AMP-dependent protein kinase by flavonoids. **Biological Chemistry Hoppe Seyler**, v. 373, p. 205-211; 1992.

LEME, D. M.; MARIN-MORALES, M. A. *Allium cepa* test in environmental monitoring: A review on its application. **Mutation Research**, 2009.

LERDA, D. The Effect of Lead on *Allium cepa* L. **Mutation Research**, vol. 281, p. 89-92, 1992.

LIMA, R.O.; SILVA, R.B.; SILVA, C.C.M; SANTOS, L.S.S; SANTOS JR, J.R., MOURA, E.M; MOURA. C.V.R. Biodiesel de babaçu (*Orbignya* sp.) obtido por via etanólica (Biodiesel from babassu (*Orbignya* sp.) obtained through alcoholic way): **Química Nova** vol. 30, p. 600–603 (in Portuguese); 2007.

MACIOSZEK, V.K.; KONONOWICZ, A.K. **The evaluation of the genotoxicity of two commonly used food colors: quinoline yellow (E 104) and Brilliant black BN (E 151).** *Cellular and Molecular Biology Letters* 9, 107–122; 2004.

MAMUR, S.; YÜZBAS IOG ̂LU, D.; ÜNAL, F.; YILMAZ, S. **Does potassium sorbate induce genotoxic ormutagenic effects in lymphocytes?** *Toxicology In Vitro* 24, 790–794; 2010.

MAVOURNIN, K.H., BLAKEY, D.H., CIMINO, M.C., SALAMONE, M.F., HEDDLE, J.A. The *in vivo* Micronucleus assay in mammalian bonemarrow and peripheral blood. A report of the U. S. Environmental Protection Agency. Gene-Tox Program. **Mutation Research**, vol. 239, p. 29-80; 1990.

MELO, L. P.; RANGEL, J. H. G.; BARRETO, N. M. F.; IBAÑEZ-ROJAS, M. O. A.; MARTINS, M. S. **Análises físico-químicas do pão enriquecido com mesocarpo de babaçu.** II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. João Pessoa, 2007.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO/SECRETÁRIA DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL (MIC/STI). **Mapeamento e Levantamento do potencial das ocorrências dos babaçuais no Maranhão, Piauí, Mato Grosso e Goiás**. Ministério da Indústria e Comércio/Secretária de Tecnologia Industrial (MIC/STI), Brasília; 1982.

MITTEREGGER, H.J., SILVA, J., ARENZON, A., PORTELA, C., FERREIRA, I., HENRIQUES, J.A.P. Evaluation of genotoxicity and toxicity of water and sediment samples from a Brazilian stream influenced by tannery industries. **Chemosphere**, vol. 67, p. 1211–1217; 2007.

PRIVAL, J.M.; SIMMON, F.V.; MORTELMANS, E.K. Bacterial mutagenicity testing of 49 food ingredients gives very few positive results. **Mutation Research**, vol. 260, p. 321–329; 1991.

ROSENTHAL, F. R. T. O amido do coco de babaçu, algumas propriedades dos grânulos e das pastas. **Rev Brasileira de Tecnologia**, vol. 6, p. 29-33, 1975.

SILVA, B.P. PARENTE, P. An anti-inflammatory and immunomodulatory polysaccharide from *Orbignya phalerata*. **Fitoterapia**, vol. 72, p. 887-893; 2001.

SOUZA, M. H. S. L.; MONTEIRO, C. A.; FIGUEREDO, P. M. S.; NASCIMENTO, F. R. F.; GUERRA, R. N. M. Ethnopharmacological use of babassu (*Orbignya phalerata* Mart) in communities of babassu nut breakers in Maranhão, Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, vol.133, p.1-5; 2011.

TEIXEIRA, R.O.; CAMPAROTO, M.L.; MANTOVANI, M.S.; VICENTINI, V. E. P. Assessment of two medicinal plants, *Psidium guajava* L. and *Achillea millefolium* L. *in vivo* assays. **Genetics and Molecular Biology**, vol. 26, p. 551-555, 2003.

YILMAZ, S.; ÜNAL, F.; AKSOY, H.; YÜZBAS IOG ˘LU, D.; ˘CELİK, M. Cytogenetic effects of citric acid and benzoic acid on *Allium* chromosomes. **Fresenius Environmental Bulletin**, vol. 17, p. 1029–1037; 2008a.

YILMAZ, S.; ÜNAL, F.; YÜZBAS IOG ˘LU, D.; AKSOY, H. Clastogenic effects of food additive citric acid in human peripheral lymphocytes. **Cytotechnology**, vol. 56, p. 137-140; 2008b.

ZENGIN, N. A.; YÜZBAS IOG ˘LU, D. A.; ÜNALA, F.; YILMAZ, B. S.; AKSOY, H. The evaluation of the genotoxicity of two food preservatives: Sodium benzoate and potassium benzoate. **Food and Chemical Toxicology**, vol. 49, p. 763-769, 2011.

Capítulo IV – Avaliação da toxicidade aguda, DL₅₀ e *screening* hipocrático do extrato aquoso do pó do mesocarpo de *Orbignya phalerata* Mart (babaçu) – Resumo

SILVA, A. P. S¹; SOUSA, G. F²; FREITAS, R. M¹; NUNES, L. C.C^{1,*}

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas do Centro de Ciências da Saúde da UFPI. Campus Ministro Petrônio Portela, 64.049-550, Teresina - Piauí, Brasil.

²Graduação em Bacharel em Farmácia da Universidade Federal do Piauí, Teresina - Piauí, Brasil.

Os efeitos da administração aguda oral do extrato aquoso do pó (EAP) obtido do mesocarpo de *Orbignya phalerata* Mart foram investigados sobre parâmetros bioquímicos e hematológicos em camundongos *Swiss* machos. Os animais (n=5-7/grupo) foram tratados por via oral com as doses de 1, 2 e 3 g/Kg de peso corporal, observados durante 24 h e em seguida foi feita a coleta do sangue para avaliação dos parâmetros bioquímicos e hematológicos. O tratamento com EAP causou um pequeno número de mortes e baixa toxicidade nos animais. A administração do EAP não alterou os parâmetros bioquímicos e hematológicos e o peso de órgãos. Para os parâmetros hematológicos, houve pequenas mudanças nas contagens de neutrófilos, linfócitos, eosinófilos e monócitos, mas estes não foram diferentes dos valores de referência. Em conclusão, a administração aguda do EAP não induziu nenhum efeito de risco na maioria dos parâmetros bioquímicos e hematológicos estudados em camundongos *Swiss* machos. No entanto, novos estudos com doses mais elevadas são necessários, para justificar ainda mais o uso seguro do mesocarpo do babaçu na alimentação humana.

Palavras-chave: Babaçu, Mesocarpo, *Orbignya phalerata* Mart, Hematologia, Bioquímica.

ABSTRACT - Evaluation of acute toxicity, LD₅₀ and *Screening* Hippocratic aqueous extract powder mesocarp *Orbignya phalerata* Mart (babassu).

Evaluation of acute toxicity, LD₅₀ and *Screening* Hippocratic aqueous extract powder mesocarp *Orbignya phalerata* Mart (babassu). The effects of acute oral administration of aqueous extract powder (CAS) obtained from the mesocarp of *Orbignya phalerata* Mart were investigated on biochemical and hematological parameters in male Swiss mice. Mice (n = 5-7/group) were orally treated with doses of 1, 2 and 3 g/kg body weight, observed for 24 h and then was collected for assessment of blood parameters biochemical and hematological parameters. Treatment with CAS caused a few deaths and low toxicity in animals. The administration of APE did not alter the biochemical and hematological parameters and organ weights. For hematological parameters, there were small changes in counts of neutrophils, lymphocytes, eosinophils and monocytes, but these were not different from reference values. In conclusion, acute administration of CAS does not induce any effect on most risk of biochemical and hematological parameters studied in male Swiss mice. However, further studies with higher doses are needed to further justify the safe use of babassu mesocarp in food.

Keywords: Babassu, Mesocarp, *Orbignya phalerata* Mart, Haematology, Biochemistry.

5.6 Introdução

O extrativismo da palmeira do Babaçu (*Orbignya sp.*), uma planta da família das palmáceas Arecaceae, é uma atividade secular no território brasileiro, sendo pública e notória sua utilização como uma fonte de alimentos, material para construção de casas e energia (TEIXEIRA, 2002). O fruto do babaçu é composto por quatro partes principais e em cada fruto geralmente são encontradas de três a quatro amêndoas (AMARAL FILHO, 1990). Mesmo com grande destaque na economia de estados da União, é uma cultura que necessita de maiores estudos na exploração do seu potencial, uma vez que seu aproveitamento econômico está ligado à extração e aproveitamento do seu óleo vegetal, rejeitando-se 90% do fruto, que pode ser aproveitado com as tecnologias disponíveis, quer como fonte energética, como matéria-prima para indústria siderúrgica, de alimento e para nutrição animal (CARNEIRO et al., 2009).

Nas regiões neotropicais, a importância das palmeiras é confirmada em diversos estudos etnobotânicos, em relação aos aspectos alimentar, medicinal ou socioeconômico. Entre os representantes da flora das Florestas Tropicais, as espécies de Palmeiras (família Arecaceae) têm grande importância ecológica e econômica, provendo alimentos, fibras, bebidas e produtos medicinais (BALICK, 1985; SVENNING et al., 2001).

No Brasil, a formulação de rações tem como alimentos tradicionalmente utilizados; o milho e o farelo de soja. Estes dois alimentos chegam a representar 90% do total de ingredientes das rações (PASCOAL et al., 2006). Em virtude do marco escasso e instável, muitas vezes existe a necessidade de importar insumos de outras regiões, o que eleva ainda mais os custos com a produção e conseqüentemente promove menores lucros ao produtor. Nesse contexto, o uso de matérias primas oriundas de vegetais regionais pode ser uma alternativa bastante viável (CARNEIRO et al., 2009).

Apesar de ser vasta a bibliografia a respeito do babaçu como planta oleaginosa, poucos são os trabalhos e as pesquisas dedicadas exclusivamente ao pó do mesocarpo. O mesocarpo representa cerca de 20% do fruto e contém em média 65% de amido, sendo muito usado na fabricação de diversos tipos de alimentos (EMBRAPA, 1984). Do mesocarpo é obtido um pó amplamente comercializado na Região Nordeste. O pó pode ser obtido a partir da secagem e trituração do mesocarpo. O mesocarpo transformado em pó é peneirado, umedecido e finalmente torrado em fogo alto (BALICK, 1985). Esse pó também é comumente utilizado pela população como medicamento. Dados

etnobotânicos indicam que pode ser utilizada no tratamento de feridas crônicas, úlceras gástricas e duodenais, inflamação e obesidade (BARROQUEIRO et al., 2001; CARVALHO FILHO, 2003).

O pó de babaçu é encontrado com frequência em supermercados e outros estabelecimentos comerciais, sendo empregado como suplemento alimentar, porém sem a existência de trabalhos científicos que assegurem sua inocuidade ou riscos para o consumo humano. Além disso, existe a busca de alimentos alternativos que possam substituir os alimentos tradicionalmente utilizados no país, de forma a reduzir custos, impulsionar o mercado a manter, ou até mesmo, melhorar o desempenho dos animais. É necessário, portanto, um conhecimento das características desses alimentos, bem como, suas possíveis limitações devido aos aspectos bioquímicos e toxicológicos ainda não investigados.

Neste trabalho, avaliou-se a administração aguda do extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* em parâmetros bioquímicos e hematológicos de camundongos, além de seu efeito sobre a massa de algumas vísceras, contribuindo com dados pertinentes à literatura, uma vez que esse mesocarpo é amplamente utilizado na culinária brasileira e como ração animal, e pretende-se torná-lo, logo em breve um adjuvante muito importante para a tecnologia farmacêutica.

5.7 Material e Métodos

5.7.1 Preparações dos extratos de *Orbignya phalerata*

O mesocarpo de *Orbignya phalerata*, obtido a partir do coco maduro, depois de seco, foi colocado em estufa à temperatura de 45 a 50°C, por 24 horas, para retirada da umidade e submetido a processo de moagem obtendo-se o pó. Para obtenção do extrato aquoso do pó (EAP) proveniente do mesocarpo de *Orbignya phalerata*, utilizaram-se 10 g do pó, disperso em 100 mL de água destilada, foi macerado por 48 h, resultando em concentração de 0,1 g/mL. O EAP final foi acondicionado em frasco de vidro âmbar e colocado em refrigerador em temperatura constante de $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

5.7.2 Animais utilizados

Camundongos albinos *Swiss*, machos, com peso corporal variando entre 25 ± 5 g originários do Biotério Central do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí (UFPI), destinados ao experimento, permaneceram nas dependências do

Laboratório de Pesquisa Experimental em Neuroquímica Experimental, por sete dias, para a adequada aclimatação. As unidades experimentais foram mantidas em câmaras com temperatura controlada (22 ± 2 C), em ciclo claro-escuro de 12 h, com água e ração (Nuvilab[®]) “*ad libitum*”. Os protocolos experimentais e procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal do Piauí (CEEA / UFPI No 044/09).

5.7.3 Determinação da toxicidade aguda

Para a determinação da toxicidade aguda por via oral do EAP (1, 2 e 3 g/kg) foram utilizados camundongos separados em grupos de 5 a 7 animais por tratamento, mantidos em jejum prévio de 12 h antes dos ensaios. Neste experimento, foi realizada a determinação da dose letal mediana (DL₅₀) (LITCHFIELD & WILCOXON, 1949; CAMPBELL, 1967).

5.7.4 Determinação da Dose Letal 50% (DL₅₀)

Para este teste, as unidades experimentais foram submetidas ao tratamento com doses crescentes (1, 2 e 3 g/kg) do EAP por via oral. Após os tratamentos, os animais foram observados por um período de 24 h. A mortalidade para cada uma das doses foi anotada e, por regressão linear, o valor de DL₅₀ calculado (LITCHFIELD & WILCOXON, 1949).

5.7.5 *Screening* Hipocrático

Simultaneamente ao teste da DL₅₀ pela administração por via oral com as três doses do EAP procedeu-se a observação das unidades experimentais no tempo de 30 minutos, 1, 2, 4, 8, 12 e 24 h durante um dia de observação, com o objetivo de quantificar-se os efeitos destes sobre os parâmetros: a) Estado de consciência e disposição (aparência geral, frêmito vocal, irritabilidade); b) Coordenação motora (atividade geral, resposta ao toque, resposta ao aperto de cauda, contorção abdominal, marcha, reflexo de endireitamento); c) Tônus muscular (tônus das patas, tônus do corpo, força para agarrar, ataxia); d) Reflexos (auricular, corneal); e) Atividade do sistema nervoso central (tremores, convulsões, estimulações, fenômeno de “*Straub*”, sedação,

hipnose, anestesia); f) Atividade do Sistema Nervoso Autônomo (lacrimação, ptosis, micção defecação, piloereção, hipotermia, respiração).

5.7.6 Tratamentos dos animais para determinação dos parâmetros bioquímicos e hematológicos

Vinte e dois camundongos correspondendo a quatro grupos (n=5-7/grupo) foram tratados por via oral com solução salina 0,9% (grupo controle) e com as doses de 1, 2 e 3 g/kg do extrato de mesocarpo do Babaçu (EAP 1, EAP 2 e EAP 3, respectivamente). Todos os grupos foram observados durante 24 horas. Ao final do tratamento, os animais serão anestesiados com éter. Em seguida, se procederá à coleta de sangue por rompimento do plexo retro-orbital com auxílio de capilar de vidro (WAYNFORTH, 1980). O sangue foi acondicionado em dois tipos de tubo: um com anticoagulante HB (Laborlab[®]) para determinação dos parâmetros hematológicos, e o outro, sem anticoagulante, para obtenção do soro para avaliação dos parâmetros bioquímicos.

5.7.7 Determinações dos parâmetros bioquímicos

Para análise bioquímica, o material será centrifugado a 3500 rpm durante 10 minutos e, em seguida, determinados os parâmetros glicose, uréia, creatinina, ácido úrico, aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT) colesterol total, triglicerídeos, fosfatase alcalina (ALP), proteínas totais, bilirrubinas total e direta. Os ensaios serão realizados em aparelho automático Labmax 240 (Labtest) com sistemas comerciais da Labtest[®].

5.7.8 Determinações dos parâmetros hematológicos

Os valores para eritrócitos, leucócitos, plaquetas, hemoglobina, hematócrito e os índices hematimétricos volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) serão determinados imediatamente após a coleta através do analisador automático de células hematológicas Advia 120/Hematology Siemens. A contagem diferencial de leucócitos será realizada em extensões coradas com May-Grünwald-Giemsa. Em cada ensaio, 100 células serão analisadas e contadas.

5.7.9 Análises estatísticas

A análise estatística da dose letal mediana (DL_{50}) pelo método clássico de regressão linear e da toxicidade aguda. No estudo estatístico dos parâmetros bioquímicos e hematológicos, os valores serão expressos como média \pm erro padrão da média (E.P.M.). As diferenças entre os grupos serão determinadas também pela análise de variância (ANOVA), seguida, quando detectada diferença, pelo teste t de Student-Newman-Keuls. O nível de significância para rejeição da hipótese de nulidade foi sempre \geq a 5 %.

5.8 Resultados

O EAP não alterou de forma significativa o comportamento motor dos animais. Durante o tratamento, não foram observados sinais clínicos de toxicidade e o número de mortes foram registradas (Tabela 1). Não houve alteração no consumo de água e ração dos animais. Nossos resultados são contrários aos efeitos do extrato do fruto, em camundongos, que produziu uma redução do consumo de alimento e do ganho de peso corporal e um índice significativo de mortalidade dos animais (SOUSA, 2008).

Tabela 1: Toxicidade aguda do EAP de *Orbignya phalerata* de acordo com a via de administração e o número de mortes a partir da administração oral em doses crescentes da respectiva amostra.

Dose (g/kg)	Via de administração	Número de animais por grupo	Número de Mortes	% Mortalidade
1	v.o.	5	0	00
2	v.o.	5	1	14
3	v.o.	5	2	28

Camundongos machos *Swiss*, tratados por via oral com solução salina 0,9% (Controle, n=7) e com extrato aquoso do pó (EAP) de *Orbignya phalerata* nas doses de 1 g/kg (EAP 1, n=5), 2 g/kg (EAP 2, n=5), e 3 g/kg (EAP 3, n=5). Os animais foram observados durante 24 horas após o tratamento. Os valores representam à média \pm E.P.M. do número de animais usados nos experimentos.

Foi efetuada a determinação da DL_{50} através da administração por via oral do EAP de *Orbignya phalerata* em camundongos, por ser uma via de utilização para o consumo humano. Os resultados revelaram valores de DL_{50} para o EAP de *Orbignya phalerata* de 3.722,42 mg/kg. Na análise do “Screening Hipocrático” durante e as primeiras 24 h da administração por via oral do EAP de *Orbignya phalerata* nas doses

de 1, 2 e 3 g/kg não foram observadas alterações nos parâmetros estado de consciência e disposição (atividade geral); sistema motor e muscular (resposta ao toque, reflexo de endireiamento e tônus do corpo), que não revelaram-se alterados (Tabela 2).

Tabela 2: Parâmetros relativos ao “Screening Hipocrático”, após administração por via oral com EAP de *Orbignya phalerata*.

Parâmetros Avaliados	Grupos	Tempo (h)								N	
		0	1/2	1	2	4	8	12	24		
Estado de Consciência e Disposição	Atividade geral	Controle	4	4	4	4	4	4	4	4	7
		EAP 1 mg/kg	3	3	3	4	4	4	4	4	5
		EAP 2 mg/kg	3	3	3	3	4	4	4	4	5
		EAP 3 mg/kg	3	2	3	2	4	4	4	4	5
	Resposta ao toque	Controle	4	4	4	4	4	4	4	4	7
		EAP 1 mg/kg	3	3	3	4	4	4	4	4	5
		EAP 2 mg/kg	3	3	3	4	4	4	4	4	5
		EAP 3 mg/kg	2	2	3	4	4	4	4	4	5
Sistema Motor e Muscular	Reflexo de endireitamento	Controle	4	4	4	4	4	4	4	4	7
		EAP 1 mg/kg	3	3	3	4	4	4	4	4	5
		EAP 2 mg/kg	3	2	3	4	4	4	4	4	5
		EAP 3 mg/kg	3	2	2	4	4	4	4	4	5
	Tônus do corpo	Controle	4	4	4	4	4	4	4	4	7
		EAP 1 mg/kg	3	3	3	4	4	4	4	4	5
		EAP 2 mg/kg	2	3	3	4	4	4	4	4	5
		EAP 3 mg/kg	3	2	4	4	4	4	4	4	5

“Score” numérico da tabela: **4**: normal; **3**: levemente reduzido; **2**: moderadamente reduzido; **1**: intensamente reduzido; **0**: ausente. **n** - Número de animais por grupo.

O tratamento agudo com o EAP de *Orbignya phalerata* nas doses de 1, 2 e 3 g/kg, de forma geral, não induziu modificações no perfil bioquímico (Tabela 3). Todos os parâmetros mantiveram-se dentro da faixa de referência para camundongos (BRITO, 1994).

Tabela 3: Parâmetros hematológicos obtidos de camundongos *Swiss*, tratados por via oral com EAP de *Orbignya phalerata*.

Parâmetros hematológicos	Controle (n=7)	EAP 1 g/kg (n=5)	EAP 2 g/kg (n=5)	EAP 3 g/kg (n=5)
Hemácias (mm ³)	8,43 ± 0,48	8,20 ± 0,97	8,22 ± 0,37	8,21 ± 0,60
Hemoglobina (g/dL)	15,43 ± 0,69	15,20 ± 1,20	14,60 ± 1,28	15,00 ± 1,30
Hematócrito (%)	44,86 ± 2,12	44,40 ± 2,84	44,20 ± 3,27	43,60 ± 3,68
VCM (fL)	49,71 ± 5,35	49,40 ± 4,34	48,60 ± 6,02	48,40 ± 3,62
HCM (pg)	16,57 ± 1,23	16,60 ± 1,72	17,00 ± 1,30	17,00 ± 1,41
CHCM (g/dL)	35,71 ± 1,94	35,60 ± 1,76	34,60 ± 2,25	34,2 ± 3,02
RDW (%)	13,71 ± 1,44	13,60 ± 2,65	13,40 ± 2,25	13,8 ± 2,76
Plaquetas (mm ³)	295,7 ± 23,55	296,8 ± 31,79	295,2 ± 31,16	296 ± 30,84
Leucócitos totais (mm ³)	8,70 ± 0,99	8,20 ± 1,28	8,80 ± 2,22	8,40 ± 1,75
Neutrófilos (%)	18,70 ± 2,3	18,20 ± 2,2	18,40 ± 2,9	18,8 ± 2,9
Eosinófilos (%)	0,40 ± 0,07	0,38 ± 0,11	0,42 ± 0,11	0,36 ± 0,09
Linfócitos (%)	78,00 ± 3,9	78,40 ± 3,7	79,40 ± 4,9	77,80 ± 2,7
Monócitos (%)	2,6 ± 0,65	2,4 ± 0,75	2,40 ± 0,75	2,60 ± 0,80

Parâmetros hematológicos obtidos de camundongos machos *Swiss*, tratados por via oral com solução salina 0,9% (Controle, n=7) e com extrato aquoso do pó (EAP) de *Orbignya phalerata* nas doses de 1 g/kg (EAP 1, n=5), 2 g/kg (EAP 2, n=5), e 3 g/kg (EAP 3, n=5). Os animais foram observados durante 24 horas após o tratamento. Os valores representam a média ± E.P.M. do número de animais usados nos experimentos. n – representa o número de animais em cada grupo.

De maneira semelhante, observou-se que o tratamento oral dos animais com o *Orbignya phalerata* nas doses de 1, 2 e 3 g/kg não alterou significativamente o perfil hematológico (Tabela 4), embora flutuações não significativas na contagem diferencial de neutrófilos, eosinófilos, linfócitos e monócitos foram registrados.

Tabela 4: Parâmetros bioquímicos obtidos do soro de camundongos *Swiss*, tratados por via oral com o EAP de *Orbignya phalerata*.

Parâmetros Bioquímicos	Controle (n=7)	EAP 1 g/kg (n=5)	EAP 2 g/kg (n=5)	EAP 3 g/kg (n=5)
Glicose (mg/dL)	89,86 ± 6,94	89,80 ± 10,11	90,40 ± 10,33	90,00 ± 10,40
Uréia (mg/dL)	57,29 ± 5,04	64,40 ± 9,15	59,80 ± 7,53	60,20 ± 6,27
Creatinina (mg/dL)	0,40 ± 0,09	0,40 ± 0,08	0,38 ± 0,09	0,38 ± 0,11
Ácido úrico (mg/dL)	2,58 ± 0,23	2,70 ± 0,34	2,58 ± 0,27	2,50 ± 0,27
Triglicerídeos (mg/dL)	106,9 ± 10,91	106,6 ± 16,01	107,8 ± 14,61	107,0 ± 11,26
CT (mg/dL)	88,86 ± 6,04	84,60 ± 6,36	83,80 ± 6,98	85,00 ± 5,63
Proteínas totais (mg/dL)	6,87 ± 1,05	6,72 ± 0,79	6,92 ± 1,09	6,76 ± 1,19
AST (U/mL)	94,71 ± 13,70	86,80 ± 11,78	89,40 ± 9,09	90,00 ± 6,72
ALT (U/mL)	57,71 ± 9,63	58,40 ± 12,65	58,00 ± 12,50	57,80 ± 12,81
Fosfatase alcalina (U/I)	157,3 ± 13,96	154,20 ± 20,59	157,4 ± 15,19	157,6 ± 16,20
Bilirrubina total (mg/dL)	0,35 ± 0,12	0,32 ± 0,12	0,368 ± 0,12	0,34 ± 0,12
Bilirrubina direta (mg/dL)	0,15 ± 0,03	0,16 ± 0,04	0,14 ± 0,03	0,14 ± 0,02

Parâmetros bioquímicos obtidos do soro de camundongos machos *Swiss*, tratados por via oral com solução salina 0,9% (Controle, n=7) e com extrato aquoso do pó (EAP) de *Orbignya phalerata* nas doses de 1 g/kg (EAP 1, n=5), 2 g/kg (EAP 2, n=5), e 3 g/kg (EAP 3, n=5). Os animais foram observados durante 24 horas após o tratamento. Os valores representam à média ± E.P.M. do número de animais usados nos experimentos. n – representa o número de animais em cada grupo.

5.9 Discussão

Os resultados mostram que a administração oral das doses avaliadas do extrato aquoso do pó (EAP) de *Orbignya phalerata*, de forma geral, não produziu efeitos tóxicos em camundongos *Swiss* adultos, uma vez que durante o tratamento, nenhum sinal clínico visível de toxicidade foi observado. Em adição, a atividade geral dos camundongos não foi alterada, assim como seu consumo de ração e água.

O acompanhamento da massa corporal do animal é um importante indicador para a avaliação da toxicidade de uma substância. No entanto, não foi possível em nossos experimentos detectar se extrato aquoso do pó (EAP) de *Orbignya phalerata* alterou o ganho de massa corporal dos camundongos, uma vez que, os animais foram tratados de forma aguda e observados somente por 24 horas. De um modo geral o perfil bioquímico dos animais permaneceu dentro dos valores de referência (HARKNESS e

WAGNER, 1993). Dessa forma, pode ser sugerido que o EAP nas doses testadas não produz insuficiência renal aguda ou hepatotoxicidade nos animais (JAHN et al., 1997).

Quanto ao estudo hematológico dos animais tratados com o EAP, não foram detectadas alterações nos seguintes parâmetros analisados VCM, HCM, RDW e no número de plaquetas. A contagem diferencial de linfócitos, neutrófilos, eosinófilos e monócitos revelou, embora, dentro dos limites de referência (BRITO, 1994), apresentaram pequenas flutuações, porém sem indicativo de importância clínica.

Baseados nos resultados obtidos, conclui-se que a administração aguda do extrato aquoso do pó de *Orbignya phalerata* não produz efeitos tóxicos sobre a maioria dos parâmetros bioquímicos e hematológicos estudados em camundongos adultos.

A caracterização pretendida no presente trabalho é fundamental para garantir segurança da utilização do mesocarpo de babaçu na alimentação humana e animal. Os resultados preliminares do presente estudo revelaram baixa toxicidade do extrato aquoso do pó de *Orbignya phalerata* por via oral nos camundongos, sendo a maior dose utilizada nos estudos (3 g/kg), aproximadamente 7,5 vezes superior à habitualmente usada por adultos como alimento (0,4 g/kg por dia), sugerindo uma segurança quanto para o consumo humano e animal.

5.10 Conclusões

Conclui-se que a administração aguda do extrato avaliado não produz efeitos tóxicos sobre a maioria dos parâmetros bioquímicos e hematológicos estudados em camundongos adultos. Entretanto, mais estudos já em andamento, estão sendo realizados para determinar quais as doses do extrato aquoso do pó de *Orbignya phalerata* podem causar uma possível sobrecarga renal e hepática em camundongos.

REFERÊNCIAS

AMARAL, F.J. **The political economy of the babassu: A Economia Política do Babaçu**. São Luís: SIOGE; 1990.

BALICK, M.J. Ethnobotany of Palms in the Neotropics. **Advances in economic Botany**, vol. 1, p. 9-2; 1985.

BARROQUEIRO, E.S.B.; CHAGAS, A.P.; NASCIMENTO, F.R.F.; GUERRA, R.M.N.B. Cell macrophage activation and the diabetogenic effect of babassu mesocarp. **Rev Brasileira de Medicina Tropical**: vol. 34, p.72-78; 2001.

BRITO AS. **Manual de Ensaio Toxicológicos in vivo**. Ed. Unicamp, Campinas, 1994.

CAMPBELL DES, RICHTER W. Determination of the acute toxicity and of the median LD₅₀ dose. **Acta Pharmacol Toxicology**: vol. 25, p. 345-63, 1967.

CARNEIRO, A.P.M.; PASCOAL, L.A.F.; WATANABE, P.H.; SANTOS, I.B.; LOPES, J.M.; ARRUDA, J.C.B. Farelo de babaçu em rações para frangos de corte na fase final: desempenho, rendimento de carcaça e avaliação econômica. **Rev Brasileira de Ciência Animal**: vol. 10, p. 40-7, 2009.

CARVALHO FILHO, C.J. **Influência das dietas rica em carboidrato sobre a produção de anticorpos auto-reativos em camundongos**. Dissertação de Mestrado em Saúde Pública, São Luís, Maranhão, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Departamento de Difusão de Tecnologia. **Babaçu, Programa Nacional de Pesquisa**. Brasília: 1984.

HARKNESS, S.E.; WAGNER, J.E. **Biologia e clínica de coelhos roedores**. São Paulo: Livraria Roca, 1993.

JAHN, A.I.; GÜNZEL, P.K.H. The value of spermatology in male reproductive toxicology: do spermatologic examinations in fertility studies provide new and additional information relevant for safety assessment? **Reproductive Toxicology**.; vol. 11, p. 171-8; 1997.

LITCHFIELD J.T.; WILCOXON, F.A. A simplified method of evaluating dose-effect experiments. **Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics**. Vol. 96, p. 99-113; 1949.

PASCOAL, L.A.F.; BEZERRA, A.P.A.; GONÇALVES, J.S. **Farelo de babaçu: valor nutritivo e utilização na alimentação animal**. **Revista Eletrônica de Nutrição**: vol. 3(4), p.339-45; 200.

SVENNING, J.C.; MACIA, M.J. **Harvesting of Geonoma macrostachys Mart. Leaves for thatch: an exploration of sustentability**. **Rev Ecology**.; 167: 251-62; 2001.

SOUSA, A.I.P. **Efeitos do mesocarpo do babaçu sobre a bioquímica sanguínea em animais com tumor de Ehrlich.** Dissertação de Mestrado em Saúde e Ambiente. Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, 2008.

TEIXEIRA, M.A. **Biomassa de babaçu no Brasil.** In Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural, Campinas, São Paulo, 2002.

WAYNFORTH BH. **Injection techniques.** In: experimental and Surgical Techniques in the Rat. London: Academic Press, 1980.

Capítulo 4

6 Avaliação da administração do extrato do pó do mesocarpo do babaçu (*orbignya phalerata* mart.) no comportamento animal

Capítulo V – Efeito antioxidante *in vitro* e avaliação da atividade locomotora e coordenação motora em camundongos tratados com o extrato aquoso de *Orbignya phalerata* Mart.

Artigo Aceito pela Revista Die Pharmazie, Capes Qualis – B2

Capítulo IV – Efeito antioxidante *in vitro* e avaliação da atividade locomotora e coordenação motora em camundongos tratados com o extrato aquoso de *Orbignya phalerata* Mart – Resumo

SILVA, A. P. S¹; CERQUEIRA, G. S²; FREITAS, R. M¹; NUNES, L. C.C^{1,*}

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, Núcleo de Tecnologia Farmacêutica, Laboratório de Pesquisa em Neuroquímica Experimental, Universidade Federal do Piauí (NTF/LAPNEX/UFPI), Teresina - Piauí, Brazil.

²Departamento de Fisiologia e Farmacologia da Universidade Federal do Ceará, Rua Cel. Nunes de Melo, 1127, CEP 60431-270, Fortaleza, Ceará, Brazil.

As atividades antioxidante do extrato aquoso do pó (EAP) de *Orbignya phalerata* foram avaliados em testes *in vitro* e atividade locomotora e a coordenação motora em camundongos. O EAP não possui um forte potencial antioxidante de acordo com os ensaios de *in vitro*, mas também não apresentou atividade sequestrante contra todos os testes *in vitro*. Seguindo por via oral, AE (1, 2 e 3 g / kg) não alterou significativamente a atividade motora dos animais quando comparado com o grupo controle, até 24 h após a administração e em doses testadas não alterou o tempo restante dos animais em o aparelho Rota-rod. Mais estudos atualmente em andamento nos permitirá entender os mecanismos de ação do extrato aquoso de *Orbignya phalerata*.

Palavras-chave: *Orbignya phalerata*, extrato aquoso, plantas medicinais, antioxidante, campo aberto, Rota-rod aparelho.

ABSTRACT - Antioxidant effects *in vitro*, locomotor activity and motor coordination in mice of aqueous extract of *Orbignya phalerata* Mart

The antioxidant activities of aqueous extract (AE) of *Orbignya phalerata* were assessed *in vitro* tests and locomotor activity and motor coordination test in mice. AE no possesses a strong antioxidant potential according to the scavenging assays; it also no presented scavenger activity against all *in vitro* tests. Following orally, AE (1, 2 and 3 g/kg) no significantly changed the motor activity of animals when compared with the control group, up to 24 h after the administration and in at doses tested no altered the remaining time of the animals on the Rota-rod apparatus. Further studies currently in progress will enable us to understand the action mechanisms of aqueous extract of *Orbignya phalerata*.

Key words: *Orbignya phalerata*, aqueous extract, medicinal plants, antioxidant, open field, Rota-rod apparatus.

6.1 Introdução

A palmeira *Orbignya phalerata* Mart da família Arecaceae é popularmente conhecida como babaçu no Nordeste do Brasil, principalmente no Piauí e Maranhão. Esta palmeira é a espécie mais abundante do gênero (CANTANHEDE, 2005; TEIXEIRA, 2008). As plantas medicinais são aquelas com propriedades terapêuticas, têm sido utilizados desde o início da civilização humana para o tratamento de diferentes doenças, e o uso desta estratégia é eficaz para a promoção da saúde humana e tem aumentado significativamente nos últimos anos. São notáveis os progressos que têm sido feitos sobre o desenvolvimento de terapias naturais, nos últimos anos. Dessa forma, há uma necessidade urgente de descobrir eficazes e potentes analgésicos e antiinflamatórios (CALIXTO et al 2000; MELO et al, 2010).

O fruto da palmeira de babaçu é plenamente explorado, com suas diversas partes sendo usado como energia, alimentos e medicamentos (PRANCE et al, 1987). O uso de produtos como mesocarpo e o resíduo derivado do babaçu para o tratamento da gastrite e para úlcera faz parte do conhecimento popular acumulado ao longo dos séculos (ANDRADE, 1986).

Souza e colaboradores demonstraram que, em estudos etnofarmacológicos, 68% das quebradeiras de coco usam os produtos derivados do babaçu para o tratamento de doenças, colaborando com os resultados anteriores que mostram várias atividades farmacológicas, como antiinflamatório, antiulcerogênico, imunomodulador e anti-tumoral (SILVA e PARENTE, 2001; RENNÓ et al, 2008; SOUZA et al., 2010).

Os radicais livres e espécies reativas derivadas do oxigênio são fortemente envolvidos em vários processos patológicos e fisiológicos, incluindo convulsões, câncer, necrose, inflamação e dor (FREITAS et al., 2004; XAVIER, 2007). Muitos produtos naturais exercem atividades significativas redox, que estão relacionadas às suas propriedades terapêuticas ou mesmo um possível efeito tóxico (GUIMARÃES et al., 2010). A avaliação das propriedades redox desses compostos é essencial tanto para a compreensão dos mecanismos potenciais de suas ações biológicas quanto para determinar possíveis tóxicos ou nocivos (efeitos colaterais). Considerando a falta de evidências experimentais e investigações científicas sobre possíveis propriedades terapêuticas e/ou redox de *Orbignya phalerata*, o objetivo do presente estudo foi avaliar as propriedades antioxidantes e os possíveis efeitos na atividade locomotora e

coordenação motora do extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* Mart em camundongos.

6.2 Material e Métodos

6.2.1 Preparações de extrato do pó de *Orbignya phalerata*

O material vegetal foi coletado em Fevereiro de 2010, na cidade de Parnarama, Estado do Maranhão, Brasil, e sua exsicata (Número 26.453) foi depositada no Herbário Graziella Barroso, da Universidade Federal do Piauí. O extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* foi preparado no Laboratório de Tecnologia Farmacêutica desta Universidade.

Os frutos coletados de *Orbignya phalerata* foram secos à sombra e extraídos mecanicamente. O rendimento de pó de mesocarpo (Figura 1) foi de cerca de quarenta por cento. O pó obtido foi suspenso em água desmineralizada em uma concentração de 20%. A suspensão do mesocarpo foi mantido a 4°C em refrigerador até o seu uso. A quantidade tomada do extrato aquoso foi utilizada para os experimentos *in vitro* e *in vivo*.



Figura 1: Mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata*) (Fonte: autora)

Nitroprussiato de sódio, FeSO₄, reagente de Griess modificado, 2-desoxirribose, ácido 2-tiobarbitúrico, AAPH (2,2'-azobis [2-methylpropionamide] dicloridrato),

ácido tricloroacético, trolox (6-hidroxi-2, 5, 7,8-tetramethylchroman-2-carboxilic ácido), ácido acético, Tween 80 foram adquiridos da Sigma Co. (EUA). Todas as drogas e o extrato aquoso de *Orbignya phalerata* foram administrados por via oral (v.o) em volumes de 0,1 mL/10g (camundongos).

6.2.2 Sequestrador do radical hidroxila

A formação de $\bullet\text{OH}$ (radical hidroxila) pela reação de Fenton foi quantificada utilizando a degradação oxidativa da 2-desoxirribose (LOPES et al., 1999). O princípio do ensaio é a quantificação do produto de degradação 2 desoxirribose, o malondialdeído, pela sua condensação com ácido 2-tiobarbitúrico (TBA). Resumidamente, as reações típicas foram iniciados pela adição de Fe^{2+} (FeSO_4 concentração de 6 mM final) para soluções contendo 5 mM de 2-desoxirribose, 100 mM de H_2O_2 e 20 μl de tampão fosfato (pH 7,2). Para determinar a atividade antioxidante do extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* contra o radical hidroxila, diferentes concentrações das amostras foram adicionadas ao sistema antes da adição do Fe^{2+} . As reações foram realizadas durante 15 min em temperatura ambiente e foram cessadas pela adição de ácido fosfórico 4% (v/v), seguido de TBA 1% (ácido tiobarbitúrico) (v/v, em 50 μl NaOH). As soluções foram aquecidas por 15 min a 95 ° C, e em seguida, resfriado a temperatura ambiente. A absorbância foi medida em 532 nm e os resultados foram expressos como equivalentes do MDA formado por Fe^{2+} e H_2O_2 .

6.2.3 Concentração de TBARS produzido (espécies reativas com ácido tiobarbitúrico)

O ensaio TBARS foi aplicado para quantificar a peroxidação lipídica e adaptado de um método de TBARS que é usado para medir a capacidade antioxidante do extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* usando homogenato de gema de ovo como substrato lipídico rico (ESTERBAUER; CHEESEMAN, 1990). Resumidamente, gema de ovo foi homogeneizada (1% w/v) em 20 mM tampão fosfato (pH 7,4), 1 mL do homogenato foi sonificado e, em seguida, homogeneizado com 0,1 mL das amostras em diferentes concentrações. A peroxidação lipídica foi induzida pela adição de 0,1 mL de solução AAPH (Dicloridrato de 2,2'-azobis (2-aminopropano); 0,12 M). Controle foi veículo (etanol 0,1%). As reações foram realizadas por 30 min a 37 ° C. Após o resfriamento, as amostras (0,5 mL) foram centrifugadas com 0,5 mL de ácido

tricloroacético (15%) a 1200 x g por 10 min. Uma alíquota de 0,5 mL do sobrenadante foi misturada com 0,5 mL de TBA (ácido tiobarbitúrico) (0,67%) e aquecida a 95 ° C por 30 min. Após o resfriamento, a absorbância amostras foi medida usando um espectrofotômetro a 532 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem de TBARS formadas por AAPH sozinho (controle).

6.2.4 Sequestrador do óxido nítrico (NO)

O óxido nítrico foi gerado a partir da decomposição espontânea de nitroprussiato de sódio em 20 mM tampão fosfato (pH 7,4). Uma vez gerado NO esse interage com o oxigênio para produzir íons nitrito, que foram medidos pela reação de Griess (BASU; HAZRA, 2006). A mistura de reação (1 mL) contendo 10 mM nitroprussiato de sódio (NPS) em tampão fosfato e o extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* em diferentes concentrações foram incubados a 37°C por 1 h. Uma alíquota de 0,5 mL, foi tomada e homogeneizada com 0,5 mL de reagente de Griess. A absorbância do cromóforo foi medida em 540 nm. Porcentagem de inibição do óxido nítrico gerado foi medido por comparação dos valores de absorbância dos controles negativos (apenas 10 mM nitroprussiato de sódio e de veículos) e preparações ensaio. Os resultados foram expressos em porcentagem de nitrito formado por NPS sozinho.

6.2.5 Animais utilizados

Ao longo deste estudo foram utilizados camundongos *Swiss* machos (25-30 g), com 2 meses de idade. Os animais foram aleatoriamente colocados em gaiolas apropriadas a uma temperatura de $22 \pm 1^\circ\text{C}$ em um ciclo de claro/escuro de 12 h (06:00 -18:00 horas) com livre acesso à ração (Purina) e água. Os camundongos foram divididos e usados em grupos de 7 animais cada. Os protocolos experimentais e procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal do Piauí (CEEA / UFPI N ° 044/09).

Os camundongos foram divididos em quatro grupos de sete animais cada e tratados com Tween 80 0,5% dissolvido em solução salina 0,9% (Veículo; grupo controle) e com extrato aquoso de *Orbignya phalerata* nas doses de 1, 2 e 3 g/kg. A atividade locomotora espontânea dos animais foi avaliada em um campo aberto feito de

acrílico transparente com as seguintes dimensões (50 cm × 50 cm × 30 cm) 30 minutos após os tratamentos (ASAKURA et al, 1993).

O dispositivo Rota-rod (AVS[®], Brasil) foi utilizado para a avaliação da coordenação motora. Inicialmente, os camundongos capazes de permanecer sobre o aparelho Rota-rod durante 180 segundos em uma rotação de 9 rpm foram selecionados 24 h antes do teste. Trinta minutos após a administração oral do extrato aquoso de *Orbignya phalerata* (1, 2 e 3 g/kg) ou controle (veículo - Tween 80 0,5% dissolvido em solução salina 0,9%) ou diazepam (DZP, 2,0 mg/kg), cada animal foi validado no aparelho Rota-rod e o tempo (s) de permanência sobre a barra durante 180 s foi registrada após 30 min do tratamento.

6.2.6 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram avaliados por meio da Análise de Variância (ANOVA), seguido de testes *t-Student-Neuman-Keuls* ou Dunnett ou teste de Fisher. Em todos os casos as diferenças foram consideradas significativas se $p < 0,05$.

6.3 Resultados

Diante dos nossos objetivos, investigamos o potencial antioxidante de *scavenger* do extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* contra duas diferentes espécies reativas *in vitro* (Figura 2).

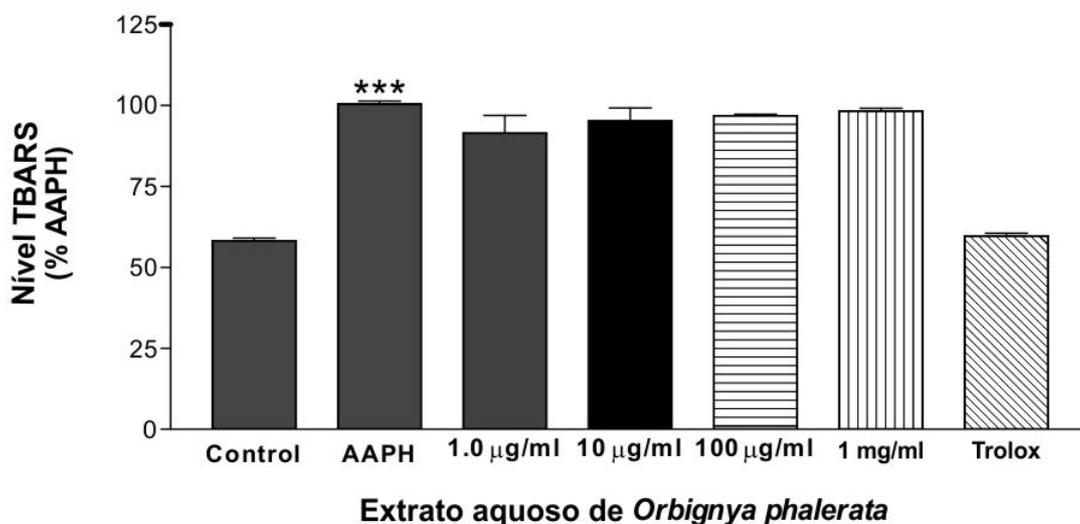


Figura 2. Avaliação *in vitro* dos efeitos do extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* contra a formação de substâncias reativas com o ácido tiobarbitúrico (TBARS). Um sistema rico em lipídeos foi incubado com uma fonte produtora de radicais livres o AAPH (2,2'-azobis [2-methylpropionamidine] dicloridrato) e o efeito de diferentes concentrações extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* na peroxidação lipídica foi medida pela quantificação da produção de TBARS. O controle corresponde ao meio reacional de incubação, sem AAPH; os outros grupos são constituídos de AAPH sozinho ou na presença de diferentes concentrações do extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata*. O Trolox foi usado como padrão antioxidante. As barras representam a média \pm EPM. *** $p < 0,0001$ (ANOVA e *t*-Student-Newman-Kewls como *post hoc* teste).

O extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* não demonstrou efeito significativo do sequestrador contra óxido nítrico (NO) formado pelo meio reacional (Figura 3).

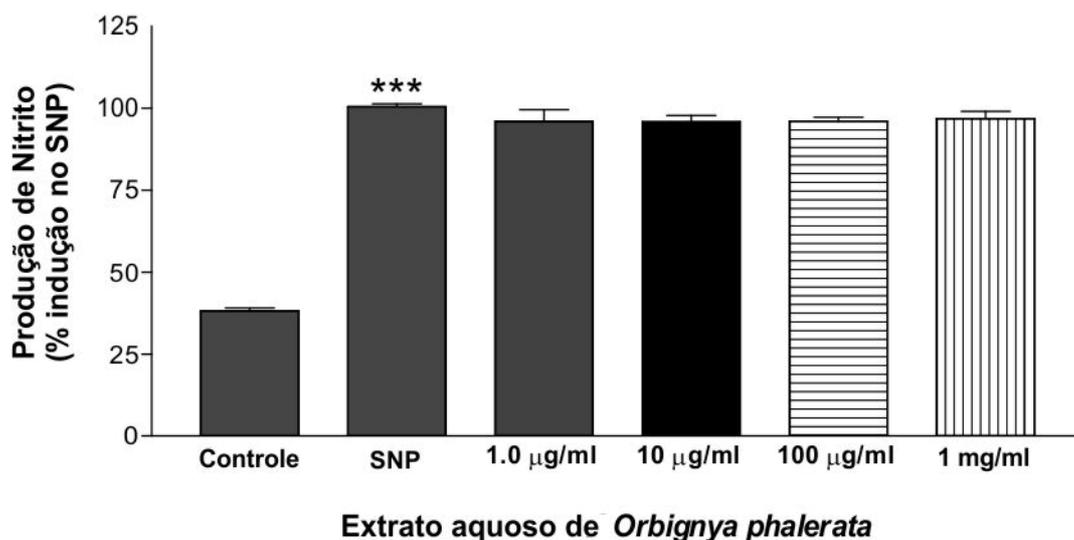


Figura 3. Avaliação *in vitro* dos efeitos do extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* contra a formação de óxido nítrico (NO).

O óxido nítrico é gerado a partir da decomposição espontânea de nitroprussiato de sódio (NPS) que interage com o oxigênio para produzir íons nitrito, que são medidos pela reação de Griess. O grupo SNP é o nitroprussiato de sódio sozinho; outros grupos denotam a produção de nitrito por SNP na presença de diferentes concentrações do extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata*. As barras representam a média \pm EPM. *** $p < 0,0001$ (ANOVA e *t*-Student-Newman-Kewls como *post hoc* teste).

O extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* também não apresentou efeito significativo de *scavenger* contra o radical hidroxila formado *in vitro* (Figura 4). Estes resultados não sugerem proteção contra as reações observadas em cadeia durante a peroxidação lipídica observada em ensaios *in vitro* de produção de TBARS. Dessa forma, provavelmente, não pode ser verificada interação entre o extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* com radicais livres como os radicais livres hidroxilas (espécie reativa derivada do oxigênio) e o NO (espécie reativa derivada do nitrogênio).

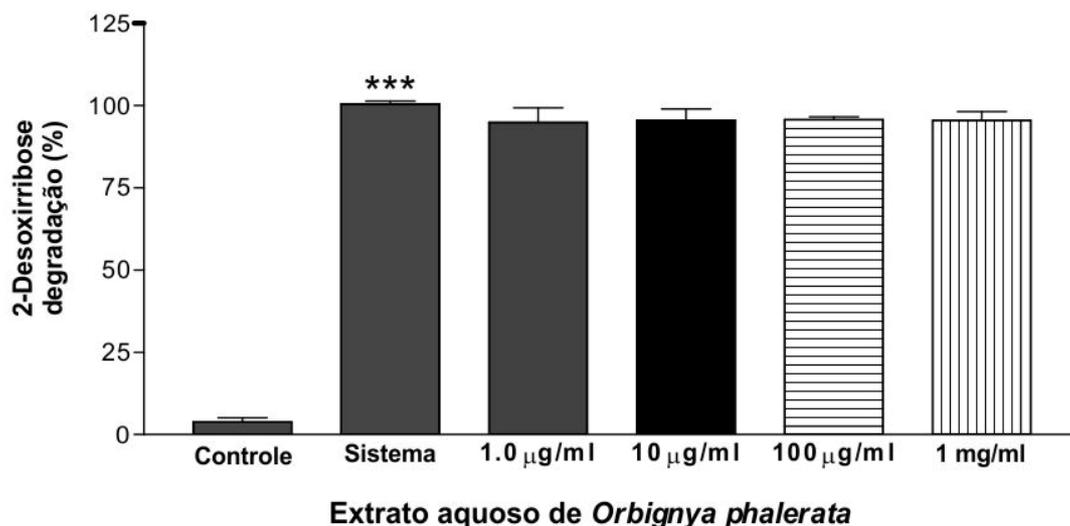


Figura 4. Avaliação *in vitro* dos efeitos do extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* contra a formação do radical hidroxila (OH).

Atividade contra a formação dos radicais hidroxilas foi quantificada usando degradação oxidativa da 2-desoxirribose *in vitro*, que produz malondialdeído por condensação com ácido 2-tiobarbitúrico (TBA). O sistema de produção de MDA pela degradação da 2-desoxirribose na presença de FeSO_4 e H_2O_2 . Outros grupos denotam a produção MDA na presença de FeSO_4 e H_2O_2 após adição de diferentes concentrações do extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata*. As barras representam a média \pm EPM. * $p < 0,05$, *** $p < 0,0001$ (ANOVA e *t*-Student-Newman-Kewls como *post hoc* teste).

Em doses de 1, 2 ou 3 g / kg de extrato aquoso de *Orbignya phalerata* não provoca mudanças significativas na deambulação (número de cruzamentos) em 24 h após a administração (Figura 5).

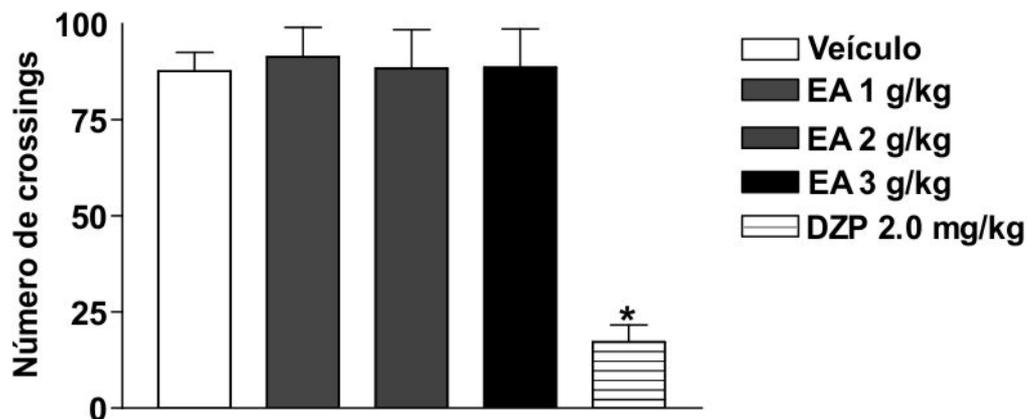


Figura 5. Efeitos do extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* (1, 2 e 3 g/kg, v.o.) ou diazepam (DZP, 2,0 mg/kg, i.p.) sobre a atividade locomotora de camundongos. Os parâmetros avaliados foram o número de cruzamentos no campo aberto. As barras representam a média \pm EPM do número de animais usados nos experimentos (n=7). * $p < 0,05$, *** $p < 0,0001$ (ANOVA e *t*-Student-Newman-Kewls como *post hoc* teste).

No teste campo aberto, após 24 h da administração de extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* não foi vista nenhuma mudança na atividade locomotora dos animais, bem como durante a avaliação da coordenação motora dos animais, após 24 h da administração de extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* não foi detectada de forma significativa mudanças no tempo de permanência dos animais sobre o aparelho Rota-rod (Figura 6).

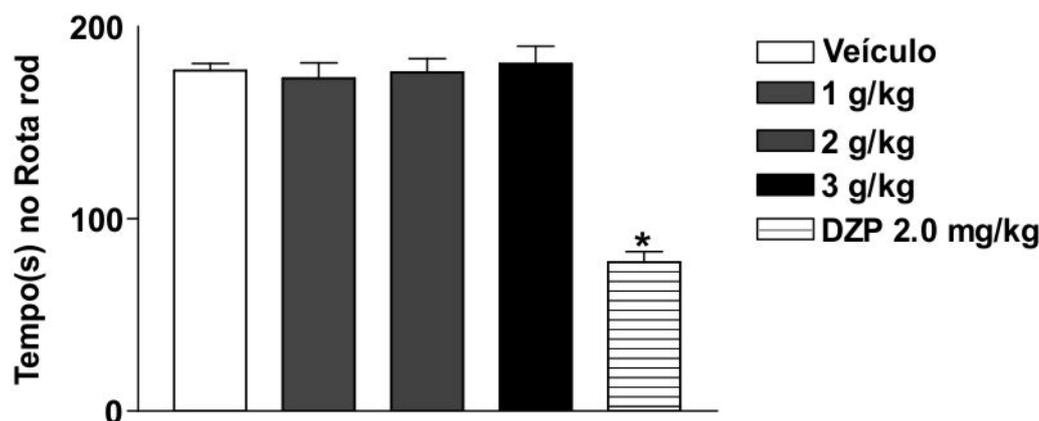


Figura 6. Tempo (s) sobre a Rota-rod observados em camundongos após o tratamento via oral com veículo (controle), extrato aquoso (EA) de *Orbignya phalerata* (1, 2 e 3 g/kg, v.o) ou DZP (2,0 mg/kg, i.p). A resposta motora foi registrada para o seguinte 180 s após o tratamento com EA. Os valores são a média \pm S.E.M. por 7 camundongos (por grupo). * $p < 0,001$ em relação ao controle (Veículo), (ANOVA e *t*-Student-Newman-Kewls como *post hoc* teste).

6.4 Discussão

O pó do mesocarpo de babaçu tem em sua composição 68,3% de amido, 1,54%, de proteínas, 0,27% de lipídios, 1,25% de carboidratos solúveis, 2,51% de fibra e aminoácidos. Também estar presente hemicelulose e pentosanas, além de outras substâncias orgânicas (ROSENTHAL, 1975; GARROS-ROSA, 1986). A avaliação fitoquímica não revelou a presença de grupos químicos que podem estar relacionados à atividade farmacológica, porém uma reação positiva foi observada para polifenóis.

Os lipídios da membrana são o alvo mais suscetíveis de ataque pela ação radicais livres e para a propagação de danos em sistemas biológicos (HALLIWELL, 2008). Além disso, os radicais livres e espécies reativas relacionadas estão fortemente envolvidas em vários processos patológicos e fisiológicos, incluindo câncer, inflamação, necrose e dor (REANMONGKOL et al, 1994; HALLIWELL et al, 2007). Assim, foram avaliados o potencial antioxidante do extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya phalerata* para testar sua capacidade de prevenir o dano oxidativo a lipídios de membrana induzidos por uma fonte de radicais livres *in vitro* (AAPH). A quantificação de TBARS demonstrou que extrato aquoso do mesocarpo de *Orbignya*

phalerata não exerce um efeito antioxidante significativo contra os radicais peroxilas gerados pelo AAPH, não protegendo os lipídios do processo de oxidação (Figura 2). Por sua vez, o Trolox (300 mM), um análogo sintético da vitamina E, que protege membrana do dano oxidativo *in vivo*, foi usado como padrão antioxidante para comparação. Portanto, é possível que o extrato aquoso do mesocapo de *Orbignya phalerata* não interage mais fortemente com tipos específicos de lipídios, e em um sistema rico em lipídios, como os lipídios formados no ensaio TBARS que podem apresentar uma menor afinidade com extrato aquoso do mesocapo de *Orbignya phalerata* e/ou por porções hidrofílicas dos lipídios que são mais suscetíveis ao ataque de radicais livres, permitindo o início da reação em cadeia de peroxidação lipídica (GUIMARÃES et al., 2010).

6.5 Conclusões

Em trabalhos anteriores os estudo fitoquímico sugerem que o extrato aquoso do mesocapo de *Orbignya phalerata* apresenta polifenóis em sua constituição. No entanto, no presente estudo, não exibe uma ação antioxidante contra a peroxidação lipídica, provavelmente por que não apresenta atividade contra a formação do radical hidroxila, bem como não produz alterações na atividade locomotora e coordenação motora de camundongos. Provavelmente não exercendo efeito inibitório sobre o Sistema Nervoso Central. No entanto, outros estudos atualmente em andamento nos permitirá entender melhor os mecanismos de ação do extrato aquoso do mesocapo de *Orbignya phalerata*.

Referências

ANDRADE, M.C.A. **Terra e o homem no Nordeste: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste**, 5th ed. Atlas, São Paulo, 1986.

ASAKURA W.; MATSUMOTO K.; OHTA H, WATANABE H. Effect of alpha-Adrenergic drugs on REM sleep deprivation-induced increases in swimming activity. **Pharmacol Biochem Behav**, vol. 46, p.111-5; 1993.

BASU, S.; HAZRA, B. Evaluation of nitric oxide scavenging activity, *in vitro* and *ex vivo*, of selected medicinal plants traditionally used in inflammatory diseases. **Phytotherapy Research**: vol. 20, p. 896-900; 2006.

CALIXTO J.B.; BEIRITH A.; FERREIRA; J.; SANTOS; A.R.; CECHINEL FILHO, V.; YUNES, R.A. Naturally occurring antinociceptive substances from plants. **Phytotherapy Research**, vol. 14, p.401-418; 2000.

CANTANHEDE, L.B. **Avaliação da capacidade de adsorção do epicarpo de babaçu (*Orbygnia phalerata*) in natura frente a diferentes adsorptivos**. Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 115f, 2005.

ESTERBAUER, H.; CHEESEMAN, K.H. Determination of aldehydic lipid peroxidation products: malonaldehyde and 4-hydroxynonenal. **Methods in Enzymology**: vol.186, p.407-21; 1990.

FREITAS R.M., SOUSA, F.C.F., VASCONCELOS S.M.M., VIANA G.S.B., FONTELES M.M.F. Pilocarpine-induced seizures in adult rats: lipid peroxidation level, nitrite formation, GABAergic and glutamatergic receptor alterations in the hippocampus, striatum and frontal cortex. **Pharmacol Biochem Behav Journal**: vol.78, p.327-32, 2004.

GARROS-ROSA, I. Estudo químico qualitativo e quantitativo do resíduo amiláceo do coco babaçu. **Revista de Química Industrial**: vol. 647, p.15-8; 1986.

GUIMARÃES A.G., OLIVEIRA GF, MELO MS, CAVALCANTI SCH, ANTONIOLLI AR, BONJARDIM LR, SILVA FA, SANTOS JPA, ROCHA RF, MOREIRA JCF, ARAÚJO AAS, GELAI, D.P.; QUINTANS-JÚNIOR, L.J. Bioassay-guided evaluation of antioxidant and antinociceptive activities of carvacrol. **Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology**, "In press", 2010.

HALLIWELL, B; GUTTERIDGE, J.M.C. **Free radicals in biology and medicine**, 4th ed. Oxford University Press, Oxford. 2007.

HALLIWELL B. **Are polyphenols antioxidants or pro-oxidants? What do we learn from cell culture and in vivo studies?** Arch Biochem Biophys: 476:107-12, 2008.

LOPES G.K., SCHULMAN H.M., HERMES-LIMA M. Polyphenol tannic acid inhibits hydroxyl radical formation from Fenton reaction by complexing ferrous ions. *Biochimica et Biophysica Acta*:1472:142-52. 1999.

MELO M.S.; SENA, L.C.S.; BARRETO, F.J.N.; BONJARDIM, L.R.; ALMEIDA, J.R.G.S.; LIMA, J.T.; SOUSA, D.P.; QUINTANS-JÚNIOR, L.J. Antinociceptive effect of citronellal in Mice. **Pharmaceutical Biology**: vol.48, p.411-416; 2010.

PRANCE, G.T., BALÉE, W., BOOM, B.M., CARNEIRO, R.C., 1987. Quantitative ethnobotany and case for conservation in Amazonia, principais resultados mostrados. **Journal Conservation Biology**, 1: 296-310.

REANMONGKOL, W.; MATSUMOTO, K.; WATANABE, H.; SUBHADHIRASAKUL, S.; SAKAI, S.I. Antinociceptive and antipyretic effects of alkaloids extracted from the stem bark of *Hunteria zeylanica*. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**: vol. 17, p.1345-50; 1994.

RENNÓ, M.N., BARBOSA, G.M., ZANCAN, P., VEIGA, V.F., ALVIANO, C.S., PENNA, M.S., MENEZES, F.S., HOLANDINO, C. **Crude ethanol extract from babassu (*Orbignya speciosa*): cytotoxicity on tumoral and non-tumoral cell lines.** **Ann Brazilian Academic Science**: vol. 80(3), p.467-476, 2008.

ROSENTHAL F.R.T. O amido do coco de babaçu, algumas propriedades dos grânulos e das pastas. **Revista Brasileira de Tecnologia**: vol. 6, p.29-33; 1975.

SANTOS I.M.S., FREITAS R.M., SILVA E.P., FEITOSA C.M., SALDANHA G.B., SOUZA G.F., TOMÉ A.R., FENG D., FREITAS R.M. Effects of ubiquinone on hydroperoxide concentration and antioxidant enzymatic activities in the rat hippocampus during pilocarpine-induced seizures. **Brain Research**, vol. 1315, p.33-40, 2010.

SILVA, B.P.; PARENTE, P. An antiinflammatory and immunomodulatory polysaccharide from *Orbignya phalerata*. **Fitoterapia**, vol. 72, p. 887-93; 2001.

SOUZA, M.H.; MONTEIRO, C.A.; FIGUEREDO, P.M.; NASCIMENTO, F.R.; GUERRA, R.N. Ethnopharmacological use of babassu (*Orbignya phalerata* Mart) in communities of babassu nut breakers in Maranhão, Brazil. **Journal of Ethnopharmacology: In Press, Corrected Proof.** 2010.

XAVIER, S.M.L.; BARBOSA, C.O.; BARROS, D.O.; SILVA, R.F.; OLIVEIRA, A.A.; FREITAS, R.M. Vitamin C antioxidant in hippocampus of adult Wistar rats after seizures and status epilepticus induced by pilocarpine. **Neuroscience Letters**: vol. 420, p.76-79, 2007.

TEIXEIRA, M.A., **Babassu: A new approach for an ancient Brazilian biomass.** **Biomass & Bioenergy**, vol. 32, p. 857-86, 2008.

7 CONCLUSÃO

- Os resultados obtidos através da caracterização realizada foram de fundamental importância, pois permitiram a determinação das principais características físico-químicas da amostra do pó do mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata* Mart).
- Os resultados confirmaram que a amostra utilizada, com relação às propriedades térmicas avaliadas, para o mesocarpo do babaçu, obteve uma grande similaridade com o amido, reforçando o resultado das análises que mostraram seu grande conteúdo de amido (69,5%).
- A concentração de 10 mg/mL apresentou efeito genotóxico significativo ($P < 0,05$) pela frequência de aberrações cromossômicas, a concentração de 50 mg/mL mostrou efeito tóxico e citotóxico significativo ($P < 0,05$) sobre os meristemas de *A cepa* e nenhuma das concentrações foi genotóxica pela frequência de micronúcleos.
- A toxicidade aguda do EAP não induziu nenhum efeito de risco na maioria dos parâmetros bioquímicos e hematológicos estudados em camundongos *Swiss* adultos.
- Nos estudos comportamentais observou-se que o pó do mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata*) não exibe uma ação antioxidante contra a peroxidação lipídica, provavelmente por que não apresenta atividade contra a formação do radical hidroxila, bem como não produz alterações na atividade locomotora e coordenação motora de camundongos.

8 PERSPECTIVAS

1. Realizar as análises microbiológicas e de metais pesados;
2. Conclusão dos ensaios toxicológicos: agudo com doses repetidas (30 dias), subcrônico (90 dias) e crônico (120 dias) em camundongos utilizando o extrato do mesocarpo do babaçu,
3. Realizar os ensaios neurofarmacológicos, com doseamento de enzimas e substâncias cerebrais, para determinar se o pó do mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata*) pode provocar estresse oxidativo.
4. Realizar ensaios genotóxicos, com finalidade de progredir para ensaios clínicos, com finalidade de entender a interação do extrato do pó de *Orbignya phalerata* com o DNA. Devem ser investigados a presença de micronúcleo, aberrações cromossômicas e mutações.
5. Entrar com pedido de patente para várias atividades.

APENDICE I

Resumo do Artigo Submetido à Revista ConScientia e Saúde (Manuscrito – IV):

Evaluation of acute toxicity, LD₅₀ and Screening Hippocratic aqueous extract powder mesocarp *Orbignya phalerata* Mart (babassu)

Ana Paula dos Santos e Silva¹, Geane Felix de Sousa², Rivelilson Mendes de Freitas¹, Lívio César Cunha Nunes^{1,*}

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas do Centro de Ciências da Saúde da UFPI. Campus Ministro Petrônio Portela, 64.049-550, Teresina - Piauí, Brasil.

²Programa de Pós-graduação em Ciências Médicas da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - Ceará, Brasil.

*e-mail do autor para correspondência: liviocesar@hotmail.com

Abstract

The effects of acute oral administration of aqueous extract powder (CAS) obtained from the mesocarp of *Orbignya phalerata* Mart were investigated on biochemical and hematological parameters in male Swiss mice. Mice (n = 5-7/group) were orally treated with doses of 1, 2 and 3 g/kg body weight, observed for 24 h and then was collected for assessment of blood parameters biochemical and hematological parameters. Treatment with CAS caused a few deaths and low toxicity in animals. The administration of APE did not alter the biochemical and hematological parameters and organ weights. For hematological parameters, there were small changes in counts of neutrophils, lymphocytes, eosinophils and monocytes, but these were not different from reference values. In conclusion, acute administration of CAS does not induce any effect on most risk of biochemical and hematological parameters studied in male Swiss mice. However, further studies with higher doses are needed to further justify the safe use of babassu mesocarp in food.

Key words: Babassu, Mesocarp, *Orbignya phalerata* Mart, Haematology, Biochemistry.

APENDICE II

Comprovante de submissão à Revista ConScientia e Saúde (Manuscrito – IV):
Avaliação da toxicidade aguda, DL₅₀ e *screening* hipocrático do extrato aquoso do pó do mesocarpo de *Orbignya phalerata* Mart (babaçu)



The screenshot shows the user interface of the 'SISTEMA ELETRÔNICO DE EDITORAÇÃO DE REVISTAS'. At the top left is the journal's logo, 'conScientia e Saúde'. A navigation menu includes links for 'CAPA', 'SOBRE', 'PÁGINA DO USUÁRIO', 'PESQUISA', 'ATUAL', 'EDIÇÕES', 'ANTERIORES', 'NOTÍCIAS', 'DIRETRIZES PARA AUTORES', and 'DECLARAÇÃO DE AUTORIA'. On the right, there are links for 'SISTEMA ELETRÔNICO DE EDITORAÇÃO DE REVISTAS' and 'Ajuda do sistema'.

The main content area shows the breadcrumb path: 'Capa > Usuário > Autor > Submissões > #2533 > Avaliação'. Below this is the title '#2533 Avaliação' and a sub-menu with 'RESUMO', 'AVALIAÇÃO', and 'EDIÇÃO'. The 'AVALIAÇÃO' section is active, displaying the submission details:

Submissão	
Autores	Rivelilson Mendes Freitas, Ana Paula dos Santos Correia Lima, Lívio César Cunha Nunes, Geane Felix de Souza
Título	Avaliação da toxicidade aguda, dose letal e screening Hipocrático do extrato aquoso do pó do mesocarpo de babaçu (<i>Orbignya phalerata</i> MART)
Seção	Artigos
Editor	Luís Vicente Oliveira Maria Edileusa Garcia

On the right side of the interface, there are sections for 'USUÁRIO' (logged in as 'river_2010') with links for 'Meus periódicos', 'Perfil', and 'Sair do Sistema'. Below that is the 'AUTOR' section, showing 'Submissões' with links for 'Ativo (1)', 'Arquivo (0)', and 'Nova Submissão'.

APENDICE III

Manuscrito V

Resumo do Artigo Submetido à Revista Die Pharmazie:

Antioxidant effects in vitro, locomotor activity and motor coordination in mice of aqueous extract of *Orbignya phalerata* Mart

*Ana Paula dos S. Silva*¹, *Gilberto S. Cerqueira*², *Lívio C. C. Nunes*¹, *Rivelilson M. de Freitas*^{1,*}

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, Núcleo de Tecnologia Farmacêutica, Laboratório de Pesquisa em Neuroquímica Experimental, Universidade Federal do Piauí (NTF/LAPNEX/UFPI), Teresina - Piauí, Brazil.

E-mail address: rivelilson@pq.cnpq.br

Abstract

The antioxidant activities of aqueous extract (AE) of *Orbignya phalerata* were assessed *in vitro* tests and locomotor activity and motor coordination test in mice. AE no possesses a strong antioxidant potential according to the scavenging assays; it also no presented scavenger activity against all *in vitro* tests. Following orally, AE (1, 2 and 3 g/kg) no significantly changed the motor activity of animals when compared with the control group, up to 24 h after the administration and in at doses tested no altered the remaining time of the animals on the Rota-rod apparatus. Further studies currently in progress will enable us to understand the action mechanisms of aqueous extract of *Orbignya phalerata*.

Key words / Abbreviations: *Orbignya phalerata*, aqueous extract, medicinal plants, antioxidant, open field, Rota-rod apparatus.

APENDICE IV

Comprovante do ACEITE da Revista Die Pharmazie (Capítulo – V):

Antioxidant effects in vitro, locomotor activity and motor coordination in mice of aqueous extract of *Orbignya phalerata* Mart

Dear Colleague,

editors of PHARMAZIE would like to inform you that your manuscript

P 1105

Ana Paula dos S. Silva

Gilberto S. Cerqueira

Glauco Barros Saldanha

Lívio C. C. Nunes

Rivelilson M. de Freitas

Antioxidant effects in vitro, locomotor activity and motor coordination in mice of aqueous extract of *Orbignya phalerata* Mart

has been accepted for publication. However, the text might be subject to copy editing and language correction.

As stated in the instructions for authors, publication fees for publication in Die PHARMAZIE are 250 EUR per manuscript, regardless of type and length. Please find enclosed a formal invoice along with payment information.

Thank you for publishing in PHARMAZIE.

Yours sincerely

Herr Prof. Dr. Dr. h.c. Peter Pflügel

Editor-in-chief Die PHARMAZIE