

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

BRUNO RANIERE LINS DE ALBUQUERQUE MEIRELES

POTENCIAL NUTRICIONAL E ANTIOXIDANTE DO FRUTO DO CATOLÉ

(Syagrus cearensis)



JOÃO PESSOA-PB

2017

Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles

POTENCIAL NUTRICIONAL E ANTIOXIDANTE DO FRUTO DO CATOLÉ (*Syagrus
cearensis*)

João Pessoa - PB

2017

Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles

Potencial nutricional e antioxidante do fruto do catolé (*Syagrus Cearensis*)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Centro de Tecnologia, da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento aos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro

Co-Orientador: Prof. Dr. Antonio Gouveia de Souza

João Pessoa - PB
2017

Catálogo na Publicação
Setor de Catalogação e Classificação

M514p Meireles, Bruno Raniere Lins de Albuquerque.
Potencial nutricional e antioxidante do fruto do Catolé
(*Syagrus Cearensis*) / Bruno Raniere Lins de Albuquerque
Meireles. - João Pessoa, 2017.
114 f. : il. -

Orientadora: Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro.
Coorientador: Antonio Gouveia de Souza.
Tese (Doutorado) – UFPB/PPGCTA

1. Palmeiras nativas. 2. Propriedades funcionais. 3.
Compostos bioativos. I. Título.

UFPB/BC

CDU – 582.521.11(043)

Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles

Potencial nutricional e antioxidante do fruto do catolé (*Syagrus Cearensis*)

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a Dra. Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro
Presidente da Banca Examinadora

Prof.^a Dra. Jailane de Souza Aquino
Membro externo

Prof.^a Dra. Nataly Albuquerque dos Santos
Membro externo

Prof.^a Dra. Rita de Cassia Ramos do Egypto Queiroga
Membro interno


Prof.^a Dra. Marta Maria da Conceição
Membro interno

Dedico:

*À minha família, minha mãe Ana Cristina, meu pai Gilmar Meireles, minha irmã Giana Meireles e
minha noiva Thaís Rodrigues. Sem vocês não seria possível alcançar esta vitória.*

*A minha querida e amada vó Dora (in memorium) e vó Adenice, meu avô Humberto Meireles minha
tia Aída, tia Maria, tio Roberto e minha prima Julle.*

*À minha orientadora Angela Tribuzy e co-orientador Antônio Gouveia, pela confiança e ensinamentos
para minha formação pessoal e profissional.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que é o princípio de tudo, o caminho, a verdade e a vida, que todos os dias me dar a chance de recomeçar e com seu infinito amor tem guiado os meus caminhos.

Aos meus pais, Ana Cristina e Gilmar Meireles, que me deram uma boa educação e me ensinaram princípios que não se ensinam em nenhuma escola. A minha irmã, Giana Meireles, por todas as horas e momentos ao meu lado. Obrigado por me fazer feliz todos os dias. A minha prima, Julle Maria, pelo apoio e torcida de sempre.

À minha amada Thaís Rodrigues, pelo total apoio, amor, carinho e dedicação que foram meu conforto em todos os momentos. Você foi, é e sempre será meu porto seguro.

À Profa. Angela Cordeiro, orientadora, amiga, parceira e grande conselheira, pela dedicação, pelos ensinamentos, pelo incentivo nos momentos de desânimo, por tornar possível a realização deste trabalho. És uma pessoa abençoada. Obrigado por tornar possível e sempre estar ao meu lado no maior sonho da minha vida, tornei professor da Universidade Federal de Campina Grande.

Ao meu co-orientador, Prof. Antônio Gouveia, pela confiança e apoio em todas as minhas conquistas profissionais e pessoais. Obrigado por me receber em seu laboratório, mesmo sem me conhecer, e me mostrar princípios que jamais serão esquecidos.

Ao Profs. Raul Rosenhaim e João Paulo pelos ensinamentos e aprendizados no HPLC.

Aos meus amigos de trabalho, Isabelle, Maristela e Anderson pela amizade, solidariedade, momentos alegres, difíceis, de tensão e de labuta no laboratório, pelas trocas de experiências, e nossas brincadeiras.

Aos amigos de mestrado e doutorado Kauanne, Vânia, Vilma, Alcinira, Chris, Renato, Alex e Erton Almeida pelas sugestões e parcerias de pesquisa.

Aos amigos de iniciação científica Jayme (grande amigo), Érica e Elizabeth pela atenção, carinho e pelos bons momentos de convivência.

Aos amigos do LACOM Dona Jô, João, Arnáira, Laís, Juliana, pelo agradável convívio. As técnicas Evaneide e Lúcia pelas contribuições diversas e a todos os professores que fazem parte do PPGCTA.

À Universidade Federal de Campina Grande pelo apoio e compreensão durante o período de doutorado. Agradeço também aos amigos que lá conquistei Sthelio, Karina, Mônica, Kenedy, Adriano, Osvaldo e Franciscleudo.

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

“Nunca houve noite que pudesse impedir o nascer do sol e a esperança. E não há problema que possa impedir as mãos de Jesus para me ajudar.”

Padre Marcelo Rossi.

RESUMO

O coco catolé (*Syagrus cearensis*) é uma palmeira nativa de importância socioeconômica e nutricional para a população do semiárido brasileiro, no entanto informações mais aprofundadas sobre suas potencialidades são escassas. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de gerar informações sobre esta espécie nativa da caatinga paraibana, através da caracterização nutricional e determinação do potencial antioxidante da polpa, da amêndoa e do óleo do coco catolé, avaliando as condições de extração dos fenólicos presentes. Os frutos foram coletados na cidade de Lagoa Seca-PB e submetidos às análises de caracterização física e físico-química para avaliação de suas potencialidades nutricionais e antioxidantes. A caracterização física do coco catolé demonstrou sua constituição em 51,36% de polpa, 44,23% de endocarpo e 4,41% de amêndoa. Na polpa os teores de umidade (68,74%), cinzas (1,91%), proteínas (3,53%), lipídios (0,46%) e carboidratos (25,36%) aliado ao pH de 5,1, mostrou a susceptibilidade deste fruto à ação fúngica, sendo importante observar suas condições de armazenamento. Na amêndoa, com baixos teores de umidade (6,51%), destacou-se o conteúdo proteico (9,95%) e lipídico (38,22%), confirmando o seu potencial oleaginoso. Para os pigmentos da polpa foram determinados 6,38 mg/100 g de flavonoides e 1,86 mg/100g de carotenoides totais. A amêndoa apresentou representativo perfil de minerais: magnésio (143,02 mg/100 g), potássio (515,35 mg/100 g), manganês (2,44 mg/100 g) e cobre (1,76 mg/100 g), atendendo na sua maioria as exigências de ingestão diária segundo legislação brasileira vigente. O teor de fenólicos totais e a atividade antioxidante da polpa e da amêndoa do coco catolé indicaram quantidades consideráveis de compostos bioativos com potencial antioxidante. As características físico-químicas do óleo do coco catolé apresentam-se dentro das normas exigidas pela legislação brasileira vigente para óleos vegetais não refinados e prensados a frio, destacando a presença de tocoferóis (1530 µg/g de óleo) e ácidos graxos saturados (84%), sendo o ácido láurico (45,06%) o majoritário. A mistura de solventes moderadamente polares tais como acetona-água foi altamente eficiente para extrair os compostos antioxidantes da polpa e da amêndoa. No perfil fenólico dos extratos avaliados destacaram-se o ácido 2,5 dihidroxibenzóico, o ácido caféico, o ácido p-cumárico, a rutina, o ácido elágico e o ácido vanílico como antioxidantes naturais presentes no coco catolé (*Syagrus cearensis*). O estudo da composição do fruto contribuiu para o conhecimento das propriedades nutricionais e funcionais do catolé, incentivando à agregação econômica da espécie, ao consumo dos frutos e preenchimento de uma lacuna ainda existente na literatura sobre o potencial de utilização desta espécie.

Palavras-chave: Ácido láurico, Compostos bioativos, Palmeiras nativas, Propriedades funcionais.

ABSTRACT

Coco catolé (*Syagrus cearensis*) is a native palm of socioeconomic importance and nutritional for the population of the Brazilian seminarian, however more in-depth information about its potentialities are scarce. Thus, this work was carried out with the objective of generating information on this species native to the Paraíba caatinga, through the nutritional characterization and determination of the antioxidant potential of the pulp, almond and coconut oil, evaluating the phenolic extracts. The fruits were collected in the city of Lagoa Seca-PB and submitted to physical and physical-chemical characterization analyzes to evaluate their nutritional and antioxidant potential. The physical characterization of coco catolé showed its constitution in 51.36% of pulp, 44.23% of endocarp and 4.41% of almond. In the pulp, moisture (68.74%), ashes (1.91%), proteins (3.53%), lipids (0.46%) and carbohydrates (25.36%) allied to the pH of 5.1, showed the susceptibility of this fruit to the fungal action, being important to observe its storage conditions. In almond, with low moisture contents (6.51%), showed the protein content (9.95%) and lipid content (38.22%), confirming its oleaginous potential. For the pulp pigments, values of 6.38 and 1.86 mg / 100g of total flavonoids and carotenoids were found, respectively. The almond presented a representative profile of minerals: magnesium (143.02 mg / 100 g), potassium (515.35 mg / 100 g), manganese (2.44 mg / 100 g) and copper (1.76 mg / 100 g), the daily intake requirements according to current Brazilian legislation. The total phenolic content and antioxidant activity of coco catolé pulp and almond indicated considerable amounts of bioactive compounds with antioxidant potential. The physico-chemical characteristics of coconut oil are within the standards required by Brazilian legislation for unrefined and cold-pressed vegetable oils, with emphasis on the presence of tocopherols (1530 µg / g oil) and saturated fatty acids (84 %), with lauric acid (45.06%) being the major. The mixture of moderately polar solvents such as acetone-water was highly efficient for extracting the antioxidant compounds from the pulp and the almond. In the phenolic profile of the extracts evaluated, 2,5-dihydroxybenzoic acid, caffeic acid, p-coumaric acid, rutin, ellagic acid and vanillic acid were the natural antioxidants present in coco catolé (*Syagrus cearensis*). The study of the composition of the fruit contributed to the knowledge of the nutritional and functional properties of catolé, encouraging the economic aggregation of the species, fruit consumption and filling a gap still existing in the literature on the potential of this species.

Keywords: Lauric acid, Bioactive compounds, Native palm trees, Functional properties.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABTS	2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)
AGI	Ácidos graxos insaturados
AGS	Ácidos graxos saturados
ANOVA	Análise de variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	<i>Official Methods of Analysis</i>
AOCS	<i>American Oil Chemists' Society</i>
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
ATR	Método de reflectância atenuada
AT	Acidez total titulável
CG	Cromatografia à Gás
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
DNS	Ácido 3,5-dinitrosalicílico
DPPH•	2,2-difenil-1-picril-hidrazila
DTA	Análise Térmica Diferencial
DTG	Termogravimetria Derivada
EAG	Equivalente de ácido gálico
EPA	Environmental Protection Agency
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations

FRAP	Ferric Reducing Antioxidant Power
HAT	Transferência por Átomo de Hidrogênio
HDL	High Density Lipoprotein
HPLC	High performance liquid chromatography
ICP-MS	Espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente
LC-UV	Cromatografia Líquida com detector Ultravioleta
LDL	Low Density Lipoprotein
MUFA	Ácidos graxos monoinsaturados
NBR	Norma Brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas
PI	Período de Indução
PUFA	Ácidos graxos polinsaturados
SS	Sólidos solúveis
SET	Transferência de elétron
TE	Equivalente ao trolox
TFT	Teor de fenólicos totais
TG	Análise Termogravimétrica
TPTZ	2, 4, 6 – Tri (2-piridil) – 1,3,5 - triazina
TROLOX	6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-ácido carboxílico
FTIR	Espectrofotômetro Infravermelho por Transformada de Fourier

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
2.1 MATERIAIS E REAGENTES	17
2.2 AQUISIÇÃO DA MATÉRIA PRIMA.....	18
2.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO COCO CATOLÉ.....	18
2.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO COCO CATOLÉ.....	19
2.4.1 Composição centesimal.....	19
2.4.2 Análises de minerais.....	19
2.5 ÓLEO DE COCO CATOLÉ.....	19
2.5.1 Extração do óleo.....	19
2.5.2 Estabilidade oxidativa	20
2.5.3. Perfil de ácidos graxos	20
2.5.4 Índice de Acidez, índice de peróxido, índice de saponificação, densidade e viscosidade	20
2.5.5 Análise de Infravermelho	21
2.5.6 Perfil de tocoferóis	21
2.6 PREPARO DA AMÊNDOA DESENGORDURADA.....	22
2.7 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS VEGETAIS	22
2.7.1. Teor de fenólicos totais	22
2.7.2. Atividade antioxidante pelo sequestro do radical livre DPPH.....	23
2.7.3 Atividade antioxidante pelo poder redutor do ferro FRAP.....	23
2.7.4 Método ABTS	23
2.7.5 Perfil Térmico dos Extratos Vegetais.....	24
2.7.6 Identificação e quantificação dos compostos fenólicos	24
2.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA	24
REFERÊNCIAS	26
3. RESULTADOS	29
ARTIGO 1	30
coco catolé (<i>Syagrus ceraensis</i>): Palmeira nativa de importância socioeconômica e nutricional do Semiárido brasileiro – Artigo de Revisão.....	30

ARTIGO 2	
Aspectos físico-químicos e qualidade nutricional do coco catolé (<i>Syagrus cearensis</i>).....	54
ARTIGO 3	71
Perfil de identidade e qualidade do óleo do coco catolé (<i>Syagrus cearensis</i>)	71
ARTIGO 4	
Otimização da extração de compostos fenólicos e capacidade antioxidante do fruto de <i>Syagrus cearensis</i>	91
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	115

1. INTRODUÇÃO

Várias espécies nativas brasileiras se destacam pela enorme potencialidade alimentícia e farmacológica, despertando grande interesse na comunidade científica em busca de novas fontes importantes de nutrientes.

Nesta biodiversidade, o gênero *Syagrus* é um dos três mais frequentes em número de espécies de palmeiras no Brasil, destacando-se o licuri (*Syagrus coronata*), o coco-babão (*Syagrus costae*), a guariroba (*Syagrus oleracea*), o jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e o catolé (*Syagrus cearensis*) (CABRAL et al., 2010). A identificação botânica correta é necessária a fim de minimizar os erros na padronização de espécies vegetais que apresentem a mesma nomenclatura popular.

O catolé (*Syagrus cearensis*) é comumente encontrado nos estados brasileiros do Ceará, Pernambuco, Paraíba e Alagoas (LORENZI et al., 2004), medindo em média 10 metros de altura, com importantes contribuições na alimentação do sertanejo e nas atividades socioeconômicas (artesanato, construção, ornamentação e biodiesel) (RUFINO et al., 2008). Os frutos, conhecidos como coco catolé são usados pela população da área de ocorrência como alimento fresco ou na elaboração de produtos (LORENZI et al., 2004). Das amêndoas extrai-se óleo que é bastante utilizado e apreciado na alimentação regional, de composição e aspectos sensoriais semelhantes ao óleo de coco (*Cocos nucifera* L.), de aplicabilidade em cosméticos e fins terapêuticos (LEAL et al., 2013).

As palmeiras nativas da região Nordeste possuem frutos de elevado potencial oleaginoso (MELO, 2016), como o coco catolé (*Syagrus cearensis*) (NASCIMENTO et al., 2011). Atualmente, vários tipos de óleos têm sido considerados fontes de compostos bioativos e, portanto, com importantes propriedades benéficas à saúde (COSTA; JORGE, 2015; SIRO et al., 2008). Dentre estes destacam-se os compostos fenólicos, substâncias naturais extraídas de fontes vegetais, que apresentam várias aplicações na indústria de alimentos, como agentes antimicrobianos, antioxidantes e estabilizantes de alimentos. Ademais, tais substâncias quando consumidas podem minimizar e até combater os radicais livres no corpo humano, prevenindo doenças crônicas.

O consumo de alimentos ditos funcionais é crescente e está diretamente associado à preocupação do consumidor com saúde e bem-estar (FALGUERA et al., 2012). Dessa forma, cada vez mais se sustenta, em base científica, a tese de que os vegetais e seus princípios ativos têm um papel importante na prevenção de doenças crônicas e degenerativas. Isto tem

impulsionado a indústria alimentícia a intensificar suas pesquisas na busca de produtos desta natureza (ANDRÉ et al., 2010, MAGANHA et al., 2010).

Assim, estudos relacionados aos métodos de extração de fenólicos naturais (REZAIE et al., 2015) vêm sendo realizados frente às severas restrições aos antioxidantes sintéticos de efeitos tóxico e carcinogênico comprovados (SUN-WATERHOUSE; THAKORLAL; ZHOU, 2011). A eficiência deste processo de extração varia de acordo com o método, natureza química da amostra, tipo de solventes e condições utilizadas (ALBERTI et al., 2014; PRASAD et al., 2011).

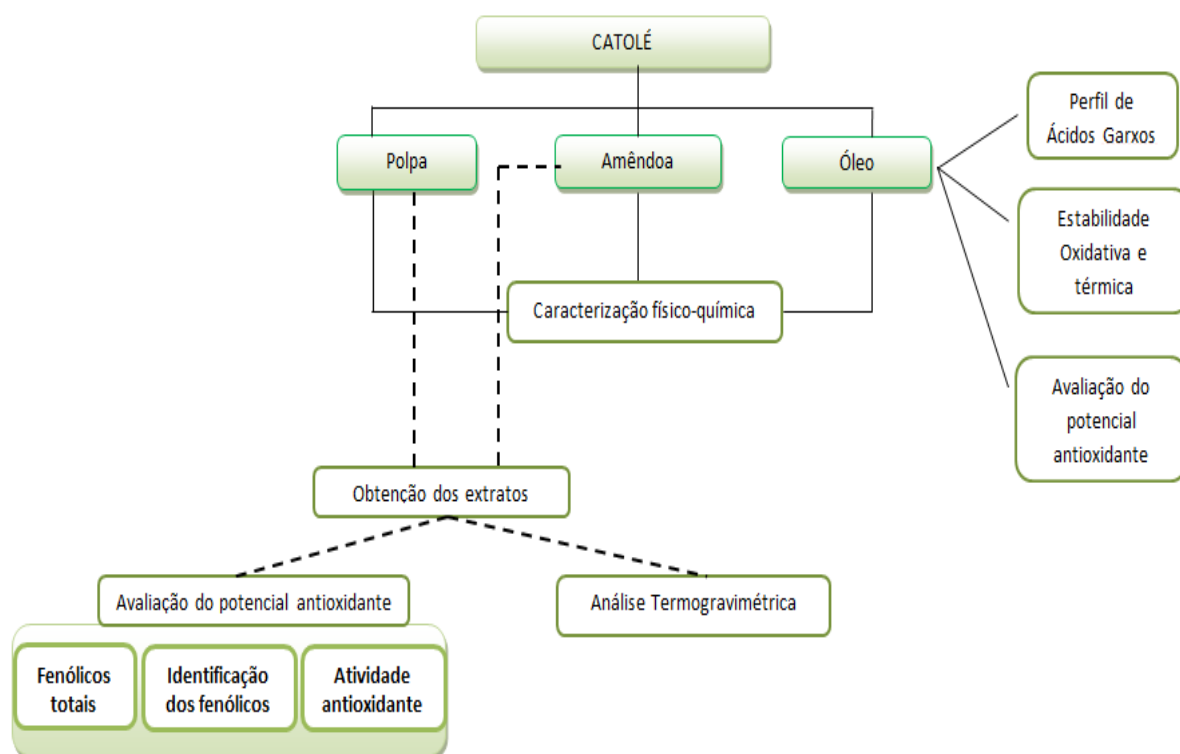
Apesar de sua importância, informações aprofundadas sobre a qualidade do catolé são escassas. Alguns trabalhos apresentam a composição centesimal do coco catolé (MOREIRA, 2000; NASCIMENTO et al, 2011). Estudos sobre suas potencialidades funcionais e qualidade nutricional são necessárias para incentivar seu consumo pela população, diferenciar espécies de palmeiras nativas do Brasil e ampliar seu uso na indústria de alimentos.

Assim, objetivou-se avaliar o potencial nutricional e antioxidante do fruto do catolé, fragmentando este estudo em 4 artigos científicos segundo o manual de teses do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA). O Artigo 1 trata-se de um estudo de revisão com o objetivo de compilar as principais características e descrições coletadas na literatura sobre o gênero *Syagrus*. No Artigo 2 estão apresentados os aspectos físico-químicos e a qualidade nutricional da polpa e amêndoa do catolé. O Artigo 3 evidencia o perfil de ácidos graxos, a capacidade antioxidante e a estabilidade termo-oxidativa do óleo do *Syagrus cearensis*. Por fim, o Artigo 4 apresenta a otimização da mistura de solventes mais eficiente para extração de compostos fenólicos e a identificação da capacidade antioxidante dos extratos da polpa e da amêndoa do coco catolé.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos e ensaios foram realizados na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), no Núcleo de Pesquisa e Extensão do Laboratório de Combustíveis e Materiais (NDE-LACOM) e no Laboratório de Química de Alimentos (LAQA), do Departamento de Engenharia de Alimentos, do Centro de Tecnologia (CT). No Fluxograma estão apresentadas as etapas das análises realizadas neste estudo (Figura 1).

Figura 1 - Diagrama de fluxo das etapas de execução experimental



2.1 MATERIAIS E REAGENTES

Os padrões de ácido gálico e os reagentes TPTZ (2, 4, 6 – Tri (2-piridil) – 1,3,5 - triazina), DPPH• (2,2-difenil-1-picril-hidrazila), TROLOX (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-ácido carboxílico), ácidos fenólicos: ácido 3,4 dihidroxibenzóico (protocatequímico), 4 hidroxibenzoico, salicílico, siríngico, ácido 2,5 dihidroxibenzóico (gentísico), vanílico, elágico, p-cumárico, sinápico, trans-cinâmico, caféico e ferúlico e flavonoides: rutina, miricetina, quercetina, naringina, kaempferol, catequina, hesperetina e crisina foram obtidos da Sigma-Aldrich (Sigma Co., USA). O reagente Folin-Ciocalteu foi

adquirido da Merck. Os solventes n-hexano, acetona, etanol, isopropanol, clorofórmio ambos de grau analítico, foram obtidos da FMAIA. O metanol, hexano e acetonitrila grau HPLC foram adquiridos da J.T. Baker (Phillipsburg, USA) e os gases nitrogênio e oxigênio da White Martins.

2.2 AQUISIÇÃO DA MATÉRIA PRIMA

O coco catolé (*Syagrus cearensis*) foi coletado entre os meses de janeiro e março de 2015 na cidade de Lagoa Seca-PB, município localizado na Região Metropolitana de Campina Grande, a 640 metros de altitude, situado nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 7° 10' 8" Sul, Longitude: 35° 51' 20" Oeste (Figura 2), de clima tropical úmido, com temperatura média anual em torno de 22 °C, sendo a mínima de 14 °C e a máxima de 33 °C (IBGE, 2016). Os frutos foram colhidos em um mesmo estágio de maturação, de cor amarelo alaranjada, e armazenados sob congelamento (-18 °C) em quantidades suficientes para a realização das análises propostas.

Para comprovação da espécie em estudo, as exsicatas com o material vegetal foram depositadas no Herbário Prof. Jayme Coelho de Moraes (EAN/CCA/UFPB), o qual identificou os frutos pertencentes ao gênero *Syagrus cearensis* Noblick.

Figura 2 - Localização do município de Lagoa Seca no Estado da Paraíba



Fonte: IBGE (2016)

2.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO COCO CATOLÉ

Os parâmetros de massa, diâmetro e comprimento dos frutos inteiros e amêndoas foram analisados. A massa foi pesada em uma balança semianalítica e os resultados expressos em gramas (g). As determinações do comprimento (do ápice à base) e do diâmetro (região equatorial do comprimento) foram realizadas com o auxílio do paquímetro digital Kanon, e os resultados expressos em milímetros (mm).

2.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO COCO CATOLÉ

Para a caracterização físico-química do coco catolé, o fruto foi separado manualmente em duas partes: polpa e amêndoa. A polpa foi obtida pelo descasque manual de frutos inteiros, procedendo-se com seu armazenamento em embalagens plásticas sob congelamento. As amêndoas foram obtidas após secagem do endosperma em estufa a 35 °C por 48 horas e posterior quebra por equipamento mecânico. As análises foram realizadas em triplicata, obedecendo as seguintes metodologias:

2.4.1 Composição centesimal

A determinação de umidade, cinzas e proteínas foram realizadas de acordo com AOAC (2012). Os carboidratos foram quantificados em açúcares solúveis total e redutor utilizando o reativo 3,5-dinitro-salicílico (DNS) (MILLER, 1959) e os lipídios foram determinados segundo metodologia descrita por Folch et al. (1957).

2.4.2 Análises de minerais

A digestão das amostras foi realizada em um sistema de digestão por micro-ondas Berghof, modelo Speedwave four. As amostras foram pesadas (0,4 g) e colocadas em tubos Teflon para digestão (DAP-60+). Uma mistura de ácido nítrico a 65% (3 mL) e peróxido de hidrogênio a 35% (3 mL) foi cuidadosamente adicionada. Após repouso, os tubos foram adequadamente fechados e introduzidos no micro-ondas. Os gradientes de temperatura, pressão e tempo utilizados foram determinados pelo fabricante. Após digestão, os tubos foram arrefecidos até à temperatura ambiente e as amostras digeridas foram filtradas.

Os microelementos foram determinados usando um espectrômetro de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente ICP-MS (Thermo Scientific), segundo a norma EPA 6020A. Os macroelementos foram determinados usando um espectrômetro de absorção atômica VARIAN AA-175 (Kyoto, Japão), modo chama, segundo a norma APHA 3111.

2.5 ÓLEO DE COCO CATOLÉ

2.5.1 Extração do óleo

O óleo foi extraído por prensagem a frio (~20 °C) em uma prensa hidráulica Ribeiro (modelo P30T, São Paulo, Brasil) apresentando características de 160 cm de comprimento e

êmbolo de 15 cm de diâmetro com uma aplicação máxima de pressão de $1,3 \times 10^7 \text{ N.m}^{-2}$. Em seguida foi filtrado à vácuo e armazenado em frascos âmbar sem *headspeace* a $4 \text{ }^\circ\text{C}$ para posterior caracterização.

2.5.2 Estabilidade oxidativa

O teste acelerado Rancimat foi usado para estimar a estabilidade do óleo do coco catolé para a oxidação. O aparelho Rancimat foi utilizado como um modo de avaliação expresso em horas, pelo período de indução (IP), definido como o intervalo de tempo correspondente ao ponto de inflexão da curva de condutividade *versus* tempo. Determinou-se a $110 \text{ }^\circ\text{C}$ e 20 mL de ar/h utilizando o aparelho Biodiesel Rancimat 873 (Metrohm, Herisau, Suíça). Foram pesados 2 g de amostra em cada tubo de reação e análises realizadas em triplicata segundo a metodologia da AOCS, Cd 12b-92 (2009).

2.5.3. Perfil de ácidos graxos

Para a determinação do perfil de ácidos graxos do óleo foi realizado uma esterificação metílica seguindo a metodologia descrita por Hartman e Lago (1973), com adaptações, e a quantificação obtida por curva de calibração com padrões de ésteres metílicos, utilizando um GCMS-QP2010 (Shimadzu, Kyoto, Japan) equipado com uma coluna Durabound (DB-23 30 m x 0,25 mm x 0,25 μm). A temperatura do injetor e do detector foram fixados em $230 \text{ }^\circ\text{C}$ e temperatura da coluna em $90 \text{ }^\circ\text{C}$. O gradiente de eluição na coluna foi de 90 a $150 \text{ }^\circ\text{C}$ ($10 \text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$), 150 a $200 \text{ }^\circ\text{C}$ ($5 \text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$), 200 a $230 \text{ }^\circ\text{C}$ ($3 \text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$) em um tempo total de corrida de 34 minutos, utilizando hélio como gás de arraste na vazão de $1 \text{ mL}/\text{min}$.

2.5.4 Índice de Acidez, índice de peróxido, índice de saponificação, umidade, densidade e viscosidade

As determinações dos índices de acidez, de peróxido e de saponificação foram realizadas de acordo com os métodos NBR 11115 Cd 8-53, Cd 1-25 e Cd 3a-94 (AOCS, 2009), respectivamente. A determinação de umidade foi realizada de acordo com AOAC (2012). A viscosidade cinemática foi determinada utilizando um viscosímetro cinemático manual, marca Julabo, modelo ME 18V, na temperatura de $40 \text{ }^\circ\text{C}$, de acordo com a norma ABNT NBR 10441 (AOCS, 2014). A densidade a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ foi determinada utilizando um densímetro digital Meter DA-500, de acordo com a norma ASTM D4052 (2015).

2.5.5 Análise de Infravermelho

A análise de infravermelho foi realizada utilizando equipamento Espectrofotômetro Infravermelho por Transformada de Fourier – (FTIR) da marca Shimadzu, modelo Prestige-21 (Kyoto, Japão), utilizando o método de reflectância atenuada (ATR). Os espectros foram obtidos na faixa de 4000-650 cm^{-1} , com resolução de 4 cm^{-1} e 32 varreduras.

2.5.6 Perfil de tocoferóis

O perfil de tocoferóis foi obtido a partir do método proposto por Khattab e Zeitoun (2013). O óleo (2 g) foi submetido à duas extrações sucessivas com 10 mL de metanol, seguida de outras duas extrações com 10 mL da mistura metanol: iso-propanol (1:1 v/v) utilizando uma centrífuga a 6.100 $\times g$ durante 10 min (4 °C) para separação de fases. As camadas orgânicas superiores das quatro extrações foram combinadas, secas sob N_2 , redissolvida em 5 mL da mistura metanol: iso-propanol, filtrada através de um filtro de seringa de 0,45 mm e submetida à análise por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). A análise de tocoferóis foi realizada em equipamento CLAE, Shimadzu (Kyoto, Japão), equipado com um injetor automático Rheodyne 7125i e um detector UV-vis. As colunas utilizadas foram uma coluna Shimadzu LC-18 (25 cm x 4,6 mm, 5 μm de tamanho de partícula, da Supelco, Bellefonte, PA) e uma pré-coluna C-18 ODS Shimadzu. A amostra foi eluída em um sistema isocrático, fluxo de 1 mL/min, utilizando como fase móvel metanol:água acidificada 0,17 mol/L de ácido acético glacial (99:1 v/v). A temperatura da coluna foi mantida em 25 °C e o volume de injeção foi 20 μL . Os picos foram adquiridos a 294 nm e os dados foram analisados utilizando o software *Lab Solutions* (Shimadzu) por comparação com os tempos de retenção dos padrões de tocoferóis α , δ e γ utilizados na preparação das curvas de calibração.

2.5.7 Termogravimetria

As curvas termogravimétricas (TG/DTG) das amostras foram obtidas em um analisador térmico simultâneo da Shimadzu modelo DTG-60H (Kyoto, Japão). Os testes não-isotérmicos foram realizados utilizando amostras de 10 mg, em cadinho de alumina com atmosfera de oxigênio, fluxo de 50 mL/min, com razão de aquecimento de 10 °C/min, variando de 25-800 °C.

2.6 PREPARO DA AMÊNDOA DESENGORDURADA

As amêndoas do catolé foram inicialmente trituradas em processador mecânico (Pratic Blender Cadence, BLD300) e desengorduradas. Foram pesadas 30 g das amostras e adicionados 200 mL de hexano em aparelho de Soxhlet. A amêndoa desengordurada resultante foi armazenada em recipiente escuro, sob refrigeração (2-8 °C), até o momento de sua utilização. Posteriormente, foi submetida ao processo de extração dos compostos fenólicos.

2.7 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS VEGETAIS

Para investigar o efeito de diferentes solventes na extração de compostos fenólicos da polpa e da amêndoa desengordurada do catolé, um design *simplex-lattice* foi utilizado com acetona, etanol e água. O planejamento experimental produziu 14 extratos que foram utilizados para avaliação do potencial antioxidante. Os extratos fenólicos foram obtidos numa proporção amostra-solvente/mistura de solvente de 1:10 à temperatura ambiente sob agitação mecânica (Incubadora TE-420) por 3 h. Seguidos da centrifugação (6100 \times g por 10 min), filtração a vácuo e secagem em estufa com circulação de ar a 40 °C, *overnight* (15h).

2.7.1. Teor de fenólicos totais

O teor de fenólicos totais dos extratos da polpa e da amêndoa desengordurada do catolé foi determinado de acordo com o método de Folin-Ciocalteu (SLINKARD; SINGLETON, 1977) com algumas modificações. Uma alíquota de 150 μ L do extrato (5 mg/mL em etanol) foi transferida para um tubo de ensaio contendo 60 μ L de Folin-Ciocalteu reagente e 2610 μ L de água destilada. A mistura foi agitada e após 1 min foi adicionado 180 μ L de Na₂CO₃ (15%). Após a incubação das soluções durante 2 h à temperatura ambiente, as leituras das absorbâncias das misturas foram medidas a 760 nm em UV-vis da Shimadzu, modelo UV-2550 (Kyoto, Japão). O ácido gálico foi usado na curva padrão (0,001-0,020 mg/mL em etanol) e os resultados foram expressos em equivalente de ácido gálico (mg EAG/g extrato).

2.7.2. Atividade antioxidante pelo sequestro do radical livre DPPH

A atividade de eliminação de radicais livres dos extratos foi determinada com base no método DPPH (RUFINO et al., 2007), com algumas modificações. Uma alíquota de 90 µL do extrato foi adicionada em 3,0 mL de solução diluída de DPPH em etanol (0,0236 mg/mL), agitada e incubada durante 30 minutos no escuro, e a absorbância foi medida a 517 nm, em UV-vis da Shimadzu, modelo UV-2550 (Kyoto, Japão). A curva padrão foi realizada com Trolox (100-2000 µmol/L em etanol). Os resultados foram expressos em µmol equivalente Trolox (ET)/g extrato.

2.7.3 Atividade antioxidante pelo poder redutor do ferro FRAP

A capacidade antioxidante de redução do ferro foi determinada pelo método FRAP (*ferric reducing antioxidant power*) (RUFINO et al., 2006), com adaptações. Sob condições de mínima luminosidade, o reagente FRAP foi preparado com tampão acetato 300 mmol/L (pH 3,6), 2,4,6-tris (2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ) 10 mmol/L em uma solução de HCl 40 mmol/L e FeCl₃ 20 mmol/L. Uma alíquota adequada do extrato foi transferida para um tubo de ensaio e adicionado 0,27 mL de água ultrapura e 2,7 mL do reagente FRAP. A mistura foi agitada e mantida num banho de água durante 30 minutos a 37 °C. Após o resfriamento até a temperatura ambiente, amostras e padrões foram lidos a 595 nm, em UV-vis da Shimadzu, modelo UV-2550 (Kyoto, Japão). A curva padrão foi realizada com Trolox (100-2000 µmol/L em etanol). Os resultados foram expressos em µmol equivalente Trolox (ET)/g extrato.

2.7.4 Método ABTS

A capacidade de sequestrar o radical 2,2'-azino-bis-(3-etilbezotiazolina-6-ácido sulfônico ABTS^{•+}) foi determinado segundo método descrito por Rufino et al. (2007). O radical ABTS^{•+} foi gerado a partir da reação da solução aquosa de ABTS (7 mmol/L) com persulfato de potássio (140 mmol/L). A solução foi mantida ao abrigo da luz, em temperatura ambiente por 16 horas. Em seguida a solução foi diluída em etanol até obter absorbância de 0,70 ± 0,05 nm, em comprimento de onda a 734 nm. As alíquotas de 90 µL dos extratos a uma concentração de 5 mg/mL, foram adicionados a solução de ABTS^{•+}, e a absorbância medida após 6 minutos, em UV-vis da Shimadzu, modelo UV-2550. A capacidade antioxidante da amostra foi calculada em relação à atividade do antioxidante Trolox, nas mesmas condições, e os resultados expressos em capacidade antioxidante equivalente ao Trolox (µmol ET/g de extrato).

2.7.5 Perfil Térmico dos Extratos Vegetais

O perfil térmico dos extratos foi determinado com a finalidade de investigar a estabilidade térmica através da variação de massa da amostra por degradação, decomposição ou oxidação em função da temperatura (MOTHÉ; AZEVEDO, 2009). Foi empregado um analisador térmico simultâneo TG-DTA da marca Shimadzu, modelo DTG-60H (Kyoto, Japão) em atmosfera de oxigênio, com fluxo de 50 mL/min, razão de aquecimento de 10 °C/min, até 1000 °C, utilizando cadinho de alumina e massa de 10 mg.

2.7.6 Identificação e quantificação dos compostos fenólicos

As análises cromatográficas foram realizadas em um cromatógrafo líquido de alta eficiência (CLAE) Shimadzu (Kyoto, Japão), equipado com um injetor automático Rheodyne 7125i e um detector UV-vis. As colunas utilizadas foram uma coluna Shimadzu LC-18 (25 cm x 4,6 mm, 5 µm particle size, da Supelco, Bellefonte, PA) e uma pré-coluna C-18 ODS Shimadzu. Para a identificação dos compostos fenólicos, as amostras foram eluídas com um sistema gradiente que consiste em solvente A (2% ácido acético, v/v) e solvente B (acetonitrila:metanol, 2:1, v/v), utilizados como fase móvel, com um fluxo de 1 mL/min. A temperatura da coluna foi mantida a 25 °C e o volume de injeção foi de 20 µL. O sistema de gradiente iniciou-se a partir de 90% A a 0 min, 88% A em 3 min, 85% A em 6 min, 82% A em 10 min, 80% A em 12 min, 70% A em 15 min, 65% A em 20 min, 60% A em 25 min, 50% A em 30-40 min, 75% A em 42 min e 90% A em 44 min. A corrida cromatográfica total foi de 50 minutos. Os picos dos compostos fenólicos foram monitorizados a 280 nm. O software LabSolutions (Shimadzu) foi usado para controlar o sistema de LC-UV e de processamento de dados.

Os compostos fenólicos foram identificados por meio da comparação dos tempos de retenção com os padrões de ácidos fenólicos e flavonoides, sendo quantificados em concentrações de mg/mL e os cromatogramas foram registrados no software LabSolutions Data System.

2.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a avaliação da otimização de extração dos compostos fenólicos a partir do planejamento de mistura com diferentes solventes, foi aplicada análise de variância (ANOVA), regressão e superfícies de resposta a partir de modelos ajustados pelo simplex

lattices obtidos, utilizando Statistica 7.0 (StatSoft). Para cada resposta, os modelos: linear, quadrático e cúbico foram testados. Adotou-se o modelo mais adequado, com um nível de confiança de 95% ($p < 0,05$). Os resultados obtidos na caracterização física e físico-química da polpa, da amêndoa e do óleo do coco catolé foram expressos em média seguidos do desvio padrão.

REFERÊNCIAS

ALBERTI, A.; ZIELINSKI, A. A. F.; ZARDO, D. M.; DEMIATE, I. M.; NOGUEIRA, A.; MAFRA, L. I. Optimisation of the extraction of phenolic compounds from apples using response surface methodology. **Food Chemistry**, 149, 151–158, 2014.

ANDRÉ, C.; CASTANHEIRA, I.; CRUZ, J. M.; PASEIRO, P.; SANCHES-SILVA, A. Analytical strategies to evaluate antioxidants in food: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v.21, p.229-246, 2010.

AOAC Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC International** (19th ed.). Washington, D.C.: AOAC International, 2012.

AOCS American Oil Chemists Society. **Official Methods and Recommended Practices of the AOCS** (6th ed.). Champaign: AOCS, 2009.

AOCS. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. USA: **Champaign**, 2014.

ASTM D4052. **Standard Test Method for Density , Relative Density , and API Gravity of Liquids by Digital Density Meter**. 2015.

CABRAL, S. P.; PINHO, R. S.; FELIX, L. P.; HARAND, W. Palmeiras Nativas: Fontes promissoras para óleo vegetal. **II Seminário Biodiesel Fonte de Energias das Oleaginosas em Pernambuco**: Evolução do Cenário e Novas Perspectivas no Brasil. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

COSTA, T.; JORGE, N. Compostos Bioativos Benéficos Presentes em Castanhas e Nozes. **Journal of Health Sciences**, v. 13, n. 3, 2015.

FALGUERA, V.; ALIGUER, N.; FALGUERA, M. An integrated approach to current trends in food consumption: moving toward functional and organic products? **Food Control**, v.26, p. 274-281, 2012.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p. 497-509, 1957.

HARTMAN, L.; LAGO, L. C. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. **Laboratory Practice**, 22, 475–476, 1973.

KHATTAB, R. Y.; ZEITOUN, M. A. Quality evaluation of flaxseed oil obtained by different extraction techniques. **LWT-Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 338-345, 2013.

LEAL, L. B.; SOUSA, G. D.; SEIXAS, K. B.; SOUZA, P. H. N. D.; SANTANA, D. P. D. Determination of the critical hydrophile-lipophile balance of licuri oil from *Syagrus coronata*: application for topical emulsions and evaluation of its hydrating function. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 49, n. 1, p. 167-173, 2013.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; MEDEIROS-COSTA, J.T.; CERQUEIRA, L.S.C.; FERREIRA, E. **Palmeira Brasileiras e Exóticas Cultivadas**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora. Nova Odessa. 416p, 2004.

MAGANHA, E. G.; HALMENSCHLAGER, R. C.; ROSA, R. M.; HENRIQUES, J. A. P.; RAMOS, A. L. L. P.; SAFI, J. Pharmacological evidences for the extracts and secondary metabolites from plants of the genus *Hibiscus*. **Food Chemistry**, v.118, p.1-10, 2010.

MELO, C. D. **Potencialidade do Nordeste para o setor de biocombustível: revisão bibliográfica**. 2016.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v.31, 426-428, 1959.

MOREIRA, R. V. R. **Estudos sobre a composição de frutos de algumas variedades de palmeiras e caracterização do seu óleo e proteínas**. Universidade Federal da Paraíba, Curso de Pós-graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Dissertação defendida para obtenção do grau de mestre. 2000.

MOTHÉ, C. G.; AZEVEDO, A. D. **Análise Térmica de Materiais**. São Paulo, Editora Artliber, 2009.

NASCIMENTO, V. T.; MOURA, N. P.; SILVA, M. A.V.; MACIEL, M. I. S.; ALBUQUERQUE, U. P. Chemical characterization of native wild plants of dry seasonal forests of the semi-arid region of northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2112-2119, 2011.

PRASAD, K. N.; HASSAN, F. A.; YANG, B.; KONG, K. W.; RAMANAN, R. N.; AZLAN, A.; ISMAIL, A. Response surface optimisation for the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacities of underutilised *Mangifera pajang* Kosterm peels. **Food Chemistry**, 128(4), 1121–112, 2011.

REZAIÉ, M.; FARHOOSH, R.; IRANSHAHI, M.; SHARIF, A.; GOLMOHAMADZADEH, S. Ultrasonic-assisted extraction of antioxidative compounds from Bene (*Pistacia atlantica* subsp. *mutica*) hull using various solvents of different physicochemical properties. **Food Chemistry**, 173, 577–583, 2015.

RUFINO, M. D. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S. DE, MORAIS, S. M. DE, SAMPAIO, C. D. G., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., SAURA-COLIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP). **Comunicado Técnico Embrapa**, v. 125, p. 1–4, 2006.

RUFINO, M. D. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S. DE, MORAIS, S. M. DE, SAMPAIO, C. D. G., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., SAURA-COLIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. **Comunicado Técnico Embrapa**, v. 127, p. 1–4, 2007.

RUFINO, M. U. L.; COSTA, J. T. M.; SILVA, V. A.; ANDRADE, L. de H. C. Conhecimento e uso do ouricuri (*Syagrus coronata*) e do babaçu (*Orbignya phalerata*) em Buíque, PE, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 22, n.4, p. 1141-1149, 2008.

SIRÓ, I.; KÁPOLNA, E.; KÁPOLNA, B.; LUGASI, A. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance—A review. **Appetite**, v. 51, n. 3, p. 456-467, 2008.

SLINKARD, K.; SINGLETON, V. L. Total phenol analyses: Automation and comparison with manual methods. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 28, n. 1, p. 49–55, 1997.

SUN-WATERHOUSE, D.; THAKORLAL, J.; ZHOU, J. Effects of added phenolics on the storage stability of avocado and coconut oils. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 46, n. 8, p. 1575-1585, 2011.

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos com o desenvolvimento deste trabalho proporcionaram a elaboração dos artigos descritos a seguir:

ARTIGO 1. “coco catolé (*Syagrus ceraensis*): Palmeira nativa de importância socioeconômica e nutricional do Semiárido brasileiro – Revisão”, que será submetido ao periódico Food Reviews International, qualis A2, para Ciência de Alimentos.

ARTIGO 2. “Aspectos físico-químicos e qualidade nutricional do coco catolé (*Syagrus cearensis*)”, submetido à Revista Alimentação Humana, qualis B1, para Ciência de Alimentos.

ARTIGO 3. “Perfil de identidade e qualidade do óleo do coco catolé (*Syagrus cearensis*)” que será submetido ao periódico Lipids, qualis A2, para Ciência de Alimentos.

ARTIGO 4. “Otimização da extração de compostos fenólicos e capacidade antioxidante do fruto de *Syagrus cearensis*”, submetido à Revista Alimentação Humana, qualis B1, para Ciência de Alimentos.

ARTIGO 1

Coco catolé (*Syagrus ceraensis*): Palmeira nativa de importância socioeconômica e nutricional do Semiárido brasileiro – Artigo de Revisão

Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles^{1,2}, Antonio Gouveia de Souza¹, Ângela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro^{1,3}

¹ *Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia - CT, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.*

² *Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil.*

³ *Departamento de Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional - CTDR, Universidade Federal de Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.*

*Autor correspondente: Angela M^a Tribuzy de M. de Cordeiro
Departamento de Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional - CTDR/UFPB
Avenida dos Escoteiros, s/n^o, Mangabeira VII, Distrito Industrial de Mangabeira, João Pessoa, Paraíba, Brazil, CEP 58055-000 Phone: +55 83 3216-7947; e-mail: atribuzycordeiro@gmail.com

Resumo

O coco catolé (*Syagrus cearensis*) é uma palmeira nativa de importância socioeconômica e nutricional para a população do Semiárido brasileiro, no entanto informações mais aprofundadas sobre suas potencialidades são escassas. Neste artigo, foi realizada uma revisão das principais características e descrições coletadas na literatura sobre a origem, as características morfológicas e a composição nutricional do gênero *Syagrus*, destacando os seguintes componentes químicos: lipídios, proteínas e compostos fenólicos. Pertencente à família *Arecaceae* e ao gênero *Syagrus*, o catolé apresenta frutos oblongos com cerca de 5 cm de comprimento, com mesocarpo fibro carnosos, adocicado, glutinoso e elevado teor de água. As amêndoas (endosperma) apresentam elevado teor lipídico, estando aproximadamente 80% da sua composição lipídica classificada como saturada, destacando o ácido láurico (C12:0) como majoritário e seus benefícios à saúde humana. Neste estudo foi possível compactar os principais aspectos econômicos, nutricionais e funcionais do catolé.

Palavras-chave: Ácido láurico, *Arecacea*, Compostos fenólicos

1. Introdução

Apesar da diversidade de espécies vegetais no Brasil, muitas dessas ainda são pouco exploradas como matéria-prima industrial. A *Arecaceae* é uma das maiores famílias botânicas de importância econômica, na qual se encontra o gênero *Syagrus*, um dos três mais frequentes em número de espécies de palmeiras nativas do Brasil, destacando-se o licuri (*Syagrus coronata*), o coco-babão (*Syagrus costae*), a guariroba (*Syagrus oleracea*), o jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e o catolé (*Syagrus cearensis*) (SILVA et al., 2015; CABRAL et al., 2010).

O *Syagrus cearensis* é comumente encontrado nos estados brasileiros do Ceará, Pernambuco, Paraíba e Alagoas (LORENZI et al., 2004), com medições médias de 10 m de altura. O catolé, com seus frutos oblongos de mesocarpo fibro carnoso, adocicado, glutinoso e comestível, é muito apreciado pela fauna nativa (caprinos e ovinos) e também pela população local que consome não somente a sua polpa, quando maduros, mas também a amêndoa dos cocos secos (SOUTO, 2014). Do ponto de vista socioeconômico, sua comercialização constitui uma atividade importante por contribuir como fonte geradora de renda e fixação na área rural, e nutricional, por possuir um elevado valor calórico em comparação com outras frutas nativas tradicionalmente utilizadas na região.

No entanto, é necessária uma investigação mais detalhada sobre as propriedades funcionais e os benefícios à saúde humana que o fruto, a amêndoa e o óleo do coco catolé (*Syagrus cearensis*) podem oferecer durante a alimentação, a fim de promover o desenvolvimento sustentável do Semiárido brasileiro.

Esta revisão teve como objetivo compilar as principais características e descrições coletadas na literatura sobre a origem, as características morfológicas e a composição nutricional do gênero *Syagrus*.

2. Família Arecaceae

Arecaceae é o grupo conhecido popularmente por palmeiras ou coqueiros, cujas espécies são facilmente identificáveis e bem distintas quando comparadas às demais monocotiledôneas. No entanto, as diferenças não são tão evidentes entre as espécies que compõem a família devido à sua grande semelhança morfológica.

A família Arecaceae, compreende 2.700 espécies distribuídas em 240 gêneros (LORENZI et al., 2010), com grande ocorrência em todo mundo (JOLY, 2002; LORENZI et al., 2004). O Brasil, como um país tropical, apresenta uma enorme variedade de palmeiras nativas desta família, das quais aproximadamente 260 são brasileiras (SOUZA; LORENZI,

2012). De acordo com a Flora do Brasil (LEITMAN et al., 2015), 39 gêneros e 264 espécies ocorrem no país, sendo 108 espécies endêmicas.

As palmeiras representam a terceira família botânica mais importante para o ser humano. Isso se justifica pela sua ampla distribuição, habitando as três regiões fisiográficas (Litoral-Mata, Agreste e Sertão); abundância, sendo encontradas em ecossistemas de grande diversidade florística; produtividade e diversidade de usos. Apesar de pouco conhecido cientificamente, apresentam grande importância nutricional, medicinal, sócio cultural e econômica para populações locais (MEDEIROS-COSTA, 2002; ZAMBRANA et al. 2007; SOARES et al., 2014).

O Nordeste brasileiro abriga cerca de 80 espécies de palmeiras nativas, algumas delas ameaçadas pelas alterações destrutivas do habitat original, associadas à exploração desordenada (RUFINO et al., 2008). Para esses autores, representantes da família *Arecaceae* ocupam um lugar importante na composição da flora e da paisagem na Região Nordeste do Brasil, destacando-se algumas palmeiras restritas a esta região como o *Syagrus coronata* (Licuri) e *Syagrus cearensis* (catolé).

Segundo Medeiros-Costa (2002), destacam-se como espécies de palmeiras de importância econômica no Brasil: Macaíba (*Acrocomia intumescens* Drude), Pindoba (*Atallea oleifera* Barbosa Rodrigues), Coco-de-fuso (*Bactris ferruginea* Burre), Carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore), Babaçu (*Orbigny phalerata* Mart.), catolé (*Syagrus cearensis* Noblick) e Licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.), como frutíferas, fornecedoras de óleo, cera e fibras (Quadro 1).

Na família *Arecaceae* encontram-se espécies intimamente relacionadas com a flora e a fauna direta ou indiretamente, servindo de alimento e sombreamento de plântulas (OLIVEIRA et al., 2010), apresentando-se na forma de árvores, arbustos, onde raros são os casos das trepadeiras (JOLY, 2002).

As *Arecaceae* são plantas perenes, arborescentes, com representantes dióicos e monóicos, de morfologia variada. As raízes podem ser subterrâneas ou aéreas. Os estipes são geralmente lenhosos, simples, solitários ou ocasionalmente ramificados formando touceiras, mas por vezes se apresentando como acaule (caule subterrâneo). Quando aéreo, em geral, o estipe pode apresentar-se liso ou densamente coberto por espinhos. As folhas são formadas essencialmente por um eixo no qual são distinguidas três regiões: bainha, pecíolo e limbo (LOPES, 2007).

As flores são pequenas e numerosas, curto-pediceladas ou sésseis, pouco vistosas, unissexuadas ou raramente bissexuais, trímeras, actinomorfas, geralmente diclamídeas,

heteroclamídeas ou raramente monoclamídeas (LOPES, 2007). Os frutos são do tipo drupa ou baga, variáveis no tipo, cor, tamanho e forma e geralmente apresentam três camadas: exocarpo, mesocarpo e endocarpo. O exocarpo pode ser liso, com presença de espinhos ou escamoso, o mesocarpo é de natureza fibrosa, seca ou fibrosa succulenta e o endocarpo pode ser fino, membranoso, celulósico, espesso ou lignificado. As plântulas possuem folhas inteiras, bifidas ou pinadas (MIRANDA et al, 2001).

Quadro 1. Palmeiras de importância econômica para o Brasil

Nome científico	Nome vulgar	Referências
<i>Acrocomia intumescens</i> Drude	Macaíba	Medeiros-Costa (2002)
<i>Aphandra natalia</i> (Balslev & A.J.Hend.) Barfod.	Piaçava	Kronborg et al. (2008)
<i>Attalea eichleri</i> (Drude) A. J. Hend.	Babaçu	González-Pérez et al. (2012)
<i>Attalea funifera</i> Mart.	Piaçava	Kronborg et al. (2008)
<i>Atallea oleifera</i> Barb. Rodr.	Pindoba	Medeiros-Costa (2002)
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	Babaçu	González-Pérez et al. (2012)
<i>Bactris ferruginea</i> Burret	Coco-de-fuso	Medeiros-Costa (2002)
<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	Pupunha	Haynes e McLaughlin (2000)
<i>Butia catarinensis</i> Noblick & Lorenzi	Butiá	Kumagai e Hanazaki (2013)
<i>Copernicia prunifera</i> (Miller) H.E. Moore	Carnaúba	D'alva (2004); Medeiros-Costa (2002); Lorenzi et al. (2004); Rodrigues et al. (2013)
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Juçara	Haynes e McLaughlin (2000); Barroso, Reis e Hanazaki (2010)
<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Açaí	Haynes e McLaughlin (2000); Xavier, Oliveira e Oliveira (2009); Reis (2012)
<i>Geonoma gamiova</i> Barb. Rodr.	Palha	Ceccon-Valente e Negrelle (2013)
<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Buriti	Saraiva e Sawyer (2007); Martins, Filgueiras e Albuquerque (2008); Santos e Coelho-Ferreira (2012)
<i>Orbignya phalerata</i> Mart.	Babaçu	Medeiros-Costa (2002); González-Pérez et al. (2012)
<i>Syagrus cearensis</i> Noblick	catolé	Medeiros-Costa (2002); Noblick (2004); Rufino et al. (2008); Souto (2013); Souto (2014)
<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.	Licuri	Medeiros-Costa (2002); Rufino et al. (2008)

2.1 Importância econômica, nutricional e ecológica da família *Arecaceae*

A família *Arecaceae* possui grande importância ecológica, uma vez que seus frutos servem de alimento para mamíferos e aves, principalmente na estação seca, quando em geral a disponibilidade de alimentos é baixa (KEUROGHILIAN; EATON, 2009; PARANHOS et al., 2007; RAGUSA-NETTO, 2006). Sendo por isso, um grupo de plantas chave na preservação e recuperação de alguns biomas brasileiros (BRANCALION et al., 2011).

Algumas espécies do gênero possibilitam ainda o uso de sua madeira, na fabricação de artesanatos e utensílios através das suas fibras e folhas, que podem ser utilizadas para a cobertura de casas (ROSSATO, BARBIERI, 2007). Entre outras utilidades, se destaca pelo uso ornamental na composição de paisagens (LORENZI et al., 2010).

No aspecto econômico possuem grande utilização na indústria extrativista, como por exemplo, na obtenção de óleos comestíveis que também possuem aplicação na fabricação de biodiesel (COSTA; MARCHI, 2008), na exploração de palmito e frutos, que além de serem utilizados na alimentação se tornam matéria-prima na fabricação de cosméticos (CLEMENT et al., 2005).

Os frutos de palmeiras utilizados na alimentação apresentam grande potencial oleaginoso, fornecendo importantes quantias de azeite e de óleo extraídos do seu mesocarpo (geralmente rico em ácido oléico e/ou palmítico) e das sementes (geralmente rica em ácido láurico), respectivamente (CLEMENT et al., 2005).

Os frutos de palmeiras também são usados na alimentação por apresentar em sua composição açúcares, proteínas e vitaminas (CLEMENT et al., 2005) e pigmentos como os carotenoides (ROSSO; MERCADANTE, 2007), variando sua coloração do amarelo ao vermelho e de consumo importante para a saúde humana. Alguns carotenoides são convertidos em vitamina A após sua ingestão e outros estão associados à diminuição de diversas doenças degenerativas e cancerígenas, sem haver conversão prévia em vitamina A. Além disso, apresentam potencial antioxidante capazes de sequestrar espécies reativas de oxigênio e desativar radicais livres (OLIVEIRA; ROCHA, 2008). Gêneros de palmeiras da família *Arecaceae* que apresentam potencial antioxidante são: *Orbignya*, *Euterpe*, *Copernicia*, *Mauritia* e *Syagrus* (RUFINO et al., 2005; SILVA et al., 2005).

Devido à resistência aos desmatamentos e queimadas, o valor econômico da família *Arecaceae* tem despertado o interesse para o manejo por diversas culturas regionais (MIRANDA et al. 2001). No entanto, frutos de espécie que não são explorados como fonte de alimento, há pouco conhecimento sobre seu valor nutricional (CREPALDI et al., 2001),

impedindo o aumento de sua utilização, agregação de valor à produção e promoção do desenvolvimento sustentável.

3. Gênero *Syagrus*

Entre tantos gêneros pertencentes à família *Arecaceae*, encontra-se o gênero *Syagrus* com 59 espécies descritas, das quais 51 são endêmicas do Brasil (LEITMAN et al, 2015). É composto por palmeiras monoicas, polícarpas, de pequeno ou grande porte, solitárias ou entouceiradas, com estipe subterrâneo ou elevado, raramente estolonífero, liso ou coberto pelos remanescentes das bainhas das folhas já caídas. A maioria das espécies acaulescentes e de pequeno porte está confinada às áreas semiáridas ou de cerrado (DRANSFIELD et al., 2008; NOBLICK, 2010).

Os frutos, constituídos de três camadas: epicarpo, mesocarpo e endocarpo, variam de tamanho, oscilando de 1,5 a 7 cm de comprimento e de 1,5 a 2,5 cm de diâmetro, apresentam forma esférica, ovóide ou elíptica e a coloração variando entre verde-amarelada a amarela ou avermelhada, algumas vezes rostrado, o perianto e anel de estaminódios persistentes (LOPES, 2007).

Algumas espécies do gênero são muito valorizadas regionalmente, devido aos produtos extraídos como: palmito, amêndoas, polpa dos frutos e folhas para o artesanato. É o caso do *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. (guariroba), do *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (ouricuri) e do *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (jerivá). Outras espécies vêm sendo recentemente introduzidas com sucesso no paisagismo (NOBLICK, 2010). No entanto, a maioria das espécies encontra-se bastante ameaçada pela expansão da agricultura, especialmente as de pequeno porte, comuns nos cerrados e caatingas, enquanto outras precisam ser mais estudadas e caracterizadas.

Reis et al. (2012), após a análise físico-química de amêndoas de outras palmeiras do gênero *Syagrus* (*S. coronata* e *S. schizophilla*), constataram que ambas são bastante ricas em lipídios (49,2% e 65,3%, respectivamente), apresentando o *S. schizophilla* teores superiores à da semente do girassol (49,7%), geralmente tomada como referência em comparações quanto ao teor de lipídios. Quanto à proteína apresentaram 11,05% para *S. coronata* e 17,21% para *S. schizophilla*. Além disso, a polpa dos frutos dessas palmeiras tem elevados teores de ferro e potássio.

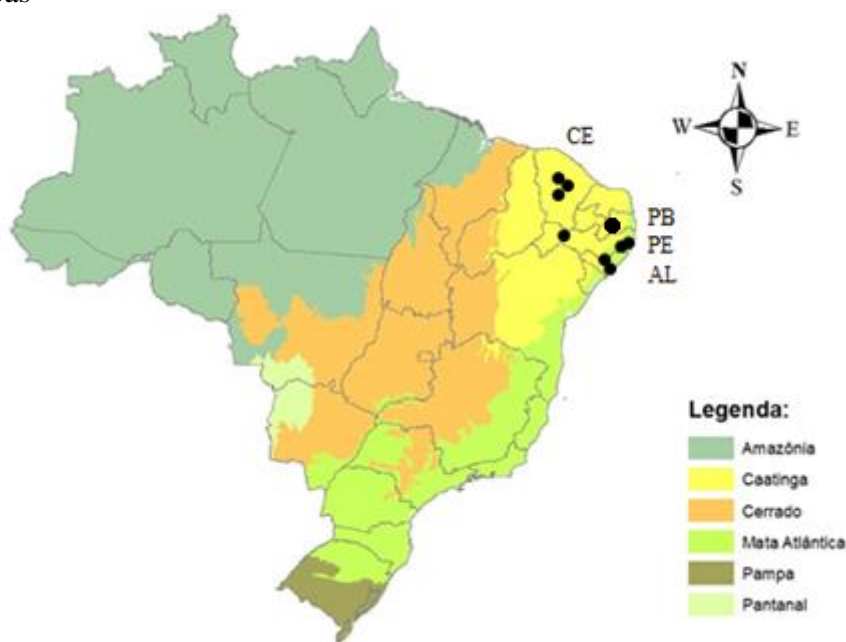
A denominação *Syagrus* é uma derivação do latim que quer dizer “um tipo de palmeira”. Gênero quase que totalmente restrito à América do Sul, sendo o Brasil Central e o leste do Brasil o seu centro de dispersão (LORENZI et al., 2010).

3.1 *Syagrus Cearensis*

A espécie *Syagrus cearensis* (Noblick), também conhecida como catolé, coco catolé, coco-babão ou babão, distribui-se pelos estados do Ceará, Pernambuco, Paraíba e Alagoas, na vegetação estacional dos morros e serras ao longo da costa Atlântica, bem como na caatinga arbórea do interior brasileiro (Figura 1).

Assim como as outras palmeiras, são perenifólias, sustentam suas folhas verdes mesmo durante as secas, sendo facilmente percebidas e identificadas na paisagem acinzentada. Quando chove, misturam-se no verde da vegetação camuflando suas coroas (SOUTO, 2014).

Figura 1 - Distribuição do *Syagrus cearensis* nos estados brasileiros do Ceará, Pernambuco, Paraíba e Alagoas



Fonte: Mapa de biomas do Brasil (IBGE, 2004), Distribuição do *Syagrus cearensis* (NOBLICK, 2004)

De acordo com Lorenzi et al. (2010), o *Syagrus cearensis* tem como características principais o hábito cespitoso (formação de touceiras), ocasionalmente solitário, curvado e anelado, possui 4-10m de altura e 10-18cm de diâmetro de caule. Folhas pinadas em número

de 10-15 contemporâneas, curvadas e plumosas, as pinas (folíolos) são lineares, verde escuras em número de 100 a 130 em cada lado da raque distribuídas irregularmente e dispostas em diferentes planos. As inflorescências são interfoliolares, ramificadas e protegidas por uma bráctea peduncular lenhosa (Figura 2). Os frutos podem ser globosos ou oblongos com cerca de 5 cm de comprimento, com mesocarpo fibro carnosos, adocicado e glutinoso (Figura 3).

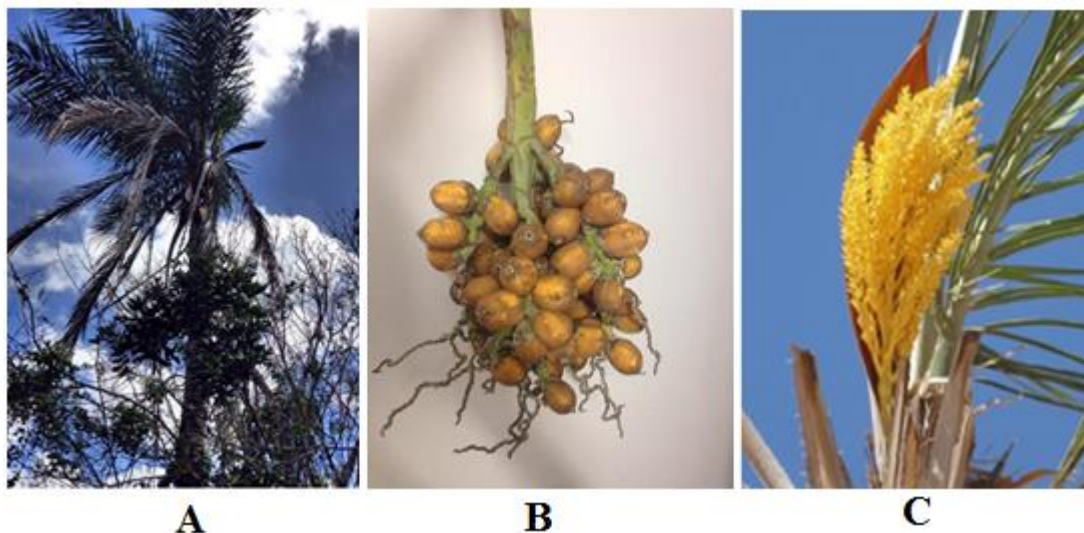
Os frutos, conhecidos como coco catolé, são usados pela população da área de ocorrência como alimento fresco ou na elaboração de produtos (LORENZI et al, 2004), observando-se um período de frutificação entre os meses de julho a janeiro. São bastante apreciados entre as crianças, adultos, aves, reptéis e bovinos. Além disso, possuem um elevado valor calórico (393,67 kcal/100 g) em comparação com outras frutas nativas tradicionalmente utilizadas na região, assumindo um papel fundamental no incremento energético na dieta de crianças, apresentando-se, portanto, como uma espécie de grande potencial para complementar a dieta da população sertaneja e brejeira (NASCIMENTO et al., 2011).

O catolé, com seus frutos de mesocarpo comestível, são muito apreciados pela fauna nativa, especialmente pelo mocó (*Kerodon rupestris* Wied), pela fauna introduzida como caprinos e ovinos e também pelo homem que consome não somente a sua polpa, quando maduros, mas também a amêndoa dos cocos secos (SOUTO, 2014).

Das amêndoas extrai-se óleo que é utilizado e apreciado na alimentação regional, de composição e aspectos sensoriais semelhantes ao óleo de coco (*Cocos nucifera* L.) e de aplicabilidade em cosméticos e fins terapêuticos (LEAL et al, 2013). Em geral, as amêndoas contêm proteínas (8,95%), são ricas em lipídios (69,33%), são boas fontes de fibras e possuem quantidades razoáveis de vitaminas e minerais (NASCIMENTO et al., 2011). Seixas e Leal (2011), estudando as características físico-químicas do óleo do catolé, observaram índices de acidez, peróxidos e saponificação em acordo com as especificações exigidas para o uso na indústria de cosméticos, atestando a qualidade do óleo extraído das amêndoas do catolé.

Além do consumo da polpa e da amêndoa do catolé e da utilização das folhas para utensílios artesanais, Souto (2014) identificou o consumo das folhas do catolé como forragem pelos animais (bovinos, caprinos ovinos) durante a grande estiagem referente aos anos de 2012 e 2013 (ONU, 2013). Apesar destes animais não possuírem o hábito de comer as folhas do catolé, a conjuntura de escassez hídrica mencionada foi a alternativa encontrada.

Figura 2 – (A) Touceira de catolé (*Syagrus cearensis*), Lgoa Seca/PB; (B) Cacho maduro de coco catolé, Lgoa Seca/PB; (C) Inflorescência do *Syagrus cearensis*.



Fonte: Fotos do próprio autor (A e B); Souto, 2014 (C)

Figura 3 - coco catolé. (A) fruto, (B) Amêndoa do coco catolé, (C) Mesocarpo (polpa) e (D) Endocarpo (coco)







Fonte: Fotos do próprio autor

O catolé e o licuri (*S. coronata*) são frutos que comumente se confundem. No entanto, este possui hábito solitário e apresenta a metade superior do caule coberta pelos remanescentes da base das folhas já caídas dispostas em cinco fileiras verticais de forma

helicoidal. O fruto do licuri, também bastante atrativo, é um pouco menor que o do catolé, com cerca de 3 cm (SOUTO, 2014).

Segundo Lorenzi et al. (2010), o coco catolé é amplamente utilizado na alimentação por populações locais onde sua ocorrência é espontânea. De acordo com Souto (2014), várias são as aplicabilidades do catolé para a população interiorana do nordeste brasileiro (Figura 4).

Figura 4 - Principais aplicabilidades do catolé (*Syagrus cearensis*)

USOS DO CATOLÉ	PARTES DA PLANTA UTILIZADA
Utensílios <ul style="list-style-type: none"> Vassouras Chapéus Abanadores Espanadores 	Folha 
Alimentação humana e da fauna silvestre e introduzida - Consumo <i>in natura</i>	Fruto 
	Amêndoa 
Forragem para os animais de criação (bovinos, ovinos e caprinos)	Folha 

Fonte: Souto, 2014

3.2 Composição Nutricional

O conhecimento da composição nutricional dos alimentos é de grande importância na identificação dos macro e micronutrientes presentes e suas implicações no consumo pela população, além de verificar a adequação nutricional na dieta, bem como nos aspectos de planejamento agropecuário e na indústria de alimentos (LIMA et al., 2008).

Os frutos nativos da caatinga, em especial das palmeiras, são apreciados por suas características exóticas de sabor e coloração. No entanto, os estudos sobre o valor nutricional e funcional dos diversos frutos de espécies, sub exploradas ou não exploradas como alimento, são bastante incipientes. Tal aspecto é imprescindível, pois, por agregar valor a um fruto de espécie nativa, fortalece e confere sustentabilidade a um negócio extrativista que se expande por extensa área do Semiárido brasileiro, contribuindo para a renda e melhoria de vida da população destas áreas (CREPALDI, 2001). Para que tais avanços possam ser alcançados, faz-se necessário o conhecimento da composição físico-química e a eficiência de utilização desses alimentos (CARVALHO, 2006).

Os lipídios, proteínas, carboidratos e vitaminas são nutrientes encontrados em amêndoas e frutos de palmeiras. As amêndoas contêm maior teor de lipídios e proteínas, já na polpa há maior presença de carboidratos. As atividades biológicas registradas para as espécies de *Syagrus* são escassas, sendo *S. coronata* (Licuri) e *S. oleraceae* (Guariroba) as espécies mais estudadas (HUGHES et al., 2010). Segundo Belviso et al. (2013), a semente de licuri tem um grande valor nutricional (49,2% de lipídios; 9,7% de carboidratos; 11,5% de proteínas; 621,41 Kcal/100g) e potencial antioxidante, destacando a presença de 13 compostos fenólicos, entre eles Procianidina B1, Catequinas, Procianidina B2, Epicatequinas, Quercetina-3-O-glicosídeo, Rutinas, Miricetinas, Quercetina- 3-O-raminosídeo. Além disso, a determinação da composição nutricional mostra que o fruto é altamente calórico (BAUER et al., 2013).

Em análise do perfil de ácidos graxos dos frutos de Guariroba (*Syagrus oleracea*) e do Jerivá (*S. romanzoffiana*), Coimbra e Jorge (2012) registraram 16 ácidos graxos na polpa, sendo o ácido palmítico predominante. Para as amêndoas foram encontrados nove ácidos graxos para Guariroba e 10 ácidos graxos para o Jerivá. Os principais ácidos graxos identificados foram o láurico, mirístico e oleico, os quais representaram cerca de 70% dos ácidos graxos.

Nos estudos da composição centesimal de seis frutos da família *Arecaceae*, Silva et al. (2015) identificaram valores nutricionais importantes de duas espécies de palmeiras: *Syagrus cearensis* (catolé) e *Syagrus coronata* (licuri) (Quadro 2). Em destaque, os resultados ressaltaram valores médios de 54,1 µg/g de carotenoides e umidade (72,5%) na polpa do coco catolé, indicando a perecibilidade deste fruto, e 0,7µg/g de carotenoides, proteína (4,4%) e elevado teor lipídico (40,6%) nas amêndoas do *Syagrus cearensis*, estando aproximadamente 80% da sua composição lipídica classificada com ácidos graxos saturados, observando o ácido láurico (C12:0) como majoritário (Quadro 3).

Quadro 2. Composição centesimal e valor calórico da polpa e amêndoa de frutas tropicais de *Arecaceae* da região nordeste do Brasil

Espécies	Composição centesimal (g/100 g)					Energia (kJ/100 g)
	Umidade	Cinzas	Proteínas	Carboidratos	Lipídios	
POLPA						
<i>Acrocomia intumescens</i>	62,2	2,0	2,5	3,5	29,6	1200,0
<i>Pinanga kuhlii</i>	22,9	6,3	5,1	64,0	1,5	1231,0
<i>Ptychosperma macarthurii</i>	65,4	7,5	4,8	14,2	8,0	621,0
<i>Syagrus cearensis</i>	72,5	0,6	4,3	19,2	3,1	518,0
<i>Syagrus coronata</i>	74,9	0,5	20,6	16,0	1,5	680,0
<i>Veitchia merrillii</i>	74,4	1,4	1,5	11,6	10,9	629,0
AMÊNDOA						
<i>Acrocomia intumescens</i>	14,8	2,0	11,7	43,9	27,4	1960,0
<i>Pinanga kuhlii</i>	48,2	1,4	7,2	40,6	2,3	902,0
<i>Ptychosperma macarthurii</i>	65,4	1,6	7,2	70,1	0,8	134,0
<i>Syagrus cearensis</i>	24,3	7,1	4,4	23,3	40,6	1977,0
<i>Syagrus coronata</i>	12,5	3,2	4,3	33,4	30,0	1754,0
<i>Veitchia merrillii</i>	44,3	1,0	2,6	51,2	0,6	942,0

Fonte: Silva et al., (2015)

Quadro 3. Perfil de ácidos graxos da polpa e amêndoa de frutas tropicais de *Arecaceae* da região nordeste do Brasil

Espécies	Composição de ácidos graxos (%)						
	C10: 0	C12: 0	C14: 0	C16: 0	C18: 0	C18: 1	C18: 2
POLPA							
<i>Acrocomia intumescens</i>	-	-	-	14,08	-	74,14	11,78
<i>Pinanga kuhlii</i>	-	7,12	-	31,28	-	11,81	-
<i>P. macarthurii</i>	-	-	-	41,89	4,91	28,79	23,6
<i>Syagrus cearensis</i>	-	-	-	34,4	-	28,33	-
<i>Syagrus coronata</i>	-	-	-	42,31	32,35	25,34	-
<i>Veitchia merrillii</i>	-	-	-	36,58	20,17	-	-
AMÊNDOA							
<i>Acrocomia intumescens</i>	5,03	45,44	12,61	9,53	4,31	23,07	-
<i>Pinanga kuhlii</i>	-	-	-	45,2	-	-	-
<i>P. macarthurii</i>	-	-	-	92,91	-	-	-
<i>Syagrus cearensis</i>	3,44	38,11	3,37	-	-	-	-
<i>Syagrus coronata</i>	9,16	44,55	19,04	10,03	3,78	13,44	-
<i>Veitchia merrillii</i>	-	4,76	-	36,89	15,58	-	-

Fonte: Silva et al., (2015)

Os frutos oriundos das palmeiras são também chamados de oleaginosos, em decorrência dos seus elevados conteúdos de óleo. Os estudos de Nascimento et al. (2011) comprovaram este potencial lipídico do *S. cearensis*, apresentando valores médios de 69,33%, superando sementes oleaginosas tradicionais como a soja (18-20% de óleo), algodão (21%) e canola (24-27%).

Além da identificação dos compostos químicos e conhecimento do valor nutricional dos frutos nativos da caatinga, a determinação da composição centesimal é uma importante ferramenta para a distinção entre espécies de palmeiras do mesmo gênero e de características físicas semelhantes (SILVA et al., 2015).

De acordo com Bora et al. (2003), as amêndoas ricas em ácido láurico são uma característica de óleos de palmeiras. Espécies ricas em ácido láurico têm inúmeras aplicações industriais. Podem ser utilizados na indústria alimentar como gorduras para cozimento, como substitutos da gordura do leite em margarinas, biscoitos, doces, sorvete e como substituto da manteiga de cacau. Os óleos ricos em ácido láurico também são muito úteis na fabricação de sabão, detergente e produção de biodiesel (DE LA et al. 2010; BORA et al., 2003).

Nascimento et al. (2011), estudando as espécies nativas do Nordeste brasileiro, determinou a composição química da amêndoa do *S. cearensis*, obtendo os seguintes resultados: umidade (2,96%); cinzas (1,75%); proteínas (8,95%); lipídios (69,33%) e carboidratos (17,01%). O coco catolé possui elevado valor calórico (393,67 kcal/100g) quando comparada a outras palmeiras nativas da caatinga. Se considerar que uma criança precisa ingerir em média cerca de 2000 kcal por dia e um adulto 3100 kcal por dia (FAO, 2001), a ingestão de 60 g da amêndoa do *S. cearensis* satisfaz cerca de 17 % das necessidades calóricas de uma criança e 11% de um adulto.

Dos macronutrientes, os carboidratos, também conhecidos como hidratos de carbono ou glicídios, são destaques no coco catolé. São considerados fonte energética primária do organismo, além de desempenhar papel protetor em alguns órgãos. Os frutos do *Syagrus cearensis* apresentam um mesocarpo fibro carnosos, adocicado e glutinoso (LORENZI et al., 2010) com valores médios de 19% de carboidratos (SILVA et al., 2015).

Segundo com Tirapegui (2005), nutricionalmente os carboidratos significam na alimentação humana cerca de 40% a 80% do valor calórico total ingerido diariamente, sendo considerada a maior fonte energética da alimentação. Em 100 g de polpa do catolé, são fornecidas 76,8 kcal, o que equivale a 62% do conteúdo energético desta parte do fruto.

As proteínas estão presentes nas amêndoas do catolé em uma quantidade razoável, expressando valores médios de 8,95% (NASCIMENTO et al., 2011). Elas apresentam

funções construtoras no organismo e são complexos químicos que contêm carbono, hidrogênio, oxigênio, e um elemento essencial que é o nitrogênio, o qual constitui 16% da proteína, em média, a depender da sua origem (MAHAN, ESCOTT-STUMP, 2005). Estes são os únicos macronutrientes que contêm nitrogênio em sua estrutura.

3.3 Catolé: potencial alimento funcional

O conceito de alimento deixou de ser abordado simplesmente como nutricional e sim, encarado como portador de componentes especiais, que oferecem proteção à saúde humana e contribuem para um melhor desempenho do organismo humano quando consumido regularmente (IKEDA; MORAES; MESQUITA, 2010; CARVALHO, 2013), o que tem motivado, de forma crescente, o mercado alimentício à procura dos denominados alimentos funcionais.

Neste sentido, foi definido consensualmente o conceito europeu de alimento funcional: “um alimento pode ser considerado funcional se for satisfatoriamente demonstrado que tem um efeito benéfico numa ou mais funções fisiológicas alvo, para além dos seus efeitos nutricionais adequados, relevante para promover a saúde e bem-estar e/ou reduzir o risco de doença” (EFSA, 2007). Um alimento funcional deve assim configurar-se como um alimento e os seus efeitos devem ser demonstrados em doses que possam ser normalmente expectáveis numa dieta (FARIA et al., 2011).

Apesar de poucos estudos sobre o *Syagrus cearensis*, é possível destacar componentes químicos importantes deste fruto que o caracterizam como um alimento de alegação funcional, cuja confirmação destas propriedades precisa de estudos científicos mais aprofundados.

Segundo Rufino et al. (2005) e Silva et al. (2005), algumas palmeiras do gênero *Syagrus* apresentam potencial antioxidante. Estudos do potencial antioxidante em *Syagrus cearensis* (coco catolé) são inexistentes, no entanto resultados satisfatórios observados em *Syagrus coronata* (Licuri) (BELVISO et al., 2013) e *Syagrus oleracea* (Guarirooba) (COIMBRA; JORGE, 2012), encorajam a pesquisa destes compostos bioativos no coco catolé.

Existe um interesse no estudo de substâncias antioxidantes, devido às descobertas sobre os efeitos dos radicais livres no organismo e consequências à saúde que estes podem vir a acarretar. A ação desses radicais livres pode ser retardada e/ou bloqueada por substâncias sintéticas e naturais (RAMOS, 2011), as quais têm sido uma alternativa viável para suprir os

inconvenientes causados pelos sintéticos de efeitos tóxico e carcinogênico comprovados (SUN-WATERHOUSE; THAKORLAL; ZHOU, 2011).

As propriedades antioxidantes dos compostos fenólicos são atribuídos à sua capacidade para sequestrar radicais livres e para quelar os íons de metais envolvidos na sua produção (FERNANDEZ-PANCHON et al., 2008; IGNAT; VOLF; POPA, 2011).

De elevado teor lipídico em sua amêndoa (SILVA et al., 2015; NASCIMENTO et al. (2011), o coco catolé é um dos principais frutos oleaginosos de palmeiras da caatinga do Nordeste brasileiro. A composição em ácidos graxos é principalmente de ácido cáprico (C10:0), ácido láurico (C12:0), ácido mirístico (C14:0), ácido palmítico (C16:0), ácido esteárico (18:0), ácido oleico (C18:1) e ácido linoleico (C18:2) (SILVA et al., 2015).

Alguns estudos (BOMTEMPO, 2008; MARTEN; PFEUFFER; SCHREZENMEIR, 2006; ST-ONGE; JONES, 2002) mostram a importância dos ácidos graxos saturados de cadeia média em processos de emagrecimento, o que por sua vez, associa-se também com a saúde de forma geral, diminuindo até mesmo os efeitos do acúmulo de gordura nas artérias. Um dos principais ácidos graxos saturados que são enquadrados nesta categoria de “benéficos para a saúde”, está o ácido láurico (C12:0), principal constituinte do óleo de coco e também do óleo de catolé.

Em estudo recente, Feltrin et al. (2014) confirmaram os benefícios do ácido láurico na redução da ingestão calórica em homens adultos. A substância age como um redutor natural do apetite, assim como medicamentos com os princípios ativos sibutramina e rimonabant, sem, entretanto, causar os desconfortos gastrointestinais associados à ingestão destes medicamentos. Quando a ingestão de 2,0 g do ácido láurico ocorreu em estado de jejum, seguido por 30 minutos de intervalo para o desjejum, a ingestão calórica tanto no café da manhã quanto no almoço, diminuiu entre 20 a 30% no público estudado. Entretanto, este ácido graxo, por ser saturado, pode ser responsável por hipercolesterolemia, sendo assim necessária a prática regular de atividade física para que seus benefícios referentes ao emagrecimento sejam viáveis.

De composição e aspectos sensoriais semelhantes ao óleo de coco (*Cocos nucifera* L.), o *S. cearensis* apresenta um elevado teor lipídico, com uma gordura predominantemente formada por ácidos graxos saturados (AGS) (SILVA et al., 2015; NASCIMENTO et al. 2011), de baixo peso molecular, elevada resistência à rancificação, sabor suave e o odor agradável do coco. Dentre os ácidos graxos de cadeia média, os quais apresentam entre oito a treze átomos de carbono, destaca-se o ácido láurico (C12:0) com 38% do total de ácidos graxos presentes neste fruto (SILVA et al., 2015).

Os ácidos graxos de cadeia média, por serem de fácil digestibilidade e rapidamente oxidados no fígado para o fornecimento de energia, são geralmente usados na indústria de alimentos, em formulações infantis, na nutrição enteral e parenteral e em diversas situações clínicas como na prevenção de trombose, melhora do balanço de nitrogênio e do sistema imunológico (FAO, 2016).

Segundo estudo de Yousefi, Nateghi e Rezaee (2013) o óleo de coco (*Cocos nucifera* L.) apresenta, além dos ácidos graxos necessários para a composição estrutural das membranas celulares do corpo, antioxidantes como carotenoides, tocoferóis e compostos fenólicos, que protegem o óleo contra as reações oxidativas e favorecem sua alta estabilidade. Diferentes compostos fenólicos podem ser identificados, tais como os ácidos caféico, ferúlico e p-cumárico, os quais contribuem para sua atividade antioxidante (SENEVIRATNE, DISSANAYAKE, 2008; DEBMANDAL; MANDAL, 2011).

Até o presente momento, não identificou-se trabalhos sobre a identificação de compostos fenólicos no óleo do coco catolé. A busca pelas propriedades funcionais de espécies nativas utilizadas e apreciadas na alimentação regional é de suma importância para agregar valor a este fruto do Semiárido brasileiro, contribuindo para a renda e melhoria de vida da população destas áreas.

3.4. Ácido Láurico

Os óleos láuricos são óleos obtidos de palmeiras nativas e destacam, frente a outros tipos de gorduras, pela sua concentração elevada de ácido láurico. Pesquisas científicas demonstram que o ácido láurico pode estimular o sistema imunológico pela ativação da liberação de uma substância chamada interleucina 2 que faz a medula óssea fabricar mais células brancas de defesa, ideal para quem tem imunidade baixa como pacientes com AIDS e Câncer. Além disso, os óleos láuricos agem como anti-inflamatórios pela inibição da síntese local de prostaglandinas (PGE2) e interleucina 6 que são substâncias pró-inflamatórias presentes em quadros reumáticos, artrites e inflamações musculares (WALLACE et al., 2000).

Quando o ácido láurico chega ao intestino ele é quebrado pela enzima lipase e se transforma em monolaurina, sendo absorvida e conduzida à corrente sanguínea. Esta substância, cujo precursor é o ácido láurico, destrói a membrana de lipídios que envolve os vírus bem como torna inativas as bactérias, leveduras e fungos. A ação atribuída a monolaurina é a solubilização dos lipídios contidos no envoltório dos vírus, causando a sua

destruição. Há, portanto, uma potencial atividade antiviral e antibacteriana desta substância (KABARA, 1993). Além disso, fungos, leveduras, protozoários têm sido relatados por serem inativados pela monolaurina, destacando-se como um aditivo alimentar não tóxico (LIEBERMAN et al., 2006; NEYRIZ-NAGADEHI, 2013).

De fácil absorção, os óleos láuricos não necessitam de enzimas para sua digestão e metabolismo (BOMTEMPO, 2008). No fígado, rapidamente se transformam em energia, gerando calor e queimando calorias, o que leva à perda de peso. De fato, por este efeito, o uso destes óleos têm se tornado famoso internacionalmente em dietas de emagrecimento, pois são o único tipo de gordura que ao ser metabolizada pelo corpo não é estocada na forma de tecido gorduroso (MARTEN; PFEUFFER; SCHREZENMEIR, 2006; ST-ONGE; JONES, 2002).

Alguns estudos científicos demonstraram que os óleos láuricos não aumentam os níveis de colesterol como se pensava, mas muito pelo contrário, eles balanceiam os níveis do bom colesterol (HDL) no sangue em animais não dislipidêmicos (ENIG, 1999; EL-ABASY, 2016). As pesquisas antigas com óleo de coco, que mostravam o contrário, haviam sido feitas com óleo de coco parcialmente hidrogenado, que pode dar origem à formação de gordura trans, que aumenta os níveis de colesterol e favorece o surgimento de câncer. Quando óleos vegetais são aquecidos a altas temperaturas, são formadas as gorduras trans, ou seja, sua forma original cis é alterada, com tendência a acúmulos no organismo que levam a doenças cardiovasculares (BOMTEMPO, 2008). Os óleos láuricos reduzem a oxidação do mau colesterol (LDL) no sangue prevenindo doenças cardiovasculares (MACHADO et al., 2006).

Entretanto, é importante ressaltar que existem controvérsias na literatura científica a respeito da ingestão de ácidos graxos saturados, necessitando, portanto, de estudos aprofundados e conclusivos. Segundo Santos et al. (2013), o consumo de gordura saturada é classicamente relacionado com elevação do LDL-c plasmático e aumento de risco cardiovascular. A menor proporção de gordura saturada da dieta em comparação as gorduras mono e poli-insaturadas é considerada uma estratégia para o melhor controle da hipercolesterolemia e conseqüente redução da chance de eventos clínicos.

4. Considerações finais

As palmeiras nativas do Nordeste brasileiro, pertencentes ao gênero *Syagrus*, apresentam aspectos econômicos e nutricionais relevantes para o Semiárido brasileiro, destacando as características funcionais do catolé, que se traduzem na presença de carotenoides como antioxidantes naturais e no elevado teor de ácido láurico e seus benefícios à saúde humana.

As amêndoas do catolé se destacam pelo seu elevado teor lipídico, fundamental na extração do óleo, e proteico, assumindo um papel fundamental no incremento energético na dieta de crianças da região da Caatinga. A polpa fibro carnosa, adocicada, glutinosa e comestível tem grande acitabilidade pela fauna nativa e pelo sertanejo, destacando em sua constituição seu elevado teor de água, carboidratos e compostos fenólicos em sua superfície.

No entanto, são necessários estudos científicos mais aprofundados para permitir uma melhor compreensão e identificação dos benefícios e aplicações potenciais de seus componentes na alimentação e na indústria de alimentos.

REFERÊNCIAS

- BAUER, L. C.; DAMÁSIO, J. M. A.; SILVA, M. V. da; SANTANA, D. A.; GUALBERTO, S. A.; SIMIONATO, J. I. Chemical characterization of pressed and refined licuri (*Syagrus coronata*) oils. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 35, n. 4, 771-776 p, 2013.
- BELVISO, S.; GHIRARDELLO, D.; GIORDANO, M.; RIBEIRO, G. S.; ALVES, J. S.; PARODI, S.; RISSO, S.; ZEPPA, G. Phenolic composition, antioxidant capacity and volatile compounds of licuri (*Syagrus coronate* (Martius) Beccari) fruits as affected by the traditional roasting process. **Food Reseach International**. 39–45p, 2013.
- BOMTEMPO, M. **O poder medicinal do coco e óleo de coco extra virgem**. São Paulo: Alaúde Editorial, 2008.
- BORA, P. S. et al. Characterization of principal nutritional components of Brazilian oil palm (*Elaeis guineensis*) fruits. **Bioresource technology**, v. 87, n. 1, p. 1-5, 2003.
- BRANCALION, P.H.S.; NOVENBRE, A.D.L.C.; RODRIGUES, R.R. Seed development, yield and quality of two palm species growing in diferente tropical forest types in SE Brazil: implications for ecological restoration. **Seed Science and Technology**, v.39, pp.412-424, 2011.
- CABRAL, S. P.; PINHO, R. S.; FELIX, L. P.; HARAND, W. Palmeiras Nativas: Fontes promissoras para óleo vegetal. **II Seminário Biodiesel Fonte de Energias das Oleaginosas em Pernambuco: Evolução do Cenário e Novas Perspectivas no Brasil**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.
- CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. de S.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) BECC.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, 351-357p, 2006.
- CARVALHO, P. G. B.; MACHADO, C. M. M.; MORETTI, C. L.; FONSECA, M. E. N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura brasileira**, v.24, n.4, p. 397-404, 2013.
- CLEMENT, C. R.; LLERAS, P. E.; LEEUWEN, V. J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Agrociencias**. Montevideu, v. 9, n. 1-2, p. 67-71, 2005.
- COIMBRA, M. C.; JORGE, N. Fatty acids and bioactive compounds of the pulps and kernels of Brazilian palm species, guariroba (*Syagrus oleraces*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) and macaúba (*Acrocomia aculeata*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, n. 3, p. 679-684, 2012.
- COSTA, C. J.; MARCHI, E. C. S. Germinação de sementes de palmeiras com potencial para produção de agroenergia. **Informativo ABRATES**, v. 18, n. 1, 2, 3, p.039-050, 2008.

CREPALDI, I. C.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. de.; RIOS, M. D. G.; PENTEADO, M. V. C.; SALATINO, A. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v.24, n. 2, 2001.

DE LA, K. T. S. et al. Characterization of *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. oil and properties of methyl esters for use as biodiesel. **Industrial Crops and Products**, v. 32, n. 3, p. 518-521, 2010.

DEBMANDAL, M.; MANDAL, S. Coconut (*Cocos nucifera* L.: Areaceae): in health promotion and disease prevention. **Asian Pacific journal of tropical medicine**, v. 4, p. 241–247, 2011.

DRANSFIELD, J. et al. Genera Palmarum: the evolution and classification of palms. Londres: Kew Publishing, 732 p, 2008.

EFSA - **European Food Safety Agency** (Parma, Italy). EFSA Scientific Colloquium Summary - Development of Food-Based Dietary Guidelines, 2007.

EL-ABASY, M. A. et al. Ameliorative Effect of Coconut Oil on Hematological, Immunological and Serum Biochemical Parameters in Experimentally infected Rabbits. **Alexandria Journal of Veterinary Sciences**, v. 50, n. 1, p. 36-48, 2016.

ENIG, M. G. **Coconut: in support of good health in the 21st century. 36th Session of Asian Pacific Coconut Community (APCC)**, Singapore, 1999.

FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em 09 de setembro de 2016.

FARIA, N. F. M.; TORRES, D.; ROCHA, I.; RODRIGUES, L. R. Biotempo: alimentos funcionais e nutrição. **Boletim de Biotecnologia**, v. 2, n. 1, p. 22-22, 2011.

FELTRIN, K. L. et al. Acute oral administration of lauric acid reduces energy intake in healthy males. **e-SPEN Journal**, v. 9, n. 2, p. 69-75, 2014.

FERNANDEZ-PANCHON, M. S. et al. Antioxidant activity of phenolic compounds: from in vitro results to in vivo evidence. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 48, n. 7, p. 649-671, 2008.

HUGHES, C. C., FENICAL, W. Antibacterials from the sea. **Chemistry-A European Journal**, v. 16, n. 42, p. 12512-12525, 2010.

IGNAT, I.; VOLF, I.; POPA, V. I. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. **Food Chemistry**, v. 126, n. 4, p. 1821-1835, 2011.

IKEDA, A. A.; MORAES, A.; MESQUITA, G. Considerações sobre tendências e oportunidades dos alimentos funcionais. **Revista P&D em Engenharia de Produção**, v. 8, n. 02, p. 40-56, 2010.

JOLY, A.B. **Botânica. Introdução à taxonomia vegetal.** (13th ed). Nacional, São Paulo, p. 568, 2002.

KABARA, J. J. Medium-chain fatty acids and esters. **Food Science And Technology**, p. 307-307, 1993.

KEUROGHLIAN, A.; EATON, D. P. Removal of palm fruits and ecosystem engineering in palm stands by white-lipped peccaries (*Tayassu pecari*) and other frugivores in an isolated Atlantic Forest fragment. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, n. 7, p. 1733-1750, 2009.

LEAL, L. B. et al. Determination of the critical hydrophile-lipophile balance of licuri oil from *Syagrus coronata*: application for topical emulsions and evaluation of its hydrating function. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 49, n. 1, p. 167-173, 2013.

LEITMAN, P.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L.; MARTINS, R. C.; SOARES, K. **Areaceae. In.: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.** 2015.

LIEBERMAN, S.; ENIG, M. G.; PREUSS, H. G. A review of monolaurin and lauric acid: natural virucidal and bactericidal agents. **Alternative and Complementary Therapies**, v. 12, n. 6, p. 310-314, 2006.

LIMA, L. S.; OLIVEIRA, R. L.; GARCEZ NETO, A. F.; BARBOSA, L. P.; BAGALDO, A. R.; SANTANA FILHO, N. B. Perfil de ácidos graxos do óleo de licuri e sua importância para a nutrição de ruminantes. **Anais...** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, p.45, 2008..

LOPES, V. S. **Morfologia e fenologia reprodutiva do ariri (*Syagrus vagans* (Bondar) Hawkes) - Areaceae- numa área de caatinga do município de Senhor do Bonfim-BA.** 70f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2007.

LORENZI, H.; NOBLICK, L.; KHAN, F.; FERREIRA, E. **Flora brasileira Lorenzi: Areaceae (palmeiras).** Instituto Plantarum de Estudos da Flora. Nova Odessa. 368 p, 2010.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; MEDEIROS-COSTA, J.T.; CERQUEIRA, L.S.C.; FERREIRA, E. **Palmeira Brasileiras e Exóticas Cultivadas.** Instituto Plantarum de Estudos da Flora. Nova Odessa. 416p, 2004.

MACHADO, G. C.; CHAVES, J. B. P.; ANTONIASSI, R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Revista Ceres**, v. 53, n. 308, p. 463-470, 2006.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. K. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**, v. 9, 2005.

MARTEN, B.; PFEUFFER, M.; SCHREZENMEIR, J. Medium-chain triglycerides. **International Dairy Journal**, v. 16, n. 11, p. 1374-1382, 2006.

MEDEIROS-COSTA, J.T. As espécies de palmeiras (*Arecaceae*) do Estado de Pernambuco, Brasil. In: TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco. V. 1. SECTMA e Massangana, Recife. pp. 229-236, 2002.

MIRANDA, H.A.; RABELO, A.; BUENO, C.R.; BARBOSA, E.M.; RIBEIRO, M,N.N. **Frutos de palmeira da Amazônia, Manaus: MCT INPA**, p.7-10, 2001.

NASCIMENTO, V. T. et al. Chemical characterization of native wild plants of dry seasonal forests of the semi-arid region of northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2112-2119, 2011.

NEYRIZ-NAGADEHI, M. et al. Effects of monolaurin and lactic acid bacteria starter culture on growth of vegetative cells of *Bacillus cereus* in Iranian white fresh cheese. **The Iranian Journal of Veterinary Science and Technology**, v. 4, n. 1, p. 75-84, 2013.

NOBLICK, L. R. *Syagrus* Mart. In: LORENZI, H.; NOBLICK, L. R.; KAHN, F.; FERREIRA, E. (Eds.). **In: Flora Brasileira: Arecaceae (Palmeiras)**. Nova Odessa-SP: Instituto Plantarum, p. 304-360, 2010.

OLIVEIRA, D. L., ROCHA, C. Alternativas sustentáveis para a merenda escolar com o uso de plantas do cerrado, promovendo educação ambiental. **Revista Eletrônica de Mestrado em Educação Ambiental** 21: 35-53. 2008.

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

ONU. Organização das Nações Unidas no Brasil. **Pior seca dos últimos 50 anos no nordeste brasileiro confirma estatísticas da ONU sobre escassez**. Destaque. 8 de abril de 2013. Disponível em: < <http://www.onu.org.br/pior-seca-dos-ultimos-50-anos-no-nordeste-brasileiro-confirma-estatisticas-da-onu-sobre-escassez/>>. Acesso em: 10 setembro de 2016.

PARANHOS, S.; ARAÚJO, C. B.; MARCONDES-MACHADO, L. O. Comportamento alimentar do Periquito-de-encontro-amarelo (*Brotogeris chiriri*) no interior do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 1, p. 95-101, 2007.

RAGUSA-NETTO, J. Dry fruits and the abundance of the Blue-and-Yellow Macaw (*Ara ararauna*) at a Cerrado remnant in Central Brazil. **Ornitologia Neotropical**, v. 17, p. 1-9, 2006.

RAMOS, D. D. et al. Atividade antioxidante de *Hibiscus sabdariffa* L. em função do espaçamento entre plantas. **Ciência Rural**, v.41, n.8, 1331-1336, 2011.

REIS, P. C. et al. CARACTERIZAÇÃO DA AMÊNDOA DO COCO CATOLÉ. In: **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**, 2012.

ROSSATO, M.; BARBIERI, R. L. Estudo etnobotânico de palmeiras do Rio Grande do Sul. *Rev. Bras. Agroecologia*. Porto Alegre, v.2, n.1, fev. 2007.

ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. Identification and quantification of carotenoids, by HPLC-PDA-MS/MS, from Amazonian fruits. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 55, n. 13, p. 5062-5072, 2007.

RUFINO, M. U. L.; COSTA, J. T. M.; SILVA, V. A.; ANDRADE, L. de H. C. Conhecimento e uso do ouricuri (*Syagrus coronata*) e do babaçu (*Orbignya phalerata*) em Buíque, PE, Brasil, **Acta Botânica Brasilica**, v. 22, n.4, p. 1141-1149, 2008.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; PÉREZ-XIMENES, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidants capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry** 121: 996-1002. 2005.

SANTOS, R. D. et al. I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 100, n. 1, p. 1-40, 2013.

SEIXAS, K.; LEAL, L. B. Caracterização físico-química dos óleos de *Syagrus coronata* (licuri) e *Syagrus cearensis* (catolé). In: Congresso de Iniciação Científica da UFPE, 19., 2011, Recife. **Anais...** Recife: CONIC, 2011. Disponível em : <http://www.contabeis.ufpe.br/propesq/images/conic/2011/conic/n_pibic/40/114031081SCNP.pdf>. Acesso em: 31 de agosto 2016.

SENEVIRATNE, K. N.; DISSANAYAKE, M. S. Variation of phenolic content in coconut oil extracted by two conventional methods. **International Journal Food Science Nutrition**, v. 43, p. 597–602, 2008.

SILVA, C.G.; HERDEIRO, R.S.; MATHIAS, C.J.; PANEK, A.D.; SILVEIRA, C.S.; RODRIGUES, V.P.; RENNÓ, M.N.; FALCÃO, D.Q.; CERQUEIRA, D.M.; MINTO, A.B.M.; NOUGUEIRA, F.L.P.; QUARESMA, C.H.; SILVA, J.F.M.; MENEZES, F.S.; ELEUTHERIO, E.C.A. Evaluation of antioxidant activity of Brazilian plants. **Pharmacology Research**, v. 52, n. 3, p. 229-233, 2005.

SILVA, R. B. et al. A comparative study of nutritional composition and potential use of some underutilized tropical fruits of *Arecaceae*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 3, p. 1701-1709, 2015.

SOARES, K. P. et al. Palmeiras (*Arecaceae*) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Rodriguésia*, v.65, n.1, p.113, 2014.

SOUTO, A. C. G. **Das folhas às vassouras: o extrativismo do catolé (*Syagrus cearensis* Noblick) pela população tradicional de Monte Alegre, Pernambuco, Brasil**. 2014.

SOUZA, V. C., LORENZI, H. **Botânica sistemática**. Editora Plantarum: São Paulo. 2012.

ST-ONGE, M. P.; JONES, P. J. H. Physiological effects of medium-chain triglycerides: potential agents in the prevention of obesity. **The Journal of nutrition**, v. 132, n. 3, p. 329-332, 2002.

SUN-WATERHOUSE, Dongxiao; THAKORLAL, Jessica; ZHOU, Jing. Effects of added phenolics on the storage stability of avocado and coconut oils. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 46, n. 8, p. 1575-1585, 2011.

TIRAPEGUI, J. **Nutrição, metabolismo e suplementação na atividade física**. 1^a ed. São Paulo. Editora Athneu, 2005. 11-50p.

WALLACE, F. A., MILES, E. A., CALDER, P. C. Activation state alters the effect of dietary fatty acids on pro-inflammatory mediator production by murine macrophages. **Cytokine**, v.12, n.9, p.1374-1379, 2000.

YOUSEFI, M.; NATEGHI, L.; REZAEI, K. Investigation of physicochemical properties, fatty acids profile and sterol content in Malaysian coconut and palm oil. **Annals of Biological Research**, v. 4, p. 214 - 219, 2013.

ZAMBRANA, N. Y. P.; BYG, A.; SVENNING, J. C.; MORAES, M.; GRANDEZ, C.; BALSLEV, H. Diversity of palm uses in the western Amazon. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, n. 10, p. 2771-2787, 2007.

Aspectos físico-químicos e qualidade nutricional do coco catolé (*Syagrus cearensis*)

Meireles BRLA^{1,2}, Lima RP³, Souza ASB³, Souza AG¹, Cordeiro AMTM^{1,4}

¹ *Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia - CT, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.*

² *Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil.*

³ *Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil.*

⁴ *Departamento de Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional - CTDR, Universidade Federal de Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.*

*Autor correspondente: Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles

Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA/UFCG

Rua Jario Vieira Feitosa, nº 1770, Bairro dos Pereiros, CEP 58.840-000, Pombal, Paraíba, Brasil, Phone: +55 83 99996-3436; e-mail: bruno_meireles7@hotmail.com

Caracterização físico-química do *Syagrus cearensis*

Aspectos físico-químicos e qualidade nutricional do coco catolé (*Syagrus cearensis*)

Physicochemical aspects and nutritional quality of coco catolé (*Syagrus cearensis*)

Resumo

Dentre as palmeiras nativas do Nordeste brasileiro tem-se o catolé (*Syagrus cearensis*), cujas informações sobre seu fruto são incipientes. Desta forma, objetivou-se avaliar as características físico-químicas e a qualidade nutricional do fruto do coco catolé incentivando e ampliando a sua utilização na alimentação do Semiárido brasileiro. O fruto inteiro, o endocarpo e o endosperma apresentaram peso médio de 39,33; 17,40 e 1,74 g, respectivamente. Na polpa os teores de umidade (68,74%), cinzas (1,91%), proteínas (3,53%), lipídios (0,46%) e carboidratos (25,36%) aliado ao pH de 5,1, mostrou a susceptibilidade deste fruto à ação fúngica, sendo importante observar suas condições de armazenamento. A amêndoa, com baixos teores de umidade (6,51%), destacou-se o conteúdo proteico (9,95%) e lipídico (38,22%), confirmando o excelente rendimento do gênero *Syagrus* na produção de óleo vegetal. Para os pigmentos da polpa foram encontrados valores de 6,38 e 1,86 mg/100 g de flavonoides e carotenoides totais, respectivamente. A amêndoa apresentou representativo perfil de minerais: magnésio (143,02 mg/100 g), potássio (515,35 mg/100 g), manganês (2,44 mg/100 g) e cobre (1,76 mg/100 g), atendendo na sua maioria as exigências de ingestão diária recomendada. O estudo da composição do fruto contribui para o conhecimento das propriedades nutricionais e funcionais do catolé e preenchimento de uma lacuna ainda existente na literatura sobre o potencial de utilização do *Syagrus cearensis*.

Palavras-chave: palmeira nativa, propriedades nutricionais, semiárido brasileiro

Abstract

Among the native palms of the Brazilian Northeast is the catolé (*Syagrus cearensis*), whose information about its fruit is incipient. In this way, the objective was to evaluate the physical-chemical characteristics and nutritional quality of the coco catole fruit, encouraging and expanding its use in the diet of the Brazilian semi-arid region. The whole fruit, the endocarp and the endosperm had an average weight of 39.33; 17.40 and 1.74 g, respectively. In the pulp, the levels of moisture (68.74%), ashes (1.91%), proteins (3.53%), lipids (0.46%) and carbohydrates 1, showed the susceptibility of this fruit to the fungal action, being important to observe its storage conditions. The almond, with low moisture contents (6.51%), showed the protein content (9.95%) and lipid (38.22%), confirming the excellent yield of the genus *Syagrus* in the production of vegetable oil. For the pulp pigments values of 6.38 and 1.86 mg/100g of total flavonoids and carotenoids were found, respectively. Almond presented a representative profile of minerals: magnesium (143.02 mg/100 g), potassium (515.35 mg/100 g), manganese (2.44 mg/100 g) and copper (1.76 mg/100 g). Most of the daily intake requirements recommended. The study of fruit composition contributes to the knowledge of the nutritional and functional properties of catolé and to fill a gap still existing in the literature on the potential of using *Syagrus cearensis*.

Key words: native palm tree, nutritional property, brazilian semiarid

INTRODUÇÃO

O Brasil é o país com a maior biodiversidade do planeta, destacando-se várias espécies nativas brasileiras pela enorme potencialidade alimentícia e farmacológica, o que tem impulsionado a comunidade científica na busca de novas fontes importantes de nutrientes. No entanto, algumas destas plantas são subutilizadas devido às suas características desconhecidas, negligenciando seu papel na melhoria nutricional da população¹.

Dentre as palmeiras nativas do Nordeste brasileiro tem-se o catolé (*Syagrus cearensis*), destacando sua composição nutricional. Os frutos apresentam mesocarpo fibro carnoso e adocicado com valores médios de 72,5% de água². As amêndoas apresentam elevado teor lipídico (69,33%), característica de óleos de palmeiras, apresentando em sua constituição uma grande quantidade de ácidos graxos saturados, onde destaca-se o ácido láurico e seus benefícios à saúde humana¹. Além disso, a determinação da composição nutricional mostra que o fruto é altamente calórico (393,67 kcal/100 g), auxiliando na suplementação alimentar de comunidades locais, principalmente em épocas de estiagem no Nordeste brasileiro.

O conhecimento da composição nutricional dos alimentos constitui-se de grande importância na identificação dos macro e micronutrientes presentes, ajudando a entender as implicações destas matrizes alimentares no consumo pela população e adequação nutricional da dieta.

Estudo de espécies nativas como o *Syagrus cearensis* é fundamental e indispensável, apresentando características que servirão para ampliar sua utilização na alimentação, promover o desenvolvimento sustentável do Semiárido brasileiro e conduzir futuros trabalhos na área de ciência e tecnologia de alimentos. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar as características físico-químicas e a qualidade nutricional do fruto do catolé (*Syagrus cearensis*), com a finalidade de incentivar sua utilização na alimentação humana regional.

METODOLOGIA

Matéria Prima

O coco catolé (*Syagrus cearensis*) foi coletado entre os meses de janeiro e março de 2015 na cidade de Lagoa Seca-PB, município localizado na Região Metropolitana de Campina Grande, a 640 metros de altitude, situado nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 7° 10' 8" Sul, Longitude: 35° 51' 20" Oeste (Figura 1), de clima tropical úmido, com temperatura média anual em torno de 22 °C, sendo a mínima de 14 °C e a máxima de 33 °C. Os frutos foram colhidos em um mesmo estágio de maturação, de cor amarelo alaranjada e armazenados sob congelamento (-18 °C) em quantidades suficientes para a realização das análises propostas.

Para comprovação da espécie em estudo, as exsiccatas com o material vegetal foram depositadas no Herbário Prof. Jayme Coelho de Moraes (EAN/CCA/UFPB), o qual identificou os frutos pertencentes ao gênero *Syagrus cearensis* Noblick.

Figura 1 - Localização do município de Lagoa Seca no Estado da Paraíba



Caracterização física do coco catolé

Para a caracterização física foram analisadas 170 amostras de coco catolé para a determinação dos parâmetros de massa, diâmetro e comprimento, para os frutos inteiros e amêndoas. A massa foi pesada em uma balança semianalítica e os resultados, expressos em gramas (g). As determinações do comprimento (do ápice à base) e do diâmetro (região equatorial do comprimento) foram realizadas com o auxílio do paquímetro digital Kanon, e os resultados expressos em milímetros (mm).

Caracterização físico-química do coco catolé

Para a caracterização físico-química do coco catolé, o fruto foi separado manualmente em duas partes: polpa e amêndoa. A polpa foi obtida pelo descasque manual de frutos inteiros, procedendo-se com seu armazenamento em embalagens plásticas sob congelamento. As amêndoas foram obtidas após secagem do endocarpo em estufa a 35 °C por 48 horas e posterior quebra por equipamento mecânico. As análises foram realizadas em triplicata.

Composição centesimal

A determinação de umidade, cinzas, proteínas e amido foram realizadas de acordo com AOAC³. Os carboidratos foram quantificados em açúcares solúveis total e redutor utilizando o reativo 3,5-dinitro-salicílico (DNS)⁴ e os lipídios foram determinados segundo metodologia descrita por Folch et al⁵.

Análises de minerais

A digestão das amostras foi realizada em um sistema de digestão por micro-ondas Berghof, modelo Speedwave four. As amostras foram pesadas (0,4 g) e colocadas em tubos Teflon para digestão (DAP-60+). Uma mistura de ácido nítrico a 65% (3 mL) e peróxido de hidrogênio a 35% (3mL) foi cuidadosamente adicionada. Após repouso, os tubos foram adequadamente fechados e introduzidos no micro-ondas. Os gradientes de temperatura, pressão e tempo utilizados foram determinados pelo fabricante. Após digestão, os tubos foram arrefecidos até à temperatura ambiente e as amostras digeridas foram filtradas.

Os minerais (Ca, Fe, Mg, P, K, Na, Al, Mn, Cu, Zn, Se, Cr, Co) foram determinados usando um espectrômetro de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente ICP-MS Thermo Scientific (Kyoto, Japão), segundo a norma EPA⁶.

Determinação de pH, cor, acidez e sólidos solúveis

O pH foi mensurado em pHmetro da marca Quimis, modelo Q-400A, com eletrodo de membrana de vidro calibrado com soluções de pH 4,0 e 7,0³; a cor medida em colorímetro digital Minolta (Modelo CR-300, Minolta, Mahwah/New Jersey,USA); a acidez titulável foi determinada pelo método titulométrico, com solução de hidróxido de sódio 0,1M³; os sólidos solúveis foram determinados através de leitura direta em refratômetro de campo a 20 °C³ e a relação entre sólidos solúveis e acidez titulável, conforme AOAC³.

Carotenoides e flavonoides

O teor de carotenoides totais foi quantificado segundo Higby⁷ e a quantificação de flavonoides segundo Francis⁸.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características físicas

A identificação de espécies por meio da morfologia torna-se difícil quando estudos a seu respeito sejam deficientes ou inexistentes⁹. Por esse motivo, as características físicas de comprimento, diâmetro, formato e massa constituem instrumentos importantes para a diferenciação entre as espécies, principalmente entre as do gênero *Syagrus* que são bastante semelhantes, o que permitirá um incremento contínuo da busca racional e uso eficaz de seus frutos e amêndoas.

De acordo com Lorenzi et al.¹⁰, os frutos do *Syagrus cearensis* podem ser globosos ou oblongos com cerca de 4 a 5 cm de comprimento, com mesocarpo (polpa) fibro carnoso, adocicado e pegajoso; endocarpo (envoltório da amêndoa) duro e espesso, contendo uma única amêndoa revestida por uma película marrom (Figura 2). Os frutos apresentam coloração verde quando jovens e varia de amarelo ao marrom no final do período de maturação.

Figura 2 - Morfologia do fruto *Syagrus cearensis*. a – envoltório da amêndoa (endocarpo); b – amêndoa (endosperma); c – polpa (mesocarpo); d – película da amêndoa (tegumento)



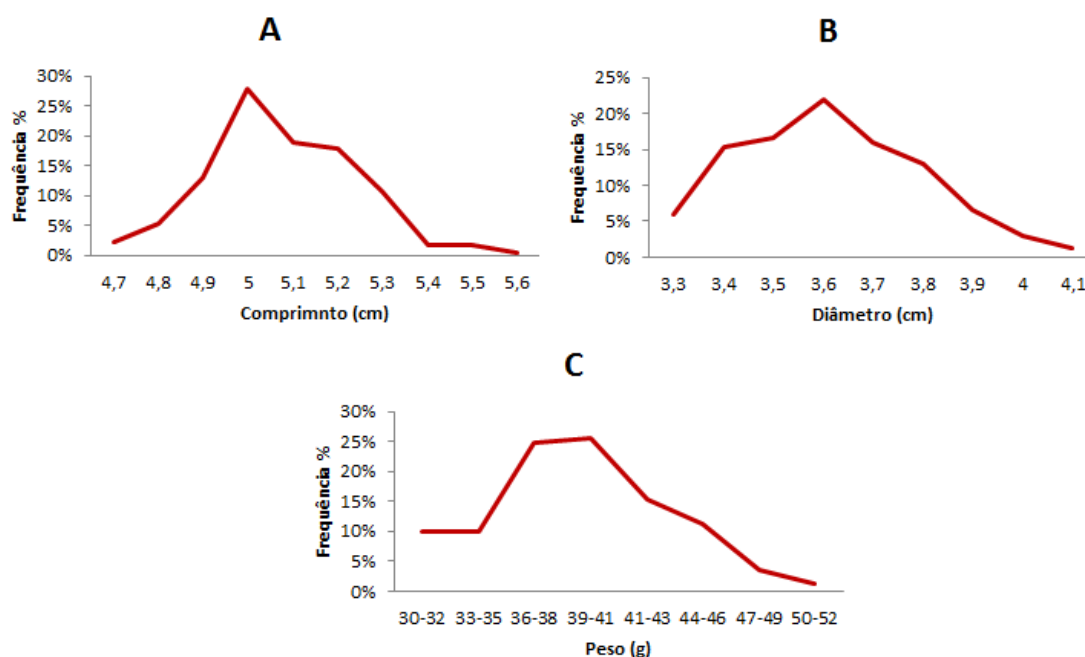
Fonte: foto do próprio autor

Na Figura 3 está apresentado o comportamento dos frutos do coco catolé, nativos do Semiárido paraibano, quanto a sua frequência para os parâmetros de comprimento, diâmetro e peso. Observa-se na Figura 3A que a maior frequência para o comprimento dos frutos encontra-se na faixa de 5,0 cm (28%). Na Figura 3B, o diâmetro dos frutos se comportou com

3,6 cm (22%), enquanto na Figura 3C está apresentada a frequência dos frutos do catolé com relação ao peso. Nota-se que 50% dos frutos encontram-se com massa entre 39 a 41 g. Estes resultados estão condizentes com os observados por Lorenzi et al.¹⁰.

Segundo Carrijo et al.¹¹, fatores genéticos e condições climáticas onde se desenvolve a planta, estágio de maturação dos frutos e teor de água dos diásporos, dentre outros fatores, podem estar relacionados com a variação dos parâmetros avaliados neste estudo.

Figura 3 - Frequência de comprimento (A), diâmetro (B) e peso (C) para os frutos de coco catolé (*Syagrus cearensis*)



Os valores médios em relação ao comprimento, diâmetro, relação comprimento/diâmetro, peso e porcentagens do fruto inteiro do coco catolé e suas partes são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Características físicas dos frutos de coco catolé (*Syagrus cearensis*)

Partes avaliadas	C (cm)	D (cm)	C/D	Peso (g)	%	CV (%)		
						C	D	Peso
Fruto	5,1±0,2	3,6±0,2	1,41±0,2	39,34±4,6	-	3,30	4,97	11,76
Endocarpo	5,1±0,2	2,5±0,1	2,04±0,2	17,40±1,7	44,2	3,90	3,56	9,48
Endosperma	2,3±0,1	1,3±0,1	1,77±0,1	1,74±0,1	4,4	4,45	5,16	8,20
Mesocarpo	-	-	-	20,20	51,4	-	-	-

C – comprimento; D – diâmetro; C/D – relação comprimento/diâmetro; CV – coeficiente de variação

Para o fruto inteiro foi observado valores médios de 5,1; 3,6 cm e 39,34 g para os parâmetros de comprimento, diâmetro e peso, respectivamente. O endocarpo e o endosperma,

representando 44,2 e 4,4% do fruto inteiro, respectivamente, apresentaram características físicas proporcionais às suas partes de constituição. De diâmetro menor (2,5 cm) e comprimento igual ao fruto (5,1 cm), o espesso endocarpo acompanha toda a extensão do fruto, protegendo a amêndoa, cuja função é nutrir o embrião durante o crescimento do fruto. O valor médio do peso da polpa (mesocarpo) foi de 20,20 g, representando 51,4% do fruto do catolé. Os baixos coeficientes de variação obtidos no experimento garantiram a baixa variabilidades dos resultados e, conseqüentemente, uma boa homogeneidade do conjunto de dados.

Os valores de comprimento e diâmetro são importantes para a caracterização dos frutos e aliados a relação comprimento/diâmetro complementam estes dados. Pela morfologia quanto mais próxima da unidade (1,0) for esta relação, mais esférica é a forma dos frutos. Os dados obtidos na Tabela 1 confirmam o formato oblongo/elíptico do coco catolé, ratificando os experimentos de Lorenzi et al.¹⁰. O peso médio dos frutos tem correlação direta com as estimativas de comprimento e diâmetro, uma vez que, quanto maior o tamanho maior a massa, tornando-os atrativos do ponto de vista sensorial e industrial, por proporcionar um maior rendimento na indústria de alimentos.

Rocha¹², trabalhando com a espécie *Syagrus coronata*, encontrou dimensões médias de comprimento e diâmetro respectivamente de 2,68 cm \pm 0,59 e 1,82 cm \pm 0,17. Carrijo et al.¹¹, estudando a espécie *Syagrus oleracea*, observaram valores de 5,1; 3,4; 1,53 e 33,41 g para os parâmetros de comprimento, diâmetro, relação comprimento/diâmetro e peso, respectivamente. Segundo Mhanhmad et al.¹³, é comum espécies de palmeiras apresentarem variações individuais para diferentes características, sendo atribuídas, entre outros aspectos, a fatores ambientais e variabilidade genética.

Características físico-químicas

Os resultados obtidos para a caracterização físico-química da polpa e amêndoa do coco catolé estão descritos na Tabela 2. No estudo observou-se uma maior quantidade de umidade para polpa (68,74%) quando comparada com a amêndoa (6,51%), o que é justificável, pois no mesocarpo encontra-se a fração mais carnosa e macia do fruto, enquanto a amêndoa apresenta-se seca e dura. No entanto, a elevada concentração de água na polpa torna-a bastante perecível.

Tabela 2 - Parâmetros físico-químicos da polpa e da amêndoa do coco catolé (*Syagrus cearensis*)

Variável	Polpa	Amêndoa
	Média ±DP ¹	Média ±DP
Umidade (g/100g)	68,74±0,28	6,51±0,03
Carboidratos (g/100g)	25,48±0,05	43,93±0,01
Lipídios (g/100g)	0,34±0,03	38,22±0,77
Proteínas (g/100g)	3,53±0,24	9,95±0,18
Cinzas (g/100g)	1,91±0,08	1,39±0,01
Açúcares redutores (g/100g)	8,92±0,30	0,80±0,08
Açúcares totais (g/100g)	9,73±1,11	3,79±0,31
Amido (g/100g)	ND ²	30,20±0,01
Valor calórico (kcal)	119,1±0,15	559,5±0,32
pH	5,1±0,02	6,7±0,10
AT (g/100g)	0,91±0,12	1,33±0,28
SS(%)	28,10±1,70	ND
SS/AT ³	32,90±1,20	ND
L* ⁴	61,34±0,40	29,54±0,36
a*	1,83±0,15	7,82±0,17
b*	63,69±0,57	11,08±0,25

¹DP - Desvio padrão; ²ND - Não determinado; ³SS/AT – relação sólidos solúveis/Acidez total titulável; ⁴L* - Luminosidade, a* - intensidade da cor vermelha/verde, b* - intensidade da cor amarela/azul

Os teores de cinzas da polpa e da amêndoa do *S. cearensis* foram semelhantes, identificando valores de 1,91 e 1,39%, respectivamente. Entretanto, o grande destaque para a composição centesimal do coco catolé deve-se aos teores proteico (9,95%), lipídicos (38,22%) e glicídicos (43,93%) das amêndoas. Este elevado conteúdo lipídico é importante devido à rentabilidade que esta amêndoa pode fornecer e por possuir baixo custo de produção dentro da cadeia produtiva das oleaginosas. Além disso, apresenta-se de maneira positiva como fonte energética na dieta de comunidades do Semiárido brasileiro.

A amêndoa do catolé possui elevado valor calórico quando comparada a outras palmeiras nativas da caatinga, como o Licuri, a Macaúba e o Buriti. Se considerar que uma criança precisa ingerir cerca de 2000 kcal por dia e um adulto 3100 kcal por dia¹⁵, a ingestão de 25 g da amêndoa do *S. cearensis* satisfaz cerca de 7,1 % das necessidades calóricas de uma criança e 4,6% de um adulto.

Apresentando valores médios de 38,22% de lipídios, a amêndoa do *S. cearensis* supera sementes oleaginosas tradicionais como a soja (18-20% de óleo), algodão (21%) e canola (24-

27%). No entanto, quanto à proteína, os valores são inferiores, tomando-se como parâmetro a soja (45%), grão muito rico em proteína, para comparação.

Em estudo da composição centesimal do *Syagrus cearensis* (catolé), Silva et al.² encontraram na polpa/amêndoa valores de 72,5/24,3; 0,6/7,1; 4,3/4,4 e 3,1/40,6% para os parâmetros de umidade, cinzas, proteína e lipídios, respectivamente. Belviso et al.¹⁶, analisando a semente do *Syagrus coronata* (Licuri), encontraram valores de 49,2% de lipídios; 9,7% de carboidratos e 11,5% de proteínas. Dados sobre o teor de nutrientes precisam ser obtidos levando-se em consideração variáveis como procedência geográfica, condições ambientais e metodologia de análise.

A polpa do catolé apresentou valores característicos de um alimento pouco ácido e, portanto, susceptível ao crescimento de bolores, uma vez que estes são menos exigentes que as leveduras e bactérias em relação a umidade e pH¹⁷. Entretanto, a amêndoa apresentou pH próximo a neutralidade, com valores médios de 6,7. O resultado da determinação de acidez total titulável para a polpa e amêndoa não representou uma relação perfeita entre pH e acidez entre as amostras analisadas. Isso pode ser justificado em frutos que apresentam alta capacidade tamponante. Por isso, pode-se afirmar que os resultados inversamente proporcionais entre o pH e acidez deste estudo são decorrentes de diferenças da capacidade tamponante das amostras e em menor escala no nível de pH¹⁸.

A relação SS/AT encontrada atesta a maturidade da polpa avaliada. Esta quantificação da relação entre o teor de sólidos solúveis totais e a acidez titulável está relacionada com o balanço entre açúcares e ácidos presentes na fruta, sendo importante para a determinação de índices de qualidade e indispensável para a verificação do sabor e aroma dos frutos¹⁹.

Como a cor é um atributo que influencia diretamente na decisão de escolha de um alimento, a coloração do coco catolé foi avaliada com base nos parâmetros L*, b* e a*. O valor de L* representa medida de luminosidade e varia de 0 (preto) a 100 (branco) e os valores de a* e b* indicam o eixo da cromaticidade. Valores de a* negativos indicam tendência ao verde e os positivos ao vermelho, enquanto que valores de b* negativos indicam tendência ao azul e os positivos ao amarelo²⁰.

A polpa do *Syagrus cearensis* apresentou maiores valores para L* (61,34) e b* (63,69) indicando boa aparência, atratividade, luminosidade e correto estágio de maturação (cor amarelo alaranjada). A amêndoa apresentou-se opaca com coloração marrom característica. Os maiores valores de a* associados aos menores valores de L* conferem coloração mais escura²¹.

Na Tabela 3 está apresentado o perfil de minerais da amêndoa do coco catolé e a ingestão diária recomendada para adultos (IDR), destacando a presença de minerais importantes como o magnésio, o potássio, o manganês e o cobre. Não foi encontrado elementos tóxicos como arsênio, chumbo e cádmio.

A partir dos macro e microminerais apresentados é possível observar que a amêndoa do *S. cearensis* é considerada uma fonte de alto conteúdo de magnésio, manganês e cobre, segundo a Resolução nº 54 de 12 de novembro de 2012 ²², visto que o consumo de 20 g da amêndoa supre no mínimo 6% da IDR (Ingestão Diária Recomendada) ²³. Por outro lado, verifica-se a concentração elevada de alumínio, possivelmente devido às características do solo brasileiro.

Tabela 3 - Perfil de minerais em amêndoas de coco catolé (*Syagrus cearensis*) e Ingestão Diária Recomendada (IDR) para adultos

Elementos (mg/100 g)	Amêndoa	IDR ²	Necessidades diárias atendidas* (%)
	Média ±DP ¹		
<i>Macroelementos</i>			
Cálcio	36,43 ± 0,02	1000	0,73
Magnésio	143,02 ± 0,01	260	11,00
Potássio	515,35 ± 1,10	4700	2,19
Sódio	37,92 ± 0,05	NR	NR
<i>Microelementos</i>			
Alumínio	4,0 ± 0,03	NR	NR
Manganês	2,44 ± 0,04	2,3	21,22
Cobre	1,76 ± 0,08	0,9	39,11
Zinco	0,97 ± 0,01	7,0	2,77
Cromo	0,004 ± 0,01	NR	NR
Cobalto	0,16 ± 0,01	NR	NR

¹Desvio padrão; ² IDR: Ingestão Diária Recomendada para adultos normais (BRASIL, 2005); NR – Não Reportado

*Consumo de uma porção de 20 g.

Diante da qualidade nutricional da amêndoa do catolé em carboidratos, minerais, proteínas e lipídios, surge uma alternativa saudável na indústria de alimentos para a elaboração de barras de cereais a base deste fruto do Semiárido brasileiro. Segundo Freitas e Moretti ²⁴, a associação entre barra de cereais e ingredientes alimentícios, nutritivos e funcionais é uma tendência no setor de alimentos, contribuindo para a preservação da espécie nativa e a valorização dos hábitos alimentares locais.

O teor de flavonoides totais encontrado na polpa do catolé foi de $6,38 \pm 0,88 \text{ mg.100 g}^{-1}$. Os flavonoides são conhecidos como os principais responsáveis pela capacidade antioxidante em frutos por causa do elevado potencial de oxidação e redução, protegendo assim os tecidos dos danos oxidativos. Nos frutos, os flavonoides normalmente são encontrados livres (agliconas) ou ligados a açúcares (glicosilados), o que influencia na determinação quantitativa desses compostos ²⁶. Rosa ²⁵, avaliando a atividade antioxidante de frutos do cerrado, encontrou valores de $4,08 \text{ mg.100g}^{-1}$ para a Guariroba (*Syagrus oleracea*).

Em relação ao teor de carotenoides, foram quantificados $1,86 \pm 0,10 \text{ mg.100g}^{-1}$ na polpa. Coimbra e Jorge ²⁷, em estudo de palmeiras do Brasil, observaram valores médios de $0,081 \text{ mg.100g}^{-1}$ para a Guariroba (*Syagrus oleracea*) e $0,18 \text{ mg.100g}^{-1}$ para a Macaúba (*Acrocomia aculeata*). A literatura indica que a coloração de frutos que variam do amarelo ao vermelho geralmente está associada à presença deste fitoquímico. O resultado apresentado para este pigmento característico da polpa do catolé era esperado e pode ser correlacionado às análises colorimétricas realizadas (Tabela 2), através do parâmetro b^* .

Além de funcionarem como precursores da vitamina A e possuírem ação antioxidante através da desativação dos radicais livres (captura do oxigênio singlete no organismo), os carotenoides podem atuar na prevenção de câncer, aumento da resposta imune, inibição da proliferação celular, aumento dos canais de comunicação intercelular, que parecem estabilizar as células iniciadas, as quais são células com material genético alterado que podem resultar em mutação e, conseqüentemente, evitam a transformação em células malignas ²⁸.

CONCLUSÃO

O coco catolé (*Syagrus cearensis*), de formato oblongo, e coloração variando do amarelo ao marrom, apresenta características físicas de comprimento, diâmetro e peso específicas que o diferencia das demais espécies do gênero *Syagrus* presentes no Nordeste brasileiro.

Na amêndoa, os constituintes principais são os lipídios, os carboidratos e as proteínas, enquanto que nas polpas, a água perfaz aproximadamente 70% de sua composição. A amêndoa também apresentou quantidades significativas de sais minerais, atendendo às necessidades de ingestão diárias recomendadas. Em comparação com outras palmeiras nativas, a polpa do *S. ceraensis* apresentou expressivas concentrações de flavonoides e carotenoides, compostos bioativos de grande importância para saúde humana.

O estudo da composição do fruto contribui para o conhecimento das propriedades físicas, nutricionais e funcionais do catolé, possibilitando um maior aproveitamento econômico da espécie, promoção do consumo dos frutos e aproveitamento pela indústria de alimentos.

REFERÊNCIAS

- 1 Nascimento VT, de Moura NP, da Silva Vasconcelos MA, Maciel MIS, de Albuquerque, UP. Chemical characterization of native wild plants of dry seasonal forests of the semi-arid region of northeastern Brazil. *Food Res Int.* 2011 Aug; 44(7):2112-2119.
- 2 Silva RB, Silva-Júnior EV, Rodrigues LC, Andrade LHC, Silva SI, Harand W, et al. A comparative study of nutritional composition and potential use of some underutilized tropical fruits of *Arecaceae*. *An Acad Bras Cienc.* 2015;87(3):1701-1709.
- 3 Aoac Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of AOAC International 2016;20.
- 4 Miller, GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem* 1959;.31:426-428.
- 5 Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J biol Chem.* 1957;226(1):497-509.
- 6 Epa. Método 6020A (SW-846): plasma indutivamente acoplado-espectrometria de massa. 1998.
- 7 Higby WK. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. *J. Food Sci.* 1962 Jan; 27(1):42-49.
- 8 Francis FJ. Analysis of anthocyanins. New york: Academic Press; 1982.
- 9 Pinto PBB, Hoffmann M, Velazco E, José S, Blum T. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e germinação de *Oreopanax fulvum* Marchal. *Rev Bras Ciências Agrárias.* 2016;11(2):111-116.
- 10 Lorenzi H, Noblick L, Khan F, Ferreira E. Flora brasileira Lorenzi: Arecaceae (palmeiras). Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora; 2010.
- 11 Carrijo NS. Germinação e caracterização física e morfológica de frutos e sementes de *Syagrus oleracea* Becc. Dissertação de Mestrado m Agronomia. Universidade Federal de Goiás. 2011.
- 12 Rocha KMR. Biologia Reprodutiva da Palmeira Licuri (*Syagrus coronata*) (Mart.) Becc. (Arecaceae) na ecorregião do Raso da Catarina, Bahia. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2009.
- 13 Mhanhmad S, Leewanich P, Punsuvon V, Chanprame S, Srinives P. Seasonal effects on bunch components and fatty acid composition in Dura oil palm (*Elaeis guineensis*). *Afr. J. Agric. Res.* 2011 Apr;6(7):835-1843.

- 14 FAO. Human energy requirements — Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. Rome, 2001. Available in: <<http://www.fao.org/docrep/007/y5686e/y5686e00.htm>> Access in: November 04, 2016.
- 15 Belviso S, Ghirardello D, Giordano M. Phenolic composition, antioxidant capacity and volatile compounds of licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari) fruits as affected by the traditional roasting process. *Food Res.* 2013 Jan; 51(1):39-45.
- 16 Jay JML, Golden MJ, Jay DAJM, Loessner, MJ, Golden DA, Hung YT et al. Microbiología moderna de los alimentos/Modern food microbiology. Organización Panamericana de la Salud; 2005.
- 17 Campos FM. Química e Bioquímica do Leite. Universidade Federal de Lavras: Lavras-MG; 2012.
- 18 Gomes SO, Aurélio VBS, do Perpetuo MSDC, Cristina CPS, de Moura EV, de Sousa M et al. Quality assessment of physics and chemistry of cajuí (*anacardium* spp.) Mid-north region. *Rev Geintec.* 2013;3(3):139-145.
- 19 Jesus MMS, Carnelossi MAG, Santos SF, Narain N, Castro AA. Inibição do escurecimento enzimático de quiabo minimamente processado. *Revista Ciência Agronômica.* 2008 Oct;39(4):524-530.
- 20 Antonioli LR, Benedetti BC, Filho MSMS. Efeito do cloreto de cálcio na qualidade de abacaxi “Pérola” minimamente processado. *Pesq. agropec. bras.* 2003 Sept;38(9):1105-1110.
- 21 Anvisa. Ministério da Saúde. Resolução n° 54. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. *Diário Oficial da União*; 2012.
- 22 Brasil. Agência Nacional de vigilância Sanitária-ANVISA. Ministério da Saúde. RDC n°269, de 22 de setembro de 2005. Aprovado Regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteínas, vitaminas e minerais. *Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília*; 2005.
- 23 Freitas DGC, Moretti RH. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2006 Apr; 26(2):318-324.
- 24 Rosa FR. Atividade antioxidante de frutos do Cerrado e identificação de compostos em *Bactris setosa* Mart., *Palmae* (Tucum-do-Cerrado). Tese de doutorado. Universidade de Brasília; 2016.
- 25 Ignat I, Volf I, Popa VI. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chem.* 2011 June;126(4):1821-1835.

- 26 Coimbra MC, Jorge N. Fatty acids and bioactive compounds of the pulps and kernels of Brazilian palm species, guariroba (*Syagrus oleracea*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) and macaúba (*Acrocomia aculeata*). J. Sci. Food Agr. 2012; 92(3):679-684.
- 27 Trosko JE, Chang CC. Mechanism of up-regulated gap junctional intercellular communication during chemoprevention and chemotherapy of cancer. Mutat Res. 2001 Sept; 480/481:219-229.

ARTIGO 3**Perfil de identidade e qualidade do óleo do coco catolé (*Syagrus cearensis*)**

Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles^{1,2}, Maristela Alves Alcântara¹, Isabelle de Lima Brito Polari¹, Antonio Gouveia de Souza¹, Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro^{1,3}

¹ *Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia - CT, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil*

² *Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil.*

³ *Departamento de Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional - CTDR, Universidade Federal de Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.*

*Autor correspondente: Angela M^a Tribuzy de M. Cordeiro
Departamento de Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional - CTDR/UFPB
Avenida dos Escoteiros, s/n^o, Mangabeira VII, Distrito Industrial de Mangabeira, João Pessoa, Paraíba, Brazil, CEP 58055-000 Phone: +55 83 3216-7947; e-mail: atribuzycordeiro@gmail.com

Resumo

Os frutos nativos da Caatinga, em especial das palmeiras, são apreciados por suas características exóticas de sabor e coloração. No entanto, os estudos sobre o valor nutricional e funcional dos diversos frutos dessas espécies, sub exploradas ou não exploradas como alimento, são bastante incipientes. Para que tais avanços possam ser alcançados, faz-se necessário o conhecimento das propriedades físicas e químicas para eficiência de utilização desses alimentos. Neste contexto, objetivou-se avaliar o óleo do coco catolé (*Syagrus cearensis*), visando caracterizar sua identidade e qualidade, bem como, sua capacidade antioxidante e estabilidade termo-oxidativa. O coco catolé foi coletado na cidade de Lagoa Seca-PB, suas amêndoas foram secas em estufa e o óleo obtido por prensagem a frio. Os resultados dos parâmetros físico-químicos atenderam à resolução brasileira vigente, apresentando valores médios de 2,48 mg KOH/g óleo para índice de acidez, 0,14 meq peróxido/kg óleo para índice de peróxido e 253 mg KOH/g óleo para índice de saponificação. O óleo do catolé apresentou um perfil de ácidos graxos saturados (84,42%) com uma quantidade predominante do ácido láurico (45,06%), além de consideráveis concentrações de compostos fenólicos e vitamina E que contribuíram para a sua elevada estabilidade térmica e oxidativa. Desta forma, este óleo surge com potencial interesse para os consumidores e para a comunidade científica por apresentar propriedades físicas, químicas e nutricionais relevantes à indústria de alimentos durante o processamento e armazenamento. Além disso, através deste estudo foi possível identificar e caracterizar esta espécie oleaginosa inexplorada do sertão brasileiro.

Palavras-chave: estabilidade termo-oxidativa, compostos fenólicos, ácido láurico, palmeiras

1. Introdução

As palmeiras nativas da região Nordeste possuem frutos de elevado potencial oleaginoso, destacando-se o coco catolé (*Syagrus cearensis*) (MELO, 2016; SILVA et al., 2015). De suas amêndoas extrai-se óleo que é bastante utilizado e apreciado na alimentação regional, de composição e aspectos sensoriais semelhantes ao óleo de coco (*Cocos nucifera* L.), de aplicabilidade em cosméticos, fins terapêuticos e na produção de biodiesel (LEAL et al., 2013).

O conhecimento das propriedades físicas (densidade, viscosidade, índice de acidez, índice de peróxido, estabilidade térmica e oxidativa), químicas (tocoferóis e compostos fenólicos) e nutricionais (ácidos graxos) dos óleos é de suma importância na identificação de espécies vegetais e na utilização destas matrizes oleaginosas pela indústria de alimentos durante o processamento e armazenamento. Estas características dependem da natureza dos ácidos graxos que compõem o óleo, cujo perfil varia de acordo com a oleaginosa da qual foi extraído e até mesmo dentro de uma mesma espécie pode haver variações, a depender do clima, do solo e do estágio de maturação (KUMAR, 2011).

Óleos vegetais estão sujeitos a tratamentos térmicos durante o processamento e alterações durante o armazenamento, exigindo a avaliação da sua estabilidade termo-oxidativa e de suas características físico-químicas (SRIVASTAVA, SEMWAL; SHARMA, 2013).

As atividades biológicas registradas para as espécies de *Syagrus* são escassas ou inexistentes, sendo *S. coronata* (Licuri) e *S. oleraceae* (Guariroba) as espécies mais estudadas (HUGHES et al., 2010). Entre esses compostos bioativos merecem destaque os tocoferóis e os compostos fenólicos, que possuem potente atividade antioxidante, atuando como substâncias que retardam ou impedem a ação de radicais livres no organismo. Fontes promissoras dessas substâncias biologicamente ativas estão nos óleos vegetais (COIMBRA; JOGE, 2012).

O consumo de cereais, frutas e hortaliças como fonte de antioxidantes fenólicos são os principais fatores que contribuem para a baixa e significativa redução da incidência de doenças crônicas e degenerativas encontradas em populações. Desta forma, a importância da pesquisa por antioxidantes naturais tem aumentado muito nos últimos anos (ANDRÉ et al., 2010, MAGANHA et al., 2010).

Neste contexto, objetivou-se avaliar as propriedades do óleo do coco catolé (*Syagrus cearensis*), visando caracterizar sua identidade e qualidade em termos de características físicas e físico-químicas como perfil de ácidos graxos, capacidade antioxidante e estabilidade termo-oxidativa.

2. Material e Métodos

2.1 Amêndoas

O coco catolé (*Syagrus cearensis*) foi coletado entre os meses de janeiro e março de 2015 na cidade de Lagoa Seca-PB, município localizado na Região Metropolitana de Campina Grande, a 640 metros de altitude, situado nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 7° 10' 8" Sul, Longitude: 35° 51' 20" Oeste (IBGE, 2016). Os frutos foram colhidos em um mesmo estádio de maturação, de cor amarelo-alaranjada e armazenados sob congelamento (-18 °C) em quantidades suficientes para a realização das análises propostas. As amêndoas foram obtidas após secagem do endocarpo em estufa a 35 °C por 48 horas e posterior quebra por equipamento mecânico.

2.2 Extração do óleo

O óleo foi extraído por prensagem a frio (~20 °C) em uma prensa hidráulica Ribeiro (modelo P30T, São Paulo, Brasil) apresentando características de 160 cm de comprimento e êmbolo de 15 cm de diâmetro com uma aplicação máxima de pressão de 1.3×10^7 N.m⁻². Em seguida foi filtrado à vácuo e armazenado em frascos âmbar sem *headspeace* a 4 °C para posterior caracterização.

2.3 Caracterização físico-química

As determinações dos índices de acidez, de peróxido e de saponificação foram realizadas de acordo com os métodos NBR 11115 Cd 8-53, Cd 1-25 e Cd 3a-94 (AOCS, 2009), respectivamente. A determinação de umidade foi realizada de acordo com AOAC (2012). A viscosidade cinemática foi determinada utilizando um viscosímetro cinemático manual, marca Julabo, modelo ME 18V, na temperatura de 40 °C, de acordo com a norma ABNT NBR 10441 (AOCS, 2014). A densidade a 20 °C foi determinada utilizando um densímetro digital Meter DA-500, de acordo com a norma ASTM D4052 (2015).

2.4 Perfil de ácidos graxos

Para a determinação do perfil de ácidos graxos do óleo foi realizado uma esterificação metílica seguindo a metodologia descrita por Hartman e Lago (1973) e a quantificação obtida por curva de calibração com padrões de ésteres metílicos, utilizando um GCMS-QP2010 (Shimadzu, Kyoto, Japan) equipado com uma coluna Durabound (DB-23 30 m x 0,25 mm x

0,25 μm). A temperatura do injetor e do detector foram fixados em 230 °C e temperatura da coluna em 90 °C. O gradiente de eluição na coluna foi de 90 a 150 °C (10 °C/min), 150 a 200 °C (5 °C/min), 200 a 230 °C (3 °C/min) em um tempo total de corrida de 34 minutos, utilizando hélio como gás de arraste na vazão de 1 mL/min.

2.5 Perfil de tocoferóis

O perfil de tocoferóis foi obtido a partir do método proposto por Khattab e Zeitoun (2013) com algumas modificações. O óleo (2 g) foi submetido à duas extrações sucessivas com 10 mL de metanol, seguida de outras duas extrações com 10 mL da mistura metanol: isopropanol (1:1 v/v) utilizando uma centrífuga a 6.100 x g durante 10 min (4 °C) para separação de fases. As camadas orgânicas superiores das quatro extrações foram combinadas, secas sob N_2 , redissolvida em 5 mL da mistura metanol: iso-propanol, filtrada através de um filtro de seringa de 0,45 mm e submetida à análise por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). A análise de tocoferóis foi realizada em equipamento CLAE, Shimadzu (Kyoto, Japão), equipado com um injetor automático Rheodyne 7125i e um detector UV-vis. As colunas utilizadas foram uma coluna Shimadzu LC-18 (25 cm x 4,6 mm, 5 μm de tamanho de partícula, da Supelco, Bellefonte, PA) e uma pré-coluna C-18 ODS Shimadzu. A amostra foi eluída em um sistema isocrático, fluxo de 1 mL/min, utilizando como fase móvel metanol:água acidificada 0,17 mol/L de ácido acético glacial (99:1 v/v). A temperatura da coluna foi mantida em 25 °C e o volume de injeção foi 20 μL . Os picos foram adquiridos a 294 nm e os dados foram analisados utilizando o software *Lab Solutions* (Shimadzu) por comparação com os tempos de retenção dos padrões de tocoferóis α , δ e γ utilizados na preparação das curvas de calibração.

2.6 Identificação e quantificação dos compostos fenólicos

O perfil de compostos fenólicos foi determinado a partir do método proposto por Carrasco- Pancorbo et al. (2006), com algumas modificações. O óleo (30 g) foi homogeneizado com 30 mL de hexano, e em seguida percorrido em um cartuxo SPE (LC-18, 2g, Superclean), pré-condicionado com 10 mL de metanol e 10 mL de hexano. Após uma lavagem com hexano (15 mL) para eliminar a fração não-polar do óleo, a amostra foi eluída com metanol (40 mL). O extrato metanólico foi seco sob N_2 , e o resíduo redissolvido em 1 mL de metanol, filtrada através de um filtro de seringa de 0,45 mm e submetida à análise por CLAE.

As análises cromatográficas foram realizadas em um cromatógrafo líquido de alta eficiência (CLAE) Shimadzu (Kyoto, Japão), equipado com um injetor automático Rheodyne 7125i e um detector UV/VIS. As colunas utilizadas foram uma coluna Shimadzu LC-18 (25 cm x 4,6 mm, 5 μ m particle size, da Supelco, Bellefonte, PA) e uma pré-coluna C-18 ODS Shimadzu. Para a identificação dos compostos fenólicos, as amostras foram eluídas com um sistema gradiente que consiste em solvente A (2% ácido acético, v/v) e solvente B (acetonitrila:metanol, 2:1, v/v), utilizados como fase móvel, com um fluxo de 1 mL/min. A temperatura da coluna foi mantida a 25 °C e o volume de injeção foi de 20 μ L. O sistema de gradiente iniciou-se a partir de 90% A a 0 min, 88% A em 3 min, 85% A em 6 min, 82% A em 10 min, 80% A em 12 min, 70% A em 15 min, 65% A em 20 min, 60% A em 25 min, 50% A em 30-40 min, 75% A em 42 min e 90% A em 44 min. A corrida cromatográfica total foi de 50 minutos. Os picos dos compostos fenólicos foram monitorizados a 280 nm. O software LabSolutions (Shimadzu) foi usado para controlar o sistema de LC-UV e de processamento de dados.

Os compostos fenólicos foram identificados por meio da comparação dos tempos de retenção com os padrões de ácidos fenólicos e flavonoides, sendo quantificados em concentrações de mg/mL e os cromatogramas foram registrados no software LabSolutions Data System.

2.7 Estabilidade oxidativa

O teste acelerado Rancimat foi usado para estimar a estabilidade do óleo de coco catolé para a oxidação. O aparelho Rancimat foi utilizado com um modo de avaliação expresso em hora pelo período de indução (IP), definido como o intervalo de tempo correspondente ao ponto de inflexão da curva de condutividade versus tempo. Determinou-se a 110 °C e 20 mL de ar/h utilizando um aparelho de Rancimat 873 (Metrohm, Herisau, Suíça). Foram pesados 2 g de amostra em cada tubo de reação e análises realizadas em triplicata segundo a metodologia da AOCS Cd 12b-92 (2009).

2.8 Termogravimetria

As curvas termogravimétricas (TG / DTG) das amostras foram obtidas em um analisador térmico simultâneo da Shimadzu modelo DTG-60H. Os testes não-isotérmicos foram realizados utilizando amostras de 10 mg, em cadinho de alumina com atmosfera de oxigênio, fluxo de 50 mL/min, com razão de aquecimento de 10 °C/min, variando de 25-800 °C.

2.9 Análise de Infravermelho

A análise de infravermelho foi realizada utilizando equipamento Espectrofotômetro Infravermelho por Transformada de Fourier – (FTIR) da marca Shimadzu, modelo Prestige-21 (Kyoto, Japão), utilizando o método de reflectância atenuada (ATR). Os espectros foram obtidos na faixa de 4000-650 cm^{-1} , com resolução de 4 cm^{-1} e 32 varreduras.

3 Resultados e Discussão

O óleo do coco catolé tem como características a cor branca, opaca, o sabor e aroma agradáveis. Na Tabela 1 estão apresentados os parâmetros físico-químicos do óleo do coco catolé.

O valor médio do índice de peróxido determinado está bem abaixo do limite de 15 meq peróxido/kg óleo, adotado pela Resolução RDC nº 270 da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) (BRASIL, 2005) para óleos vegetais não refinados e prensados a frio, indicando que o processo de extração por prensagem a frio e o armazenamento adequado contribuíram para a manutenção da qualidade do óleo do catolé. Resultados semelhantes foram encontrados por Coimbra e Jorge (2012) ao avaliarem o índice de peróxido da guariroba (*Syagrus oleracea*) e do jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), observando valores de 0,18 e 0,19 meq peróxido/kg óleo, respectivamente. Isso se justifica pela semelhança do perfil de ácidos graxos dos óleos destas três espécies de *Syagrus*, caracterizados por gorduras saturadas, as quais são mais estáveis aos processos oxidativos.

Tabela 1. Características físico-químicas do óleo do coco catolé (*Syagrus cearensis*)

Parâmetros	Óleo
	Média \pm DP ¹
Umidade (g/100g)	0,40 \pm 0,10
Índice de acidez (mg KOH/g óleo)	2,48 \pm 0,05
Índice de peróxido (meq peróxido/kg óleo)	0,14 \pm 0,03
Índice de saponificação (mg KOH/g óleo)	253 \pm 0,10
Viscosidade cinemática (mm^2/s)	26,06 \pm 0,59
Densidade (g/cm^3)	0,925 \pm 0,30

¹Desvio padrão

Neste trabalho, o óleo do catolé apresentou índice de acidez de acordo com a resolução RDC n° 270 (BRASIL, 2005) que estabelece um valor máximo de índice de acidez de 4,0 mg.KOH g⁻¹ para óleos vegetais não refinados e prensados a frio. Miranda (2011) observou valor médio de 1,54 mg.KOH g⁻¹ para o licuri (*Syagrus coronata*).

O índice de acidez avalia o estado de deterioração do óleo, uma vez que a concentração de íons de hidrogênio pode ser alterada durante a decomposição do óleo a partir de fenômenos como hidrólise, fermentação e oxidação, tornando-o mais ácido. Um elevado índice de acidez indica que o óleo está sofrendo quebras nas cadeias de trigliceróis. Assim, a rancidez do óleo normalmente é acompanhada pela formação de ácidos graxos livres (BRASIL et al., 2011).

Em relação ao índice de saponificação, o óleo do coco catolé atende a resolução RDC n° 270 da ANVISA (BRASIL, 2005), a qual estabelece o índice de saponificação da maioria dos óleos vegetais consumidos no Brasil entre 181 e 265 mg KOH/g. No estudo de óleos da espécie *Syagrus*, Coimbra e Jorge (2012) avaliaram o índice de saponificação da guariroba (225,68 mg KOH/g), do jerivá (206,42 mg KOH/g) e da macaúba (201,41 mg KOH/g).

O índice de saponificação de uma amostra é inversamente proporcional ao peso molecular médio dos ácidos graxos dos glicerídeos presentes. Sendo assim, pode-se sugerir que o óleo da amêndoa do catolé é constituído por ácidos graxos de menor peso. Resultados que podem ser confirmados através da análise de cromatografia gasosa (Tabela 2).

A densidade para os triglicerídeos é diretamente proporcional ao seu peso molecular e inversamente proporcional ao seu grau de instauração (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004). Por esse motivo os triglicerídeos são mais densos no seu estado sólido do que no seu estado líquido. O valor médio para a densidade do óleo do coco catolé a 20 °C foi de 0,925 g/cm³. Além de contribuir na caracterização e identificação dos óleos vegetais, a densidade é destaque na indústria de alimentos como parâmetro importante na verificação de adulterações por adição de água ou de outras substâncias.

Para o óleo do catolé foi observado valor médio de 26,06 mm²/s à 40 °C. Os óleos que contêm ácidos graxos de baixo peso molecular são, ligeiramente, menos viscosos que os com alto peso molecular. Isso justifica os valores mais altos encontrados por Meier et al. (2015) para os óleos de soja (49 mm²/s) e canola (56 mm²/s).

Para o teor de umidade, o óleo do coco catolé apresentou valor médio de 0,4%, o que contribui para uma maior vida útil e estabilidade durante o armazenamento. Miranda (2011) observou para o óleo de Licuri (*Syagrus coronata*) resultados de 0,05% de umidade.

O valor nutricional e o perfil de ácidos graxos de oleaginosas podem diferenciar de acordo com o estágio de maturação, estação e local de plantio (KUMAR, 2011). O óleo do catolé apresentou valores de 84,42% de ácidos graxos saturados (AGS); 12,72% de monoinsaturados (MUFA) e 2,85% de poli-insaturados (PUFA), confirmando o perfil característico dos óleos das espécies da família *Arecaceae*, prevalecendo os ácidos graxos saturados (Tabela 2).

Tabela 2. Perfil dos principais ácidos graxos do óleo de coco catolé

	Ácidos graxos	%
C8:0	Ácido caprílico	8,27
C10:0	Ácido cáprico	6,38
C12:0	Ácido láurico	45,06
C14:0	Ácido mirístico	14,86
C16:0	Ácido palmítico	6,93
C18:0	Ácido esteárico	2,45
C18:1n9c	Ácido oléico	12,2
C18:2n6c	Ácido linoleico	2,77
TOTAL		
Total Saturados (AGS)		84,42
Total Monoinsaturados (MUFA)		12,72
Total Poli-insaturados (PUFA)		2,85

O ácido graxo predominante no óleo do coco catolé foi o ácido láurico, constituinte lipídico de cadeia média, representando 45,06% dos ácidos graxos, seguido pelos ácidos mirístico, caprílico, palmítico, cáprico e esteárico. Estes resultados são bastante semelhantes ao encontrados por Moreira et al. (2014) e Martins e Santos (2015) quando estudaram o óleo de coco (*Cocos nucifera* L.), confirmando a similaridade físico-química e sensorial entre estas duas espécies oleaginosas, ambas denominadas de óleos láuricos.

Ao contrário das gorduras animais saturadas, os ácidos graxos de cadeia média presentes nos óleos de coco virgens são rapidamente metabolizados pelo fígado para produzir energia e não participam na biossíntese e no transporte do colesterol (YOUSEFI; NATEGHI; REZAEI, 2013). Sabe-se que o ácido láurico, um ácido graxo de cadeia média, possui atividade antimicrobiana e antiviral, alta digestibilidade (MANSOR et al., 2012), tem efeito termogênico e promove aumento da saciedade (ASSUNÇÃO et al., 2009). Os ácidos graxos de cadeia curta têm um efeito benéfico sobre a saúde intestinal porque são rapidamente absorvidos e oxidados pelas células do cólon e estimulam a proliferação celular neste tecido,

além de desempenhar um papel na prevenção de doenças cardiovasculares, câncer e doenças inflamatórias do intestino (COLLADO et al., 2010).

Entretanto, é importante ressaltar que os estudos sobre o ácido láurico seguem linhas controversas e, por isso, os resultados ainda não são conclusivos. O ácido graxo láurico também possui aplicabilidade na indústria de alimentos em substituição à gordura vegetal hidrogenada, que possui elevada concentração de gordura *trans* (FARIA et al., 2008).

Também foram identificados os ácidos graxos linoleico (C18:2n6c) e oleico (C18:1n9c), ambos nutricionalmente importantes e de caráter essencial ao organismo humano. O ácido oleico é comprovadamente benéfico à saúde cardiovascular, pois está associado à redução da concentração plasmática da lipoproteína de baixa densidade (LDL) do colesterol (FAO, 2010), bem como, potencialmente, ao incremento da lipoproteína de alta densidade (HDL) (ALMEIDA et al., 2014). O linoleico é um ácido graxo precursor dos demais ácidos graxos da família ômega-6, sendo que este juntamente com o alfa-linolênico (C18:3 3) são necessários para as funções cerebrais e os impulsos nervosos (SPOSITO et al., 2007).

Além dos ácidos graxos necessários para a composição estrutural das membranas celulares do corpo, o óleo de coco é constituído de antioxidantes como os tocoferóis e os compostos fenólicos que protegem o óleo contra as reações oxidativas, favorecendo sua alta estabilidade a rancidez (YOUSEFI; NATEGHI; REZAEI, 2013).

Desta forma, este óleo surge com potencial interesse para os consumidores e para a comunidade científica por apresentar qualidades nutricionais significativas, com elevado teor de compostos fenólicos, correlacionado com sua ação antioxidante e consideráveis teores de vitaminas E, em comparação com outros óleos vegetais (ABUJAZIA et al., 2012; MARINA et al., 2009; SUBERMANIAM et al., 2014).

Na Figura 1 encontra-se o perfil de tocoferol do óleo de coco catolé, observando-se teores de 1530 µg de tocoferol/g de óleo, em que o principal composto foi o isômero gama (780 µg/g), representando 51% do total de tocoferóis. Delta (500 µg/g) e alfa (250 µg/g) apresentaram valores de 33 e 16%, respectivamente.

A presença destas substâncias antioxidantes possuem ação benéfica na eliminação de oxigênio reativo e espécies reativas de oxigênio no organismo, que quando em excesso provocam o estresse oxidativo, causando danos em biomoléculas, em especial, nas proteínas, lipídios e DNA (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2010; NELSON; COX, 2014; BAYNES; DOMINICZAK, 2015).

Santos et al. (2012), estudando a qualidade de óleo do mesocarpo de frutos de palmeiras nativas como a Bacaba (148 µg/g), a Pupunha (117 µg/g), o Injá (85 µg/g) e o

Tucumã (483 $\mu\text{g/g}$), observaram valores total de tocoferóis inferiores aos reportados nesta pesquisa. Neste mesmo estudo, resultados semelhantes foram encontrados para o Buriti (1567 $\mu\text{g/g}$).

Os compostos fenólicos majoritários identificados no óleo do catolé estão apresentados na Tabela 3. Dentre os ácidos fenólicos analisados o ácido salicílico apresentou maior concentração, enquanto para o grupo dos flavonoides a miricetina foi a mais representativa. O estudo do perfil de compostos fenólicos para o óleo do *Syagrus cearensis* é de extrema relevância uma vez que estudos abordando seus compostos bioativos são inexistentes.

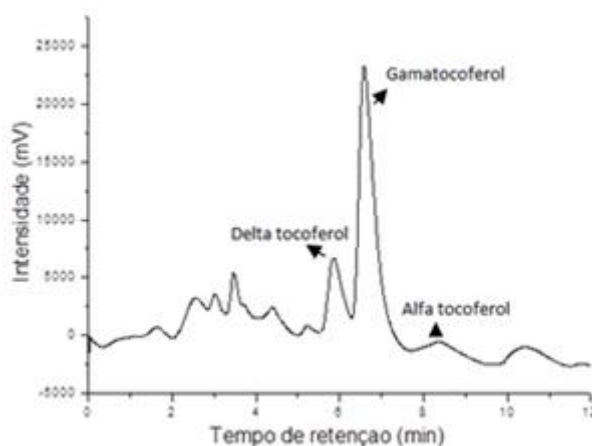


Figura 1. Cromatograma por HPLC dos tocoferóis do óleo de coco catolé (*Syagrus cearensis*)

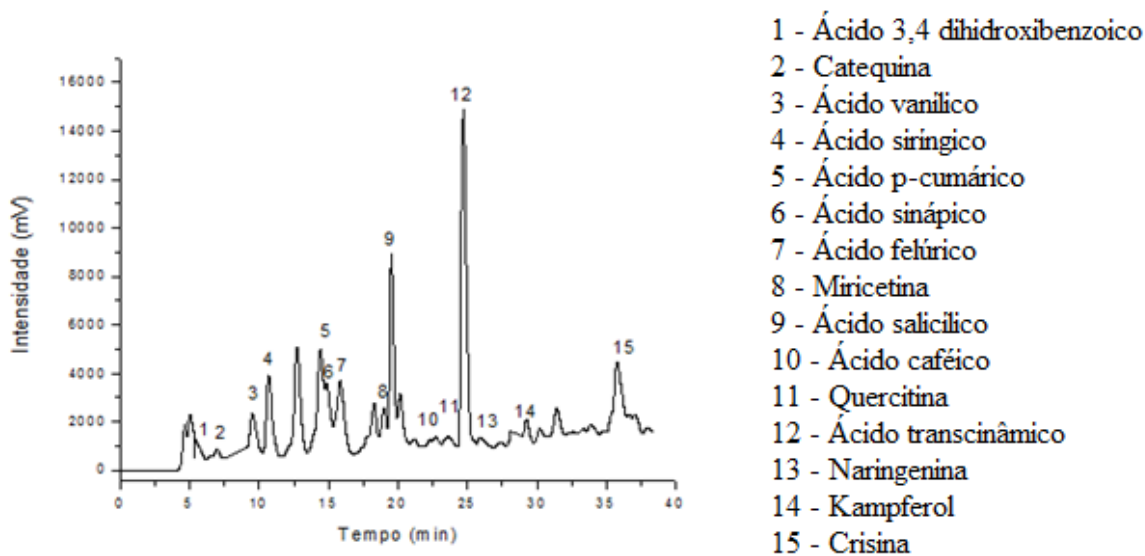


Figura 2. Cromatograma do perfil dos compostos fenólicos do óleo do catolé (*Syagrus cearensis*)

Tabela 3. Compostos fenólicos presentes em óleo do coco catolé (*Syagrus cearensis*)

Compostos fenólicos (µg/g)	Óleo de coco catolé
	Média ± DP ¹
<i>Ácidos fenólicos</i>	
Ác. 3,4 dihydrobenzoico	4,32 ± 0,10
Ác. p Cumarico	7,57 ± 0,20
Ác. Salicilico	123,24 ± 0,25
Ác. Sinapico	15,14 ± 0,07
Ác. Siringico	9,73 ± 0,03
Ác. Trans cinamico	7,57 ± 0,59
Ác. Vanílico	15,14 ± 0,02
Ác. Felurico	18,38 ± 0,10
Ác. Cafeico	18,38 ± 0,22
<i>Flavonoides</i>	
Miricetina	14,05 ± 0,37
Quercetina	6,49 ± 0,10
Naringenina	1,08 ± 0,20
Kampferol	3,24 ± 0,05
Catequina	7,57 ± 0,04
Crisina	10,81 ± 0,03
Total	262,70 ± 0,67

¹Desvio padrão

O ácido salicílico foi o composto mais importante detectado e quantificado, apresentando concentrações de até 123,24 mg/100 g de óleo, representando 46,91% do total dos compostos bioativos identificados. Este composto fenólico tem várias propriedades terapêuticas na saúde humana, como analgésico, antipirético e anti-inflamatório (GROSSER, SMYTH; FITZGERALD, 2011).

Dentre os ácidos fenólicos destaca-se também o ácido cafeico com valores médios de 18,38 mg/100 g de óleo do coco catolé, perfazendo 7% dos fenólicos identificados, e o ácido vanílico com 15,14 mg/100 g de óleo, representando 5,87% do total. O ácido cafeico é conhecido por apresentar propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antinociceptivas e antidiabéticas (CHAO et al., 2010; PRADHANANGA; SHIM, 2015). Já o ácido vanílico possui correlação direta como poder antioxidante através da redução do ferro em amostras susceptíveis à oxidação (PIAZZON et al., 2010).

Por outro lado, a miricetina foi o flavonoide majoritário identificado e quantificado em concentrações de 14,05 mg/100 g de óleo. Estudos comprovam que este flavonoide tem a capacidade de prevenir efeitos cardiotoxicos induzidos pelo isoproterenol. Knekt et al., (2002) descobriram que os homens com maior ingesta de miricetina tinham menor risco de câncer de próstata.

Os resultados da avaliação da estabilidade oxidativa do óleo do *Syagrus cearenensis*, submetido à temperatura de 110 °C, utilizando o método Rancimat®, foi superior a 48 horas. Variações na condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) em função do tempo (h) ocorrem devido à formação de compostos voláteis resultantes da oxidação (GARCIA-MORENO et al., 2013).

A resistência à oxidação lipídica está diretamente relacionada ao armazenamento, processamento e composição química do óleo de coco (Yousefi, Nateghi e Rezaee 2013). A literatura comprova a relação direta entre o perfil de ácidos graxos e a oxidação lipídica, em que quanto maior a quantidade de AGI, menor a estabilidade oxidativa devido à instabilidade das duplas ligações (MOIGRADEAN; POIANA; GOGOASA, 2012). Desta forma, o perfil saturado de ácidos graxos associado à presença de compostos bioativos tais como fenólicos e tocoferóis garantem ao o óleo de coco catolé elevada estabilidade oxidativa.

O comportamento térmico do óleo do coco catolé avaliado pela TG/DTG está representado na Figura 3. O perfil termogravimétrico da amostra se manteve estável à decomposição até temperaturas próximas a 240 °C, apresentando uma perda de 97% de massa através de um evento endotérmico até 470 °C. O óleo do coco catolé chegou à completa degradação em temperaturas próximas a 700 °C sob atmosfera de oxigênio.

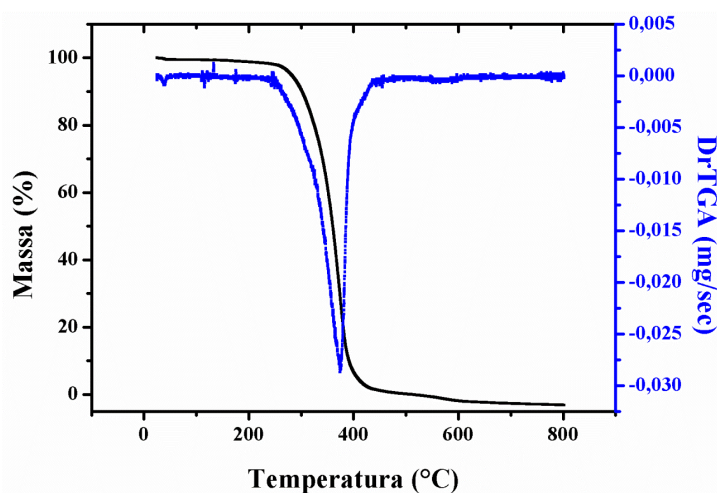


Figura 3. Curvas TG/DTG obtidas a partir da análise do óleo do coco catolé (*Syagrus cearenensis*)

As perdas de massa de uma amostra estão relacionadas à composição de ácidos graxos e susceptibilidade destes a decomposição. Assim a resistência térmica pode está associada à saturação dos ácidos graxos, onde são degradados os poli-insaturados, monoinsaturados e saturados, na respectiva ordem (VOLLI; PURKAIT, 2014). Além da composição de ácidos graxos de cada óleo vegetal, outro fator que influencia na resistência à degradação é a presença de antioxidantes naturais como flavonoides, ácidos fenólicos e tocoferóis. Junto com os triglicerídeos, os compostos voláteis representam outra parcela da composição dos óleos vegetais que são rapidamente vaporizados devido à instabilidade térmica destes, acarretando em perdas de massa das matrizes oleaginosas.

A termogravimetria é uma ferramenta fundamental na avaliação da qualidade de óleos vegetais e na utilização em processos industriais. Devido à alta confiabilidade de resultados e ao fornecimento de dados em um tempo relativamente curto característicos desta análise, essa técnica tem sido cada vez mais adotada (PORTELLA et al., 2014; MOSAROF et al., 2016).

A estabilidade oxidativa confirmada pelo método Rancimat®, corrobora com o perfil térmico do óleo so *S. cearensis* que se manteve estável a 110 °C por mais de 48 horas. Estes resultados ratificam o perfil de ácidos graxos e, conseqüentemente, a preservação da qualidade nutricional do óleo avaliado. Isso demonstra o potencial de uso do óleo do catolé como óleo vegetal estável, rico em antioxidantes naturais e ingrediente promissor na formulação de alimentos funcionais processados termicamente.

A espectroscopia de infravermelho é uma técnica simples e rápida que vem sendo utilizada para a caracterização estrutural de óleos vegetais, ajudando na identificação de adulterações e degradações por processos oxidativos. O espectro de Infravermelho do óleo do coco catolé esta apresentado na Figura 4.

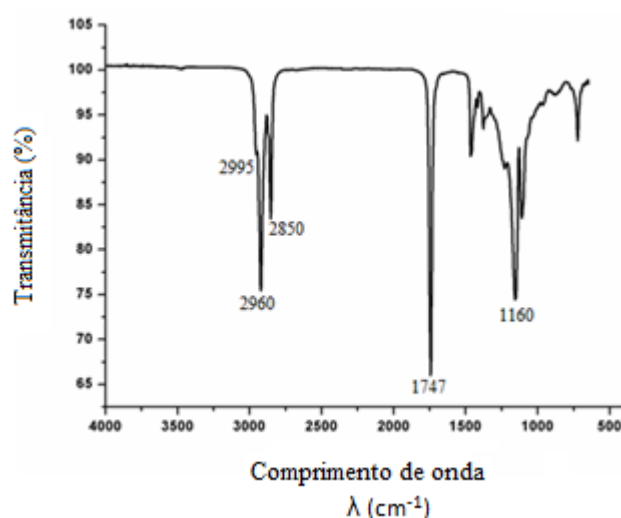


Figura 4. Espectroscopia de infravermelho do óleo do coco catolé (*Syagrus cearensis*)

Os espectros foram divididos em três regiões para facilitar a análise, quais sejam: R1 (2500-4000 cm^{-1}), R2 (1500-2000 cm^{-1}), R3 (1000-1500 cm^{-1}). Em R1, pode-se notar a existência de três bandas claramente identificáveis e de maior absorção. Estas bandas constituem-se da junção de vários modos vibracionais relacionados a porções distintas da molécula, dentre os quais se destacam os modos de estiramento simétrico e assimétrico para a ligação C-H de grupos metílicos a 2850 e 2960 cm^{-1} , respectivamente, e estiramento simétrico e assimétrico das ligações C-H em grupos olefínicos (2995 cm^{-1}) para os derivados insaturados.

Castilho-Almeida et al. (2012), estudando os espectros de infravermelho do óleo de soja, concluíram que quanto mais insaturado for o óleo vegetal maior a intensidade do pico localizado entre 2995 cm^{-1} . Esta confirmação é de grande valia, visto que o perfil de ácidos graxos é parâmetro fundamental na caracterização físico-química e estabilidade de matrizes oleaginosas.

A análise da segunda região espectral (R2, 1500-2000 cm^{-1}) apresenta o pico de 1747 cm^{-1} que é a principal absorção no espectro dos ésteres de óleos vegetais e se refere à deformação axial de estiramento do grupo carbonila (C=O), característica dos triacilglicerídeos. A diminuição da intensidade deste pico pode estar relacionada com a quebra das ligações dos ésteres e, conseqüentemente, ao processo de oxidação com a produção de hidroperóxidos (GUILLÉN; CABO, 2000).

Em R3 (1000-1500 cm^{-1}) é observada uma banda de intensidade média em 1160 cm^{-1} a qual pode sofrer mudanças mais agudas no processo de oxidação, observando sua diminuição e deslocamento. Entretanto, em estádios iniciais de oxidação ela permanece praticamente inalterada.

4 Conclusão

O *S. cearensis* apresentou elevado teor lipídico em sua amêndoa, com predominância de ácidos graxos saturados, com destaque o ácido láurico. Os resultados da caracterização físico-química do óleo do coco catolé apresentaram-se dentro das normas exigidas pela legislação vigente para óleos vegetais não refinados e prensados a frio. Além da presença dos ácidos graxos essenciais ao organismo humano, antioxidantes como tocoferóis e compostos fenólicos (ácido salicílico, vanílico, felúrico, caféico e a mericetina) também foram identificados e quantificados, conferindo ao óleo do catolé potencial antioxidante e estabilidade à oxidação.

Através deste estudo foi possível identificar e caracterizar esta espécie oleaginosa inexplorada do Semiárido brasileiro que demonstrou ter potencial para a indústria de alimentos por apresentar possíveis aplicações tecnológicas na elaboração de *blends* de oleaginosas insaturadas, justificada pela sua alta estabilidade termo-oxidativa e pela presença de compostos fenólicos, aumentando a vida útil e a qualidade das *blends* durante o processamento e armazenamento.

Referências

ABUJAZIA, M. A.; MUHAMMAD, N.; SHUID, A. N.; SOELAIMAN, I. N. The effects of virgin coconut oil on bone oxidative status in ovariectomised rat. **Evidence-based complementary and alternative medicine**. v. 2012, p. 1-6, 2012.

ALMEIDA, M. M.; LUQUETTI, S. C. D.; SABARENSE, C. M. et al. Butter naturally enriched in cis-9, trans-11 CLA prevents hyperinsulinemia and increases both serum HDL cholesterol and triacylglycerol levels in rats. **Lipids in Health and Disease**, v. 13, 2014.

ANDRÉ, C.; CASTANHEIRA, I.; CRUZ, J. M.; PASEIRO, P.; SANCHES-SILVA, A. Analytical strategies to evaluate antioxidants in food: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v.21, p.229-246, 2010.

AOAC Association of Official Analytical Chemists. (2000). **Official methods of analysis of AOAC International (19th ed.)**. Washington, D.C.: AOAC International.

AOCS American Oil Chemists Society. **Official Methods and Recommended Practices of the AOCS (6th ed.)**. Champaign: AOCS, 2009.

AOCS. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. USA: **Champaign**, 2014.

ASSUNÇÃO, M. L. et al. Effects of dietary coconut oil on the biochemical and anthropometric profiles of women presenting abdominal obesity. **Lipids**, v. 44, n. 7, p. 593-601, 2009.

ASTM D4052. **Standard Test Method for Density , Relative Density , and API Gravity of Liquids by Digital Density Meter**. 2015.

BAYNES, J. W.; DOMINICZAK, M. H. **Bioquímica médica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

BRASIL, R. V. et al. Caracterização física e química do óleo de pequi exposto a diferentes condições de armazenamento. In: **VIII Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão-Conpeex**. 2011.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS nº. 270, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 set. 2005.

CARRASCO- PANCORBO, A. et al. A simple and rapid electrophoretic method to characterize simple phenols, lignans, complex phenols, phenolic acids, and flavonoids in extra- virgin olive oil. **Journal of separation science**, v. 29, n. 14, p. 2221-2233, 2006.

CASTILHO-ALMEIDA, E. W. et al. Estudo teórico e experimental de espectros infravermelho de ésteres de ácido graxo presentes na composição do biodiesel de soja. **Química Nova**, v. 35, n. 9, p. 1752-1757, 2012.

CHAO, C.; MONG, M.; CHAN, K.; YIN, M. Anti- glycative and anti- inflammatory effects of caffeic acid and ellagic acid in kidney of diabetic mice. **Molecular nutrition and food research**, v. 54, n. 3, p. 388-395, 2010.

COIMBRA, M. C.; JORGE, N. Fatty acids and bioactive compounds of the pulps and kernels of Brazilian palm species, guariroba (*Syagrus oleracea*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) and macaúba (*Acrocomia aculeata*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, n. 3, p. 679-684, 2012.

COLLADO, M. C. et al. Effect of mother's weight on infant's microbiota acquisition, composition, and activity during early infancy: a prospective follow-up study initiated in early pregnancy. **The American journal of clinical nutrition**, v. 92, n. 5, p. 1023-1030, 2010.

FAO - Food And Agriculture Organization Of The United Nations. **Fats and fatty acids in human nutrition**. Report of an expert consultation. Roma: FAO, p.166, 2010.

FARIA, J.P. et al. Caracterização química da amêndoa de coquinho-azedo (*Butia capitata* var *capitata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.2, p.549-552, 2008.

GARCÍA-MORENO, P. J. et al. Influence of the parameters of the Rancimat test on the determination of the oxidative stability index of cod liver oil. **LWT-Food Science and Technology**, v. 51, n. 1, p. 303-308, 2013.

GROSSER, T.; SMYTH, E.; FITZGERALD, G. A. Anti-inflammatory, antipyretic, and analgesic agents; pharmacotherapy of gout. **Goodman and Gilman's the pharmacological basis of therapeutics. 12th ed.** New York: McGraw-Hill, p. 973, 2011.

GUILLÉN, M. D.; CABO, N. Some of the most significant changes in the Fourier transform infrared spectra of edible oils under oxidative conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 14, p. 2028-2036, 2000.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free Radicals in Biology and Medicine**. 4. ed. Nova York: Oxford, 2010.

HARTMAN, L.; LAGO, L. C. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. **Laboratory Practice**, 22, 475-476, 1973.

HUGHES, C. C., FENICAL, W. Antibacterials from the sea. **Chemistry-A European Journal**, v. 16, n. 42, p. 12512-12525, 2010.

KHATTAB, R. Y.; ZEITOUN, M. A. Quality evaluation of flaxseed oil obtained by different extraction techniques. **LWT-Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 338-345, 2013.

KNEKT, P.; KUMPULAINEN, J.; JÄRVINEN, R.; RISSANEN, H.; HELIÖVAARA, M.; REUNANEN, A.; AROMAA, A. Flavonoid intake and risk of chronic diseases. **The American journal of clinical nutrition**, v. 76, n. 3, p. 560-568, 2002.

KUMAR, S. N. Variability in Coconut (*Cocos nucifera* L.) germplasm and hybrids for fatty acid profile for oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 13050-13058, 2011.

LEAL, L. B. et al. Determination of the critical hydrophile-lipophile balance of licuri oil from *Syagrus coronata*: application for topical emulsions and evaluation of its hydrating function. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 49, n. 1, p. 167-173, 2013.

MAGANHA, E. G.; HALMENSCHLAGER, R. C.; ROSA, R. M.; HENRIQUES, J. A. P.; RAMOS, A. L. L. P.; SAFI, J. Pharmacological evidences for the extracts and secondary metabolites from plants of the genus *Hibiscus*. **Food Chemistry**, v.118, p.1–10, 2010.

MANSOR, T. S. T.; CHE MAN, Y. B.; SHUHAIMI, M.; ABDUL AFIQ, M. J.; KU NURUL, F. K. M. Physicochemical properties of virgin coconut oil extracted from different processing methods. **International Food Research Journal**, v. 19, p. 837-845. 2012.

MARINA, A. M.; CHE MAN, Y. B.; NAZIMAH, S. A.; AMIN, I. Antioxidant capacity and phenolic acids of virgin coconut oil. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 60, p. 114-23, 2009.

MARTINS, J. S.; SANTOS, J. C. O. Estudo comparativo das propriedades de óleo de coco obtido pelos processos industrial e artesanal. **Blucher Chemistry Proceedings**, v. 3, n. 1, p. 515-526, 2015.

MEIER, T. W. et al. Avaliação da produção de ésteres metílicos e glicerol a partir das misturas de óleo residual, de soja e de canola. **Revista Tecnológica**, p. 73-81, 2015.

MELO, C. D. **Potencialidade do Nordeste para o setor de biocombustível: revisão bibliográfica**. 2016.

MOIGRADEAN, D.; POIANA, M.; GOGOASA, I. Quality characteristics and oxidative stability of coconut oil during storage. **Journal of Agroalimentary Process and Technologies**. v. 18, p. 272–276, 2012.

MOSAROF, M. H.; KALAM, M. A.; MASJUKI, H. H.; ARSLAN, A.; MONIRUL, I. M.; RUHUL, A. M.; KHUONG, L. S. Analysis of thermal stability and lubrication characteristics of *Millettia pinnata* oil. **RSC Advances**, v. 6, n. 84, p. 81414-81425, 2016.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

PIAZZON, A.; FORTE, M.; NARDINI, M. Characterization of phenolics content and antioxidant activity of different beer types. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 58, p. 10677–10683, 2010.

PORTELLAA, A. C. F.; MUNAROB, M.; ASCÊNCIO, S. D.; DE ASSIS SIQUEIRAA, C.; SOUZA FERREIRAA, T. P.; SOUZA AGUIARA, R. W. Caracterização físico-química do óleo essencial da *Siparuna guianensis* Aublet. **Química Nova**, v. 37, n. 5, p. 844-849, 2014.

PRADHANANGA, S.; SHIM, W. Caffeic acid exhibits anti-pruritic effects by inhibition of multiple itch transmission pathways in mice. **European journal of pharmacology**, v. 762, p. 313-321, 2015.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**, p.194. 2004.

SANTOS, M. F. G. et al. **Qualidade e potencial funcional da porção comestível e do óleo de frutos de palmeiras nativas oriundas do Amapá**. 2012.

SILVA, Ra. B. et al. A comparative study of nutritional composition and potential use of some underutilized tropical fruits of Areaceae. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 3, p. 1701-1709, 2015.

SPOSITO, A.C. et al. IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose: Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.88, n.1, p.2-19, 2007.

SRISVATAVA, Y.; SEMWAL, A. D.; SHARMA, G. K. Studies on storage stability of hot extracted (HEVCO) and cold extracted virgin coconut oil (CEVCO) in different flexible and rigid packaging system. *International Food Research Journal*, v. 20, p. 1971-1976, 2013.

SUBERMANIAM, K.; SAAD, Q.H.M.; DAS, S.; OTHMAN, F. Virgin Coconut Oil (VCO) Decreases the Level of Malondialdehyde (MDA) in the Cardiac Tissue of Experimental Sprague-Dawley Rats Fed with Heated Palm O. **Journal of Medical and Bioengineering**, 3,102–106, 2014.

VOLLI, V.; PURKAIT, M. K. Physico-chemical properties and thermal degradation studies of commercial oils in nitrogen atmosphere. **Fuel**, 117, 1010–1019, 2014.

YOUSEFI, M.; NATEGHI, L.; REZAEI, K. Investigation of physicochemical properties, fatty acids profile and sterol content in Malaysian coconut and palm oil. **Annals of Biological Research**, v. 4, p. 214 - 219, 2013.

Otimização da extração de compostos fenólicos e capacidade antioxidante do fruto de *Syagrus cearensis*

Meireles, BRLA^{1,2}, Alcântara MA¹, Polari ILB¹, Souza AG¹, Cordeiro AMTM^{1,3}

¹ *Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia - CT, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil*

² *Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil.*

³ *Departamento de Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional - CTDR, Universidade Federal de Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.*

*Autor correspondente: Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles

Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA/UFCG

Rua Jario Vieira Feitosa, nº 1770, Bairro dos Pereiros, CEP 58.840-000, Pombal, Paraíba, Brasil, Phone: +55 83 99996-3436; email: bruno_meireles7@hotmail.com

Potencial antioxidante do *Syagrus cearensis*

Otimização da extração de compostos fenólicos e capacidade antioxidante do fruto de *Syagrus cearensis*

Optimization of extraction of phenolic compounds and antioxidant capacity of *Syagrus cearensis* fruits

Resumo

O uso de antioxidantes naturais é crescente e oportuno na indústria e no meio científico, tendo em vista os benefícios que estes proporcionam a saúde e a preservação da qualidade dos alimentos. Este estudo avaliou a eficiência de extração de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante dos extratos da polpa e da amêndoa do coco catolé (*Syagrus cearensis*). Para investigar o efeito de diferentes solventes na extração de compostos fenólicos, um design *simplex lattice* foi utilizado com acetona, etanol e água para avaliação do teor de fenólicos totais e atividade antioxidante (DPPH, ABTS e FRAP). O teor de fenólicos totais e a atividade antioxidante da polpa e da amêndoa do coco catolé indicaram quantidades consideráveis de compostos bioativos com potencial antioxidante. A mistura de solventes moderadamente polares tais como acetona-água foi altamente eficiente para extrair os compostos antioxidantes da polpa e da amêndoa. No perfil fenólico dos extratos avaliados destacaram-se o ácido 2,5-dihidroxibenzóico (ácido gentísico), o ácido caféico, o ácido p-cumárico, a rutina, o ácido elágico e o ácido vanílico como antioxidantes naturais presentes no coco catolé.

Palavras-chave: Compostos bioativos, superfície de resposta, coco catolé

Abstract

The use of natural antioxidants is increasing and timely in industry and the scientific environment, in view of their health benefits and preservation of food quality. This study evaluated the extraction efficiency of phenolic compounds and the antioxidant capacity s of pulp and almond of Coco catole extracts (*Syagrus cearensis*). To investigate the effect of different solvents on the extraction of phenolic compounds, a simplex lattice design was used with acetone, ethanol and water to evaluate the total phenolic content and antioxidant activity (DPPH, ABTS and FRAP). The total phenolic content and antioxidant activity of Coco catole pulp and almond indicated considerable amounts of bioactive compounds with antioxidant potential. The mixture of moderately polar solvents such as acetone-water was highly efficient for extracting the antioxidant compounds from the pulp and the almond. The phenolic profile of the extracted extracts was 2,5-dihydroxybenzoic acid (gentisic acid),

caffeic acid, p-coumaric acid, rutin, ellagic acid and vanillic acid as natural antioxidants present in Coco catole.

Keywords: Bioactive compounds, response surface, Coco catole

INTRODUÇÃO

O catolé (*Syagrus cearensis*) é muito apreciado pela fauna nativa (caprinos e ovinos) e também pela população local que consome não somente a sua polpa, quando maduros, mas também a amêndoa dos cocos secos¹, cuja comercialização constitui uma atividade importante do ponto de vista socioeconômico, por contribuir como fonte geradora de renda e fixação na área rural, e nutricional, por possuir um elevado valor calórico em comparação a outras frutas nativas tradicionalmente utilizadas na região.

Segundo Rufino et al.² e Silva et al.³, algumas palmeiras do gênero *Syagrus* apresentam potencial antioxidante. Estudos do potencial antioxidante em *Syagrus cearensis* são inexistentes, no entanto resultados positivos e satisfatórios em *Syagrus coronata* (Licuri)⁴ e *Syagrus oleracea* (Guariroba)⁵, encorajam a pesquisa destes compostos bioativos no coco catolé.

O uso de antioxidantes naturais, proveniente de extratos vegetais, pelas indústrias tem crescido devido às suas propriedades antimicrobianas, antioxidantes e estabilizantes em alimentos, além de atrair os consumidores que buscam por alimentos funcionais. Neste sentido, diversos estudos relacionados aos métodos de extração de fenólicos naturais vêm sendo realizados frente às severas restrições aos antioxidantes sintéticos de efeitos tóxico e carcinogênico comprovados^{6,7,8}. A eficiência deste processo de extração varia de acordo com o método, natureza química da amostra, tipo de solventes e condições utilizadas^{6,7}, sendo a extração por solvente o método mais comum usado para isolar antioxidantes naturais⁹.

Em muitos sistemas de extração, os solventes são utilizados isoladamente, mas podem produzir resultados pouco eficientes. Nestes casos, é conveniente utilizar misturas de solventes, que podem variar de misturas binárias, ternárias e mesmo multicomponentes. Um aspecto importante nos estudos realizados em solventes mistos é o papel das interações solvente-solvente na competição pela solvatação de solutos¹⁰.

Experiências com mistura de solvente são uma classe especial de experimentos com superfície de resposta, na qual a estimativa das propriedades de um sistema multicomponente é possível, a partir de um número limitado de observações. Estas observações são obtidas a partir de combinações pré-selecionadas de componentes numa tentativa de determinar qual delas otimiza a resposta¹¹.

Diante da inexistência de pesquisas sobre o potencial antioxidante da espécie *Syagrus cearensis*, fruto nativo do Semiárido brasileiro, e da sua relevância cultural na alimentação da população local, objetivou, através de curvas de superfície de resposta, avaliar a mistura mais eficiente para a extração e identificação de compostos fenólicos e

avaliação da capacidade antioxidante dos extratos da polpa e da amêndoa no potencial funcional do coco catolé.

METODOLOGIA

2.1 Polpa e amêndoa

O coco catolé (*Syagrus cearensis*) foi coletado entre os meses de janeiro e março de 2015 na cidade de Lagoa Seca-PB, município localizado na Região Metropolitana de Campina Grande, a 640 metros de altitude, situado nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 7° 10' 8" Sul, Longitude: 35° 51' 20" Oeste, de clima tropical úmido, com temperatura média anual em torno de 22 °C, sendo a mínima de 14 °C e a máxima de 33 °C. Os frutos foram colhidos em um mesmo estágio de maturação, de cor amarelo alaranjada, e armazenados sob congelamento (-18 °C) em quantidades suficientes para a realização das análises propostas.

Para comprovação da espécie em estudo, as exsiccatas com o material vegetal foram depositadas no Herbário Prof. Jayme Coelho de Moraes (EAN/CCA/UFPB), o qual identificou os frutos pertencentes ao gênero *Syagrus cearensis* Noblick.

2.2 Reagentes

Os padrões de ácido gálico e os reagentes TPTZ (2, 4, 6 – Tri (2-piridil) – 1,3,5 - triazina), DPPH• (2,2-difenil-1-picril-hidrazila), TROLOX (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-ácido carboxílico), ácidos fenólicos: ácido 3,4 dihidroxibenzóico (protocatequímico), 4 hidroxibenzoico, salicílico, siríngico, ácido 2,5 dihidroxibenzóico (gentísico), vanílico, elágico, p-cumárico, sinápico, trans-cinâmico, caféico e ferúlico e flavonoides: rutina, miricetina, quercetina, naringina, kaempferol, catequina, hesperetina, crisina foram obtidos da Sigma-Aldrich (Sigma Co., USA). O reagente Folin-Ciocalteu foi adquirido da Merck. Os solventes n-hexano, acetona, etanol, isopropanol, clorofórmio ambos de grau analítico, foram obtidos da FMAIA. O metanol, hexano e acetonitrila grau HPLC foram adquiridos da J.T. Baker (Phillipsburg, USA).

2.3 Obtenção dos extratos fenólicos da polpa e amêndoa

As amêndoas do coco catolé foram inicialmente trituradas em processador mecânico (Pratic Blender Cadence, BLD300) e desengorduradas. Foram pesadas 30 g das amostras e adicionados 200 mL de hexano em aparelho de Soxhlet. A farinha resultante foi armazenada em recipiente escuro, sob refrigeração (2-8 °C), até o momento de sua utilização. Posteriormente, foi submetida ao processo de extração dos compostos fenólicos.

Para investigar o efeito de diferentes solventes na extração de compostos fenólicos da polpa e amêndoa do coco catolé, um design *simplex lattice* foi utilizado, com acetona, etanol e água. Os extratos fenólicos foram obtidos numa proporção amostra-solvente/mistura de solvente de 1:10 à temperatura ambiente sob agitação mecânica (Incubadora TE-420) por 3 h. Seguidos da centrifugação (6100 x g por 10 min), filtração a vácuo e secagem em estufa com circulação de ar (40 °C), *overnight* (15h). O planejamento experimental produziu 14 extratos que foram utilizados para avaliação do potencial antioxidante.

2.4 Teor de fenólicos totais

O teor de fenólicos totais dos extratos da polpa e amêndoa do coco catolé foi determinado de acordo com o método de Folin-Ciocalteu¹² com modificações. Uma alíquota de 150 µL do extrato (5 mg/mL em etanol) foi transferida para um tubo de ensaio contendo 60 µL de Folin-Ciocalteu reagente e 2,61 mL de água destilada. A mistura foi agitada e após 1 min foi adicionado 180 µL de Na₂CO₃ (15%). Após a incubação das amostras durante 2 h à temperatura ambiente, as leituras das absorbâncias foram medidas a 760 nm em UV-vis da Shimadzu, modelo UV-2550 (Kyoto, Japão). O ácido gálico foi usado na curva padrão (0,001-0,020 mg/mL em etanol) e os resultados foram expressos em termos de equivalente em ácido gálico (mg EAG/g extrato).

2.5 Atividade antioxidante pelo sequestro do radical livre DPPH

A atividade de eliminação de radicais livres dos extratos foi determinada com base no método DPPH¹³, com modificações. Uma alíquota de 90 µL do extrato foi adicionada em 3,0 mL de solução diluída de DPPH em etanol (0,0236 mg/mL), agitada e incubada durante 30 minutos no escuro, e a absorbância foi medida a 517 nm UV-vis da Shimadzu, modelo UV-2550 (Kyoto, Japão). A curva padrão foi realizada com Trolox (100-2000 µmol/L em etanol). Os resultados foram expressos em µmol equivalente Trolox (ET/g extrato).

2.6 Atividade antioxidante pelo poder redutor do ferro FRAP

A capacidade antioxidante de redução do ferro foi determinada pelo método FRAP¹⁴, com adaptações. Na ausência de luz, o reagente FRAP foi preparado com tampão acetato 300 mmol/L (pH 3,6), 2,4,6-tris (2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ) 10 mmol/L em uma solução de HCl 40 mmol/L e FeCl₃ 20 mmol/L. Uma alíquota adequada do extrato foi transferida para um tubo de ensaio e adicionado 0,27 mL de água ultrapura e 2,7 mL do reagente FRAP. A mistura foi agitada e mantida num banho de água durante 30 minutos a 37 °C. Após o resfriamento até a temperatura ambiente, amostras e padrões foram lidos a 595 nm UV-vis da Shimadzu, modelo UV-2550 (Kyoto, Japão). A curva padrão foi realizada com Trolox

(100-2000 $\mu\text{mol/L}$ em etanol). Os resultados foram expressos em μmol equivalente Trolox (ET/g extrato).

2.7 Método ABTS

A capacidade de sequestrar o radical 2,2'-azino-bis-(3-etilbezotiazolina-6-ácido sulfônico ABTS^{•+}) foi determinado segundo método descrito por Rufino et al.¹³. O radical ABTS^{•+} foi gerado a partir da reação da solução aquosa de ABTS (7 mmol/L) com persulfato de potássio (140 mmol/L). A solução foi mantida ao abrigo da luz, em temperatura ambiente por 16 horas. Em seguida a solução foi diluída em etanol até obter absorvância de $0,70 \pm 0,05$ nm, em comprimento de onda a 734 nm. As alíquotas de 90 μL dos extratos a uma concentração de 5mg/mL, foram adicionados a solução de ABTS^{•+}, e a absorvância medida após 6 minutos, em UV-vis da Shimadzu, modelo UV-2550 (Kyoto, Japão). A capacidade antioxidante da amostra foi calculada em relação à atividade do antioxidante Trolox, nas mesmas condições, e os resultados expressos em capacidade antioxidante equivalente ao Trolox ($\mu\text{mol ET/g}$ de extrato).

2.8 Identificação e quantificação dos compostos fenólicos

As análises cromatográficas foram realizadas em um cromatógrafo líquido de alto desempenho (HPLC) Shimadzu (Kyoto, Japão), equipado com um injetor automático Rheodyne 7125i e um detector UV/VIS. As colunas utilizadas foram uma coluna Shimadzu LC-18 (25 cm x 4,6 mm, 5 μm particle size, da Supelco, Bellefonte, PA) e uma pré-coluna C-18 ODS Shimadzu. Para a identificação dos compostos fenólicos, as amostras foram eluídas com um sistema gradiente que consiste em solvente A (2% ácido acético, v/v) e solvente B (acetonitrila:metanol, 2:1, v/v), utilizados como fases móveis, com um fluxo de 1 mL/min. A temperatura da coluna foi mantida a 25 °C e o volume de injeção foi de 20 μL . O sistema de gradiente iniciou-se a partir de 90% A a 0 min, 88% A em 3 min, 85% A em 6 min, 82% A em 10 min, 80% A em 12 min, 70% A em 15 min, 65% A em 20 min, 60% A em 25 min, 50% A em 30-40 min, 75% A em 42 min e 90% A em 44 min. A corrida cromatográfica total foi de 50 minutos. Os picos dos compostos fenólicos foram monitorizados a 280 nm. O software LabSolutions (Shimadzu) foi usado para controlar o sistema de LC-UV e de processamento de dados.

Os compostos fenólicos foram identificados por meio da comparação dos tempos de retenção com os padrões de ácidos fenólicos e flavonoides, sendo quantificados em concentrações de mg/mL a partir de curvas de calibração e os cromatogramas foram registrados no software LabSolutions Data System.

2.9 Análise estatística

Para a avaliação da otimização de extração dos compostos fenólicos a partir do planejamento de mistura com diferentes solventes, foi aplicado ANOVA, regressão e superfícies de resposta a partir de modelos ajustados pelo *simplex lattice* obtidos, utilizando Statistica 7.0 (StatSoft). Para cada resposta, os modelos: linear, quadrático e cúbico foram testados. Adotou-se o modelo mais adequado, com um nível de confiança de 95% ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para as análises do Teor de Fenólicos Totais (TFT) e capacidade antioxidante por DPPH, ABTS e FRAP dos extratos da polpa e amêndoa do coco catolé, respectivamente, usando o planejamento de mistura através do modelo *Simplex lattice*, estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Teor de fenólicos totais (TFT) e capacidade antioxidante por DPPH, ABTS e FRAP dos extratos da polpa do coco catolé

Extratos	Variáveis independentes						Respostas			
	Variáveis codificadas			Variáveis reais (%)			TFT*	DPPH*	ABTS*	FRAP*
	X ₁	X ₂	X ₃	Etanol	Acetona	Água				
1	1,0000	0,0000	0,0000	100,00	0,00	0,00	26,27	126,36	109,72	544,13
2	0,0000	1,0000	0,0000	0,00	100,00	0,00	46,70	157,51	209,25	343,33
3	0,0000	0,0000	1,0000	0,00	0,00	100,00	37,24	120,44	170,15	482,35
4	0,3333	0,6667	0,0000	33,33	66,67	0,00	31,33	160,48	148,82	404,05
5	0,3333	0,0000	0,6667	33,33	0,00	66,67	29,24	80,86	133,89	455,19
6	0,0000	0,3333	0,6667	0,00	33,33	66,67	26,76	96,15	119,68	552,66
7	0,6667	0,3333	0,0000	66,67	33,33	0,00	26,86	146,62	133,18	489,27
8	0,6667	0,0000	0,3333	66,67	0,00	33,33	29,94	146,26	173,35	426,96
9	0,0000	0,6667	0,3333	0,00	66,67	33,33	33,61	182,16	195,39	403,52
10	0,3333	0,3333	0,3333	33,33	33,33	33,33	29,24	157,28	176,55	466,90
11	0,6667	0,1667	0,1667	66,67	16,67	16,67	29,14	154,79	158,78	477,56
12	0,1667	0,6667	0,1667	16,67	66,67	16,67	35,00	205,27	207,83	415,77
13	0,1667	0,1667	0,6667	16,67	16,67	66,67	16,64	100,06	133,54	541,47
14	0,3333	0,3333	0,3333	33,33	33,33	33,33	22,60	146,98	169,08	472,23

* Os resultados estão expressos em mg EAG/g extrato seco para teor de fenólicos totais (TFT) e $\mu\text{mol ET/g}$ de extrato seco para atividades antioxidantes (DPPH, ABTS e FRAP).

Tabela 2. Teor de fenólicos totais (TFT) e capacidade antioxidante por DPPH, ABTS e FRAP dos extratos da amêndoa do coco catolé

Extratos	Variáveis independentes						Respostas			
	Variáveis codificadas			Variáveis reais (%)			TFT*	DPPH*	ABTS*	FRAP*
	X ₁	X ₂	X ₃	Etanol	Acetona	Água				
1	1,0000	0,0000	0,0000	100,00	0,00	0,00	4,64	39,75	18,09	34,27
2	0,0000	1,0000	0,0000	0,00	100,00	0,00	2,11	32,45	16,74	30,41
3	0,0000	0,0000	1,0000	0,00	0,00	100,00	13,81	14,80	52,00	59,58
4	0,3333	0,6667	0,0000	33,33	66,67	0,00	2,62	34,76	19,83	31,97
5	0,3333	0,0000	0,6667	33,33	0,00	66,67	9,13	37,44	50,73	64,02
6	0,0000	0,3333	0,6667	0,00	33,33	66,67	9,43	40,29	46,30	68,32
7	0,6667	0,3333	0,0000	66,67	33,33	0,00	2,89	36,19	34,41	33,74
8	0,6667	0,0000	0,3333	66,67	0,00	33,33	9,49	47,24	46,53	73,59
9	0,0000	0,6667	0,3333	0,00	66,67	33,33	12,19	57,58	56,12	76,73
10	0,3333	0,3333	0,3333	33,33	33,33	33,33	11,84	66,32	68,00	74,26
11	0,6667	0,1667	0,1667	66,67	16,67	16,67	9,65	57,94	48,75	66,91
12	0,1667	0,6667	0,1667	16,67	66,67	16,67	15,27	101,44	83,30	80,89
13	0,1667	0,1667	0,6667	16,67	16,67	66,67	8,56	45,99	58,34	58,03
14	0,3333	0,3333	0,3333	33,33	33,33	33,33	11,82	72,38	80,84	66,63

* Os resultados estão expressos em mg EAG/g extrato seco para teor de fenólicos totais (TFT) e $\mu\text{mol ET/g}$ de extrato seco para atividades antioxidantes (DPPH, ABTS e FRAP).

A análise de variância (ANOVA) foi empregada nos modelos de regressão do *Simplex lattice* e utilizado análise de superfície de resposta para atender às equações polinomiais e otimizar os solventes para a extração dos compostos bioativos da polpa e da amêndoa (Tabelas 3 e 4; Figuras 1 e 2).

A influência das três variáveis independentes (etanol, acetona e água) em relação às variáveis dependentes (teor de fenólicos total e atividade antioxidante por DPPH, ABTS e FRAP) foi relatada por meio dos coeficientes (β) de significância das equações polinomiais de primeira ordem ($p < 0,05$). Dessa forma, os maiores valores de coeficientes expressam maior influência sobre determinado parâmetro, o sinal positivo indica uma relação direta, enquanto o sinal negativo corresponde uma relação inversa entre as variáveis dependentes e independentes analisadas. As respostas nos pontos centrais (experimentos 10 e 14) revelam a reprodutibilidade do estudo nos extratos estudados.

3.1 Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante da polpa

O teor de fenólicos totais da polpa pelos diferentes solventes variou de 16,64 a 46,70 mg de EAG/g de extrato seco (Tabela 1). De acordo com a ANOVA (Tabela 3), observou-se que o modelo quadrático foi o que reproduziu mais satisfatoriamente ($p = 0,021$) as

respostas para o teor de fenólicos totais da polpa, apresentando maior eficiência da extração destes compostos bioativos em solventes isolados. Segundo Rezaie et al.⁹, essa eficácia depende da polaridade dos solventes, da matriz do material e do tipo de compostos extraíveis.

A partir dos modelos de regressão (Tabela 3), observa-se que quando isolado, a acetona apresentou a melhor resposta para TFT (coeficiente de 47,20 para β_2) quando comparada ao etanol ($\beta_1 = 27,65$) e à água ($\beta_3 = 37,46$). A acetona extrai compostos fenólicos de polaridade intermediária, enquanto que o etanol e a água extraem compostos mais polares. Estes resultados estão de acordo com outros autores, os quais sugerem que solventes com alta polaridade, como a água, resultam em extratos com alta impureza por extrair também compostos como ácidos orgânicos, açúcares, proteínas solúveis, interferindo na quantificação dos compostos fenólicos^{15, 16}. Desta forma, os compostos fenólicos dos extratos da polpa do catolé apresentam-se com características moderadamente polares.

Tabela 3. Resultados da ANOVA de modelos de regressão do *Simplex lattice* para otimização de solventes para os extratos da polpa

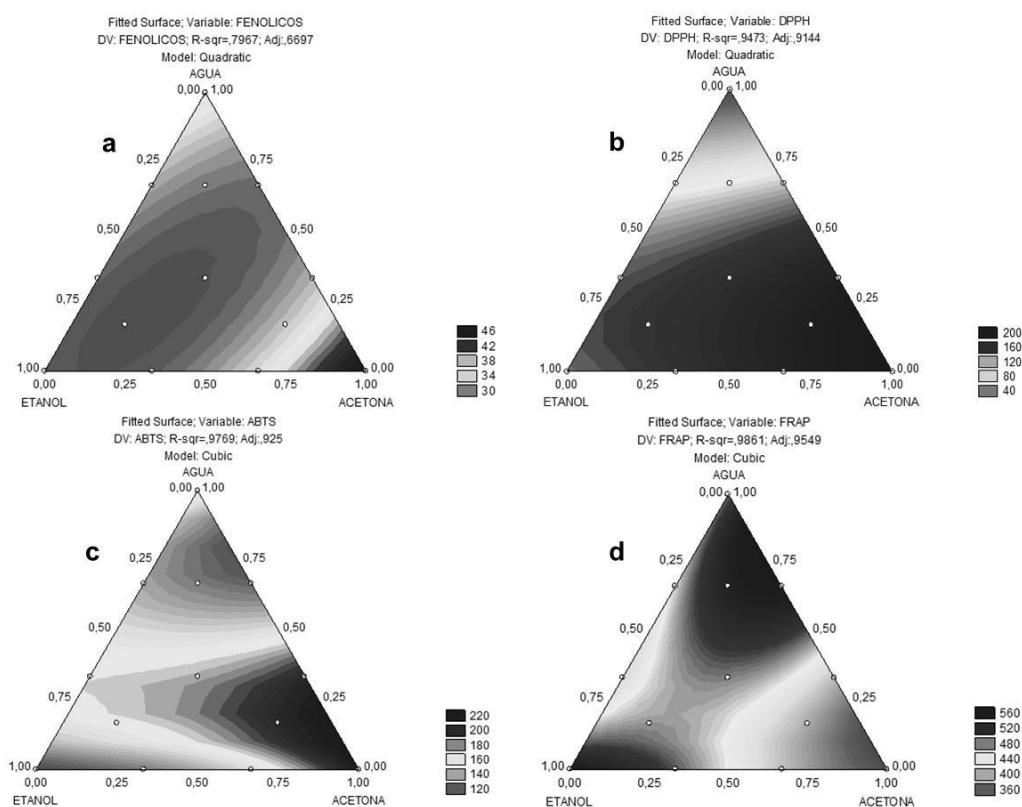
ANOVA	SS	p	R ²	Equação
TFT				
Linear	183,1602	0,091	0,35	
Quadratic	229,3159	0,021	0,80	$y = 27,65e + 47,20a + 37,46w - 29,07ea - 12,40ew - 54,08aw + 0$
Special Cubic	10,1441	0,416	0,82	
Full Cubic	81,1034	0,038	0,97	
DPPH				
Linear	7077,28	0,019	0,51	
Quadratic	423,89	0,908	0,54	
Special Cubic	328,43	0,556	0,57	
Full Cubic	5631,36	0,007	0,97	$y = 127,59e + 157,76a + 121,05w + 51,99ea - 24,58ew + 10,24aw + 462,63eaw$
ABTS				
Linear	5337,09	0,054	0,41	
Quadratic	1668,82	0,555	0,54	
Special Cubic	973,25	0,281	0,61	
Full Cubic	4704,61	0,007	0,98	$y = 110,59e + 209,19a + 170,22w - 86,01ea + 56,68ew - 135,04aw + 796,40eaw$
FRAP				
Linear	22574,16	0,028	0,48	
Quadratic	15096,32	0,044	0,80	
Special Cubic	477,45	0,560	0,81	
Full Cubic	8274,98	0,010	0,99	$y = 545,74e + 344,25a + 483,85w + 18,73ea - 328,42ew + 300,76aw + 557,80eaw$

e – Etanol; a – Acetona; w – Água; R² – Coeficiente de determinação; SS – somatório do quadrado dos efeitos; p - probabilidade de significância

Por outro lado, nas misturas binárias, os coeficientes se apresentaram negativos na equação, mostrando um efeito antagônico na análise da variável dependente em estudo e, portanto, desfavoráveis nas determinações de TFT. Este resultado está claramente representado na superfície de resposta apresentada na Figura 1.

Em estudos realizados por Nozaki¹⁷ na polpa da guarirova (*Syagrus oleracea*) foi encontrado teor de fenólicos totais de 4,47 mg de EAG.g-1 em extrato hidroalcólico e 3,76 mg de EAG.g-1 em extrato aquoso. Damásio¹⁸ encontrou valores de 0,15 mg de EAG.g-1 em extratos de licuri (*Syagrus coronata*).

Figura 1. Superfícies de respostas em função da mistura de solventes aplicadas aos extratos da polpa do catolé. a- Teor de fenólicos Totais (TFT); b- Atividade Antioxidante (DPPH); c- Atividade Antioxidante (ABTS); d- Atividade Antioxidante (FRAP)



Para que a determinação da capacidade antioxidante *in vitro* seja mais completa e representativa, recomenda-se o uso de mais de um método, de modo a contemplar os mecanismos de ação das substâncias antioxidantes. Os ensaios analíticos utilizados para a determinação da capacidade antioxidante são baseados em dois mecanismos de reação: Transferência de Átomo de Hidrogênio (HAT) e Transferência de Elétron (SET). Ambos os mecanismos de reação tem como objetivo determinar o efeito protetor da amostra contra os

radicais livres. Os mecanismos de SET e HAT, na maioria das vezes, ocorrem simultaneamente nos alimentos, e seu equilíbrio é determinado principalmente pelas propriedades químicas dos antioxidantes e pelas características físico-químicas do alimento²⁰.

Para a polpa do coco catolé, os resultados da atividade antioxidante dos extratos apontaram variações nas análises de DPPH, ABTS e FRAP de 80,86 a 205,27; 109,72 a 207,83 e 343,33 a 552,66 $\mu\text{mol ET/g}$ de extrato seco, respectivamente (Tabela 1). Para estas três variáveis dependentes, o modelo cúbico completo ($p = 0,007$; $p = 0,007$ e $p = 0,010$) foi o que reproduziu mais satisfatoriamente o efeito protetor da amostra contra os radicais livres (Tabela 3).

DPPH • é um radical livre estável que aceita um elétron ou um átomo de hidrogênio para se tornar uma molécula estável. O modelo matemático para DPPH mostra a eficiência de extração do solvente na ordem decrescente: etanol-acetona-água ($\beta_7 = 462,63$), acetona ($\beta_2 = 157,76$), etanol ($\beta_1 = 127,59$), água ($\beta_3 = 120,05$) e etanol-acetona ($\beta_4 = 51,99$). O potencial antioxidante determinado por este método seguiu a mesma tendência observada para o teor de fenólicos totais, nos quais a acetona mostrou-se mais eficiente na extração dos compostos bioativos, ratificando a característica moderadamente polar da polpa do coco catolé.

O radical cromóforo ABTS tem sua absorvância reduzida à medida que reage com os antioxidantes. O trolox é o antioxidante usado como padrão nesse ensaio, e a reatividade das amostras é expressa como equivalentes molares desse padrão. De acordo com os valores dos coeficientes presentes na equação matemática pode-se observar que o uso isolado de solventes apresentou resposta significativa na eliminação dos radicais livres, principalmente a acetona ($\beta_2 = 209,19$). No entanto, foi a mistura ternária ($\beta_7 = 796,40$), através do sinergismo do etanol-acetona-água, que se mostrou mais eficaz na atividade antioxidante pela captura do radical ABTS. As misturas binárias: etanol-acetona ($\beta_4 = -86,01$) e acetona-água ($\beta_6 = -135,04$) influenciaram negativamente na análise, apresentando comportamento inverso. Vieira et al.²¹ encontraram valores médios de 198, 140 e 212 $\mu\text{mol TE / g}$ de polpa para goiaba, cajá e caju, respectivamente.

Utilizando o método FRAP que se baseia na capacidade de um composto da amostra em reduzir o Fe^{3+} a Fe^{2+} através da doação de elétrons²², o uso do etanol ($\beta_1 = 545,74$) foi responsável pela maior resposta entre os monocomponentes, divergindo das análises anteriores. A melhor atividade antioxidante nos extratos da polpa pelo método de FRAP foi através da mistura ternária ($\beta_7 = 557,80$). Estes resultados demonstram que cada variável dependente é influenciada pela polaridade do solvente utilizado^{23, 24}.

Todas as respostas otimizadas e apresentadas nos modelos matemáticos podem ser melhor visualizadas nos gráficos de contorno de superfície de resposta na Figura 1.

3.2 Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante da amêndoa

O teor de fenólicos totais da amêndoa pelos diferentes solventes variou de 2,67 a 15,27 mg de EAG/g de extrato seco (Tabela 2). Estes resultados são inferiores aos observados na polpa, uma vez que os compostos fenólicos são considerados metabólitos secundários dos vegetais, sintetizados pelas plantas durante o desenvolvimento normal, como resposta às condições de estresse tais como infecções, lesões e radiação UV, percebidas principalmente pela parte externa do fruto.

Os resultados da ANOVA apresentaram um modelo cúbico completo ($p = 0,015$), onde de forma isolada a água expressou o maior teor de fenólicos totais ($\beta_3 = 13,95$) (Tabela 4). As misturas binárias etanol-acetona e etanol-água foram ineficientes no processo de extração, sendo a interação ternária (etanol-acetona-água) a forma mais positiva de extrair os compostos fenólicos da amêndoa do coco catolé. Estes resultados são observados na Figura 2 através dos gráficos de contorno de superfície de resposta.

Tabela 4. Resultados da ANOVA de modelos de regressão do *Simplex lattice* para otimização de solventes para os extratos da amêndoa.

ANOVA Amêndoa	SS	p	R ²	Equação
TFT				
Linear	83,9474	0,062	0,40	
Quadratic	37,8538	0,395	0,58	
Special Cubic	19,1235	0,211	0,67	
Full Cubic	64,2772	0,015	0,97	$y = 4,72e + 2,11a + 13,95w - 1,54ea - 0,57ew + 13,0aw + 111,64eaw$
DPPH				
Linear	580,406	0,541	0,11	
Quadratic	2967,513	0,050	0,65	$y = 34,20e + 37,13a + 6,66w + 73,13ea + 115,68ew + 182,74aw + 0$
Special Cubic	598,584	0,120	0,76	
Full Cubic	557,760	0,496	0,86	
ABTS				
Linear	756,326	0,335	0,18	
Quadratic	2137,822	0,042	0,69	$y = 14,07e + 23,40a + 42,56w + 120,29ea + 103,53ew + 115,96aw + 0$
Special Cubic	328,850	0,167	0,77	
Full Cubic	723,405	0,109	0,94	

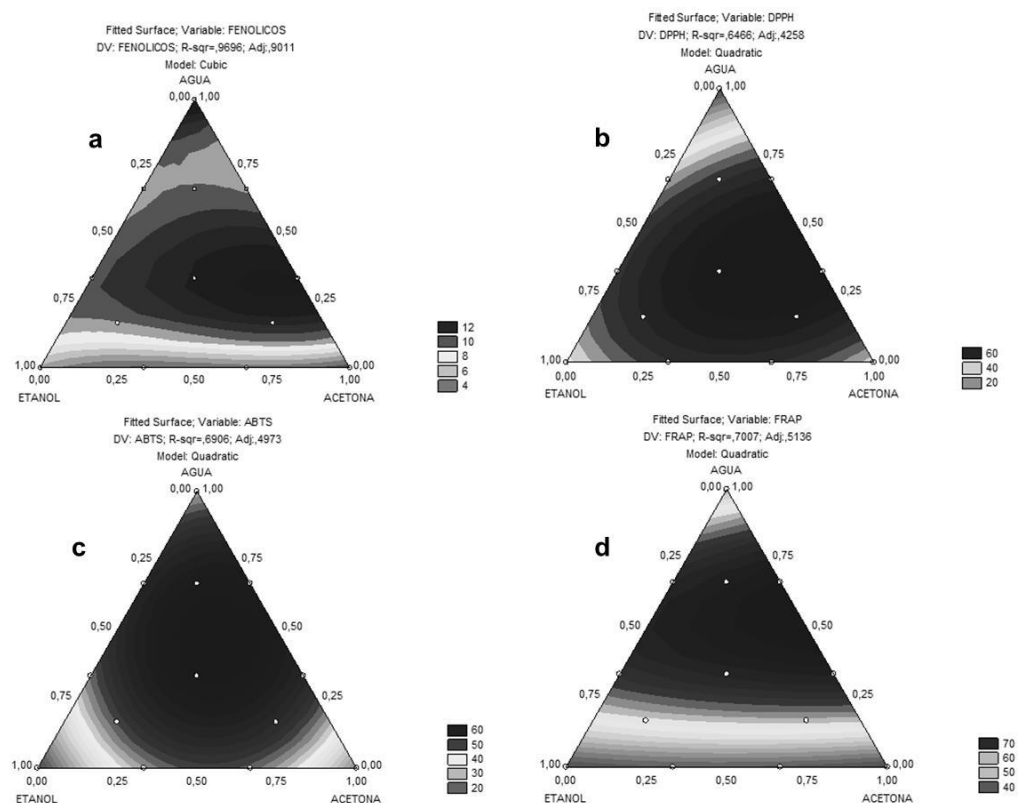
FRAP

Linear	972,469	0,241	0,23	$y = 37,57e + 36,80a + 48,29w + 10,64ea + 115,08ew + 143,65aw + 0$
Quadratic	2017,453	0,046	0,70	
Special Cubic	45,828	0,626	0,71	
Full Cubic	950,026	0,090	0,93	

e – Etanol; a – Acetona; w – Água; R² – Coeficiente de determinação; SS – somatório do quadrado dos efeitos; p - probabilidade de significância

Belviso et al.⁴, avaliando o teor de fenólicos totais da amêndoa crua e torrada do Licuri (*Syagrus coronata*), encontraram valores médios de 1,21 e 2,78 mg de EAG/g de extrato, respectivamente. Estes valores são inferiores aos apresentados neste trabalho, evidenciando a superioridade do coco catolé (*Syagrus cerarensis*) como potencial antioxidante entre as palmeiras nativas do Semiárido brasileiro.

Figura 2. Superfícies de respostas em função da mistura de solventes aplicadas aos extratos da amêndoa do catolé. a- Teor de Fenólicos Totais (TFT); b- Atividade Antioxidante (DPPH); c- Atividade Antioxidante (ABTS); d- Atividade Antioxidante (FRAP)



Os resultados da atividade antioxidante dos extratos da amêndoa apontaram variações nas análises de DPPH, ABTS e FRAP de 14,80 a 101,44; 16,74 a 83,30 e 30,41 a 80,89 $\mu\text{mol ET/g}$ de extrato seco, respectivamente (Tabela 2). Para as três variáveis dependentes avaliadas, observou-se que o modelo quadrático ($p = 0,05$; $p = 0,042$ e $p =$

0,046) foi o que reproduziu mais satisfatoriamente o efeito protetor da amostra contra os radicais livres (Tabela 4).

Assim como observado no teor de fenólicos totais, os valores da atividade antioxidante para os extratos da amêndoa foram inferiores aos da polpa, o que pode ser justificado por uma maior presença de metabólitos secundários presentes na parte externa do fruto, agindo em sua proteção.

Nas análises de atividade antioxidante foi observado um comportamento semelhante nas três variáveis dependentes avaliadas: baixa influência de solventes individuais e maiores repostas em misturas binárias, com destaque para a interação acetona-água. Esta afirmação se confirma na Figura 2 pela presença de faixas escuras na linha de interseção entre os solventes mencionados das superfícies de resposta.

No modelo matemático, os coeficientes do radical DPPH ($\beta_6 = 182,74$; $\beta_5 = 115,68$ e $\beta_4 = 73,13$) e do FRAP ($\beta_6 = 143,65$; $\beta_5 = 115,08$ e $\beta_3 = 10,64$) indicam a eficiência do extrato na ordem decrescente: acetona-água; etanol-água; etanol-acetona; água. Para o radical ABTS a melhor resposta foi observada na mistura binária acetona-água ($\beta_6 = 115,96$).

Belviso et al.⁴, avaliando a atividade antioxidante por DPPH e ABTS da amêndoa crua e torrada do Licuri (*Syagrus coronata*), encontraram para o ensaio DPPH valores médios de 7,01 e 5,88 $\mu\text{mol ET/g}$ de extrato, respectivamente, enquanto para o ensaio ABTS valores de 5,31 e 4,07 $\mu\text{mol ET/g}$ de extrato, respectivamente. Valores superiores são apresentados no presente trabalho, revelando que o coco catolé (*Syagrus cerarensis*) é uma alternativa com alegação funcional para o sertão nordestino.

3.3 Perfil de fenólicos

A identificação e a concentração dos compostos fenólicos dos extratos da polpa e da amêndoa do coco catolé encontram-se resumidos nas Tabelas 5 e 6. Segundo Rufino et al.² e Silva et al.³, algumas palmeiras do gênero *Syagrus* são fontes potenciais de antioxidantes naturais, sendo os estudos nesta área bastante incipientes.

Tabela 5. Identificação e quantificação dos compostos fenólicos por HPLC presentes na polpa do coco catolé (*Syagrus cearensis*)

Compostos fenólicos (mg/100g)	Extratos													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ácidos fenólicos														
Ac 3,4 dihxibenzoico	1,5	1,78	11,93	1,61	3,76	3,72	1,65	4,66	4,26	4,71	3,98	3,71	4,1	5,16
Ac4 Hidroxibenzoico	3	2,68	7,16	3,21	3,76	7,44	4,95	6,99	6,39	7,07	5,97	7,42	8,2	5,16
Ac p-Cumarico	3	1,78	2,39	3,21	3,76	3,72	3,3	2,33	2,13	2,36	1,99	3,71	4,1	2,58
Ac Salicilico	7,51	8,03	11,93	9,64	15,03	11,16	11,55	11,66	12,78	14,14	11,95	14,84	12,29	10,31
Ac Sinapico	4,5	4,46	4,77	6,43	11,27	7,44	4,95	6,99	6,39	7,07	5,97	9,28	12,29	7,74
Ac Siringico	1,5	1,78	4,77	3,21	3,76	3,72	3,3	2,33	4,26	2,36	1,99	3,71	4,1	5,16
Ac Trans cinamico	1,5	0,89	ND	1,61	ND	ND	1,65	2,33	2,13	ND	1,99	ND	4,1	2,58
Ac 2,5 dihidroxibenzoico	27,03	47,26	76,33	48,21	108,96	89,29	54,46	93,26	112,89	101,31	85,62	96,48	110,64	108,31
Ac Vanilico	15,01	8,92	23,85	16,07	37,57	37,2	16,5	23,32	21,3	23,56	19,91	18,55	40,98	25,79
Ac Felurico	6,01	6,24	7,16	8,04	11,27	7,44	8,25	6,99	10,65	9,42	3,98	11,13	12,29	5,16
Ac Elagico	21,02	23,18	31,01	27,32	37,57	37,2	28,06	30,31	34,08	32,98	29,87	31,54	40,98	33,52
Ac Cafeico	22,52	15,16	35,78	25,71	56,36	55,81	26,41	34,97	34,08	37,7	29,87	29,69	61,47	38,68
Flavonoides														
Rutina	22,52	25,86	33,39	27,32	41,33	37,2	31,36	30,31	38,34	37,7	31,86	33,4	36,88	33,52
Miricetina	4,5	3,57	7,16	4,82	11,27	14,88	8,25	9,33	10,65	9,42	9,96	9,28	16,39	10,31
Naringenina	ND	1,78	ND	3,21	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Catequina	3	8,03	11,93	8,04	15,03	14,88	9,9	11,66	14,91	2,36	11,95	12,99	16,39	12,89
Hespertina	ND	ND	2,39	3,21	3,76	ND	ND	2,33	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Crisina	ND	ND	11,93	8,04	ND	18,6	ND	ND	10,65	ND	ND	9,28	20,49	ND
TOTAL	144,14	161,4	283,84	208,92	364,45	349,72	214,56	279,79	325,88	292,14	256,85	295,02	405,69	306,87

ND – Não detectado

Tabela 6. Identificação e quantificação dos compostos fenólicos por HPLC presentes na amêndoa do coco catolé (*Syagrus cearensis*)

Compostos fenólicos (mg/100g)	Extratos													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ácidos fenólicos														
Ac 3,4 diroxibenzoico	ND	ND	6,54	ND	3,68	3,62	1,3	8,3	ND	4,97	9,4	5,54	4,23	6,65
Ac4 Hidroxibenzoico	ND	ND	5,23	ND	4,91	3,62	1,94	4,61	2,63	4,97	4,7	6,92	6,34	4,98
Ac p-Cumarico	ND	ND	6,54	ND	13,49	13,26	1,94	11,99	10,53	13,26	9,4	11,07	12,68	11,63
Ac Salicilico	ND	ND	2,62	ND	7,36	6,03	0,65	4,61	4,39	ND	ND	1,38	2,11	ND
Ac Felurico	ND	ND	3,92	ND	8,58	10,85	1,3	8,3	7,9	8,29	6,27	5,54	8,45	8,31
Ac Siringico	ND	ND	3,92	ND	3,68	3,62	0,65	2,77	1,76	3,32	3,13	4,15	4,23	4,98
Ac Trans cinamico	ND	ND	ND	ND	3,68	3,62	0,65	4,61	4,39	1,66	1,57	1,38	2,11	1,66
Ac 2,5 dihidroxibenzoico	ND	ND	81,1	ND	15,94	ND	ND	9,23	ND	72,94	53,29	48,43	86,63	48,18
Ac Vanilico	ND	ND	14,4	ND	14,72	13,26	6,48	11,07	9,66	18,23	15,67	13,84	21,13	16,61
Ac Elagico	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3,69	ND	6,63	ND	ND	ND	ND
Ac Galico	ND	ND	ND	ND	1,23	ND	ND	1,85	1,76	1,66	1,57	1,38	2,11	1,66
Ac Cafeico	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	12,92	12,29	24,87	29,78	27,68	31,69	31,57
Flavonoides														
Rutina	ND	ND	11,8	ND	18,4	12,05	1,3	5,54	5,27	4,97	ND	2,77	4,23	3,32
Miricetina	ND	ND	6,54	ND	6,13	4,82	1,3	3,69	3,51	6,63	6,27	2,77	ND	6,65
Catequina	ND	ND	10,5	ND	2,45	6,03	0,65	7,38	1,76	18,23	1,57	15,22	2,11	16,61
Crisina	ND	ND	6,54	ND	6,13	6,03	3,24	4,61	5,27	8,29	7,84	6,92	ND	9,97
TOTAL	0	0	160	0	110,37	86,78	21,37	105,18	71,1	198,93	150,45	154,99	188,05	172,78

ND – Não detectado

Como evidenciado na Tabela 5, foram identificados 18 compostos fenólicos nos extratos da polpa do coco catolé, destacando em ordem decrescente: o ácido 2,5-dihidroxibenzóico (ácido gentísico), o ácido caféico, a rutina, o ácido elágico e o ácido vanílico. As maiores concentrações de compostos fenólicos foram apontados nos extratos 5 (33% de etanol e 67% de água), 6 (33% de acetona e 67% de água) e 13 (17% de etanol, 17% de acetona e 66% de água), cujos resultados estão expressos em concentrações de 364,15; 349,72 e 405,69 mg/ 100g de polpa do catolé, respectivamente. Os cromatogramas dos referidos extratos estão representados na Figura 3.

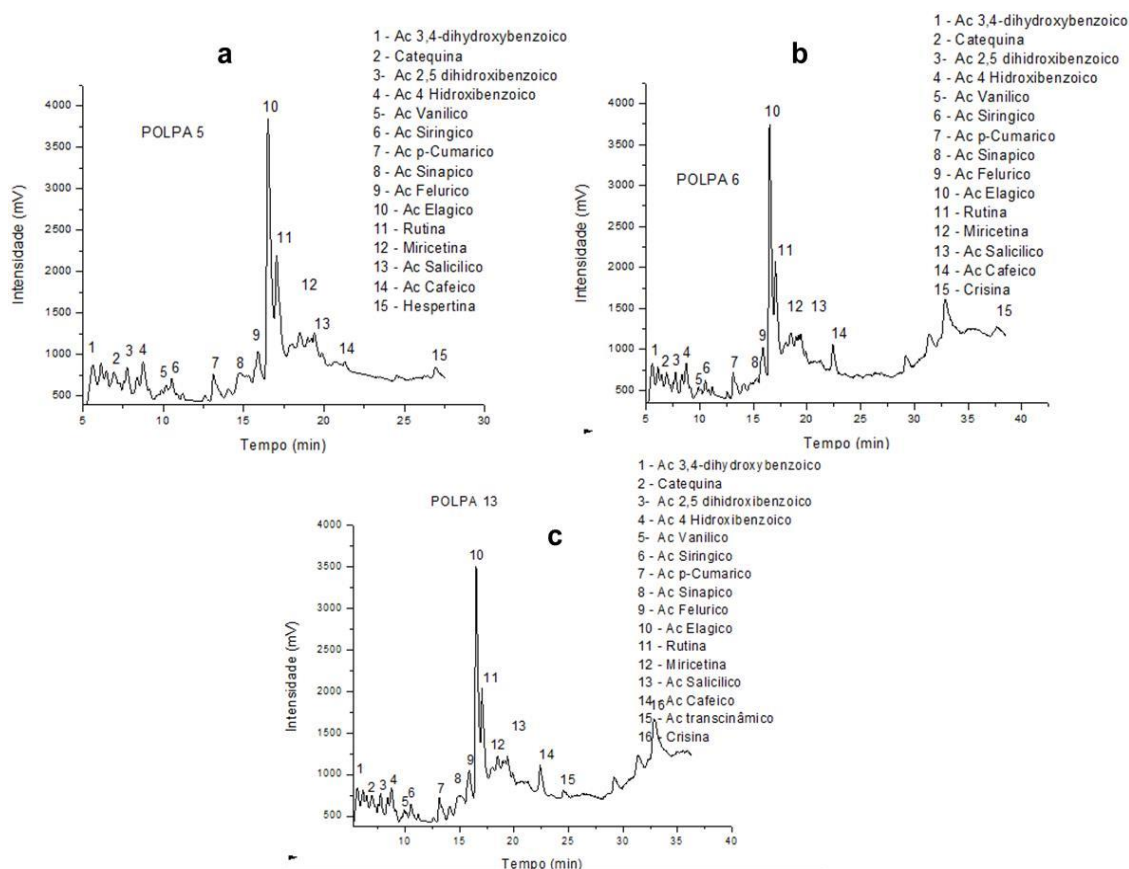
O ácido 2,5-dihidroxibenzóico foi o composto mais importante detectado e quantificado, apresentando concentrações de até 112,89 mg/100 g de polpa, representando 29,83% do total de fenólico identificados. O ácido 2,5 dihidroxibenzóico ou ácido gentísico está associado a atividade neuroprotetora²⁵, inibição da oxidação do LDL e efeitos anti-aterogênicos²⁶.

O ácido cafeico mostrou-se presente em todos os extratos, com o seu teor mais elevado na mistura do ensaio 13 (61,47 mg/g). Este ácido representou 12,96% de todos os compostos bioativos avaliados neste estudo. O ácido cafeico é conhecido por apresentar propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antinociceptivas e antidiabéticas^{27, 28}.

A rutina foi o flavonoide majoritário identificado e quantificado com concentrações de até 41,33 mg/100 g de polpa, representando 11,85% do total de fenólicos na polpa do catolé. Este flavonoide apresenta funções associadas ao tratamento da neuropatia diabética²⁹ e considerado potente agente anti-trombótico para doenças cardiovasculares³⁰.

Os ácidos elágico (11,28%) e vanílico (8,45%) foram destaques nos extratos do ensaio 13, observando concentrações de 40,98 mg/100 g de polpa para ambos os compostos. O uso da mistura ternária, assim como referenciado nos modelos matemáticos para a atividade antioxidante da polpa, mostrou-se mais eficiente, promovendo uma rápida difusão desses compostos na solução. O ácido elágico é considerado potente antioxidante³¹, envolvido na apoptose de células cancerosas em pacientes com leucemia linfocitária³² e reportado como agentes anti-hiperglicêmicos³³. Já o ácido vanílico possui correlação direta com o poder antioxidante através da redução do ferro em amostras susceptíveis à oxidação³⁴.

Figura 3. Cromatogramas dos compostos fenólicos dos extratos da polpa do coco catolé (*Syagrus cearensis*) obtidos nos ensaios 5 (a), 6 (b) e 13 (c)



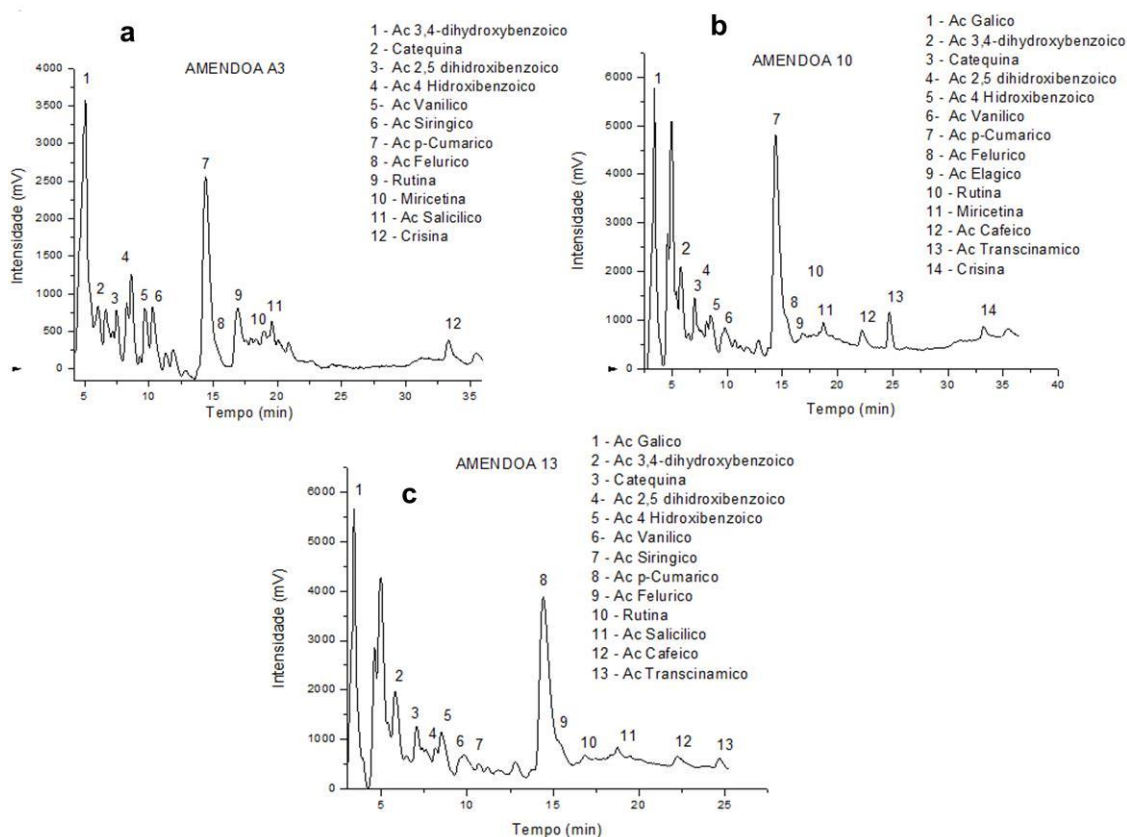
Nos extratos da amêndoa do coco catolé foram identificados 16 compostos fenólicos, destacando em ordem decrescente: o ácido 2,5-dihidroxibenzóico (ácido gentísico), o ácido caféico, o ácido vanílico e o ácido p-cumárico (Tabela 6). Os maiores valores de compostos fenólicos foram identificados nos ensaios 3 (100% de água), 10 (33% de etanol, 33% de acetona e 33% de água) e 13 (17% de etanol, 17% de acetona e 66% de água), cujos resultados estão expressos em concentrações de 159,53; 198,93 e 188,05 mg/ 100g de amêndoa do catolé, respectivamente. Os cromatogramas dos referidos extratos estão representados na Figura 4.

O ácido 2,5 dihidroxibenzóico ou ácido gentísico foi o composto fenólico majoritário, representando 29,28% de todos os bioativos estudados, com concentrações em até 86,63 mg/ 100 g de amêndoa (ensaio 13). O ácido cafeico foi o segundo principal composto identificado, com concentrações de até 31,69 mg/100g, representando 12,03% do total analisado. Nos extratos 3, 5, 6 e 7 não foi observado sua identificação. No entanto, os ácidos vanílico (10,92%) e p-cumárico (8,16%) foram quantificados em todos os extratos estudados.

Assim como observado nas análises do teor de fenólicos totais e atividade antioxidante, os extratos da amêndoa apresentaram menores concentrações de ácidos fenólicos e flavonoides que os encontrados nos extratos da polpa. Tal fato pode ser justificado, uma vez que os bioativos são componentes de defesa do vegetal e promovem maior resistência às adversidades ambientais, sendo encontrados principalmente na casca e polpa dos frutos².

Belviso et al.⁴, avaliando os extratos da amêndoa crua e torrada do Licuri (*Syagrus coronata*), identificaram 13 compostos fenólicos, destacando a presença de procianidinas, epicatequina, luteolina, catequina, miricetina, quercetina, quercetina-3-O-glucósido e rutina. As concentrações para a amêndoa crua variaram de 0,06 a 2,79 mg/ 100 g, enquanto para a amêndoa torrada observou-se valores de 0,14 a 7,71 mg/ 100g, sendo, portanto, inferiores aos resultados identificados neste estudo do Coco catolé .

Figura 4. Cromatogramas dos compostos fenólicos dos extratos da amêndoa do Coco Catole (*Syagrus cearensis*) obtidos nos ensaios 3 (a), 10 (b) e 13 (c)



CONCLUSÕES

A otimização da extração dos compostos fenólicos do coco catolé revelou direta dependência da polaridade dos solventes, da matriz do material e do tipo de compostos extraíveis. A mistura de solventes moderadamente polares tais como acetona-água foi altamente eficiente para extrair os compostos antioxidantes da polpa e da amêndoa. Além disso, as misturas binárias ou ternárias, de acordo com cada modelo matemático, mostraram-se mais vantajosa que a utilização de solventes individuais.

No perfil fenólico dos extratos avaliados destacaram-se os ácidos 2,5-dihidroxibenzóico (ácido gentísico), caféico, p-cumárico, elágico e vanílico, e o flavonoide rutina como antioxidantes naturais presentes no *Syagrus cearensis*.

Este trabalho apresenta resultados inéditos do teor de fenólicos totais e atividade antioxidante da polpa e da amêndoa do coco catolé, indicando quantidades consideráveis de compostos bioativos com potencial antioxidante.

REFERÊNCIAS

1. Souto ACG, Rodrigues GG. Das folhas às vassouras: O extrativismo do catolé (*Syagrus cearensis* Noblick) pela população tradicional de Monte Alegre, Pernambuco, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco; 2014.
2. Rufino MSM, Alves RE, de Brito ES, Pérez-Jiménez J, Saura-Calixto F, Mancini-Filho J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chem.* 2010 Aug;121(4):996-1002.
3. Silva C, Herdeiro R, Mathias C, Panek A, Silveira C, Rodrigues V, et al. Evaluation of antioxidant activity of Brazilian plants. *Pharmacol Res.* 2005 Sept;52(3):229-233.
4. Belviso S, Ghirardello D, Giordano M, et al. Phenolic composition, antioxidant capacity and volatile compounds of licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari) fruits as affected by the traditional roasting process. *Food Res Int.* 2013 Apr;51(1):39-45.
5. Coimbra MC, Jorge N. Fatty acids and bioactive compounds of the pulps and kernels of Brazilian palm species, guariroba (*Syagrus oleracea*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) and macaúba (*Acrocomia aculeata*). *J. Sci. Food Agr.* 2012; 92(3):679-684.
6. Alberti A, Zielinski AAF, Zardo DM, Demiate IM, Nogueira A, Mafra LI. Optimisation of the extraction of phenolic compounds from apples using response surface methodology. *Food Chem.* 2014 Apr;149:151-158.
7. Prasad KN, Hassan FA, Yang B, Kong KW, Ramanan RN, Azlan A, et al. Response surface optimisation for the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacities of underutilised *Mangifera pajang* Kosterm. peels. *Food Chem.* 2011 Oct;128(4):1121-1127.
8. Sun-Waterhouse D, Thakorlal J, Zhou J. Effects of added phenolics on the storage stability of avocado and coconut oils. *Int J Food Sci Technol.* 2011 May;46(8):1575-1585.
9. Rezaie M, Farhoosh R, Iranshahi M, Sharif A, Golmohamadzadeh S. Ultrasonic-assisted extraction of antioxidative compounds from Bene (*Pistacia atlantica* subsp. *mutica*) hull using various solvents of different physicochemical properties. *Food Chem.* 2015 Apr;173:577-583.
10. Shafique M, Hussain S, Asif S, Pradhan V, Farooqui M. Thermodynamic Characteristics of Solvents: A Review. *Res J Chem Sci.* 2013 Nov;3(11):98-104.
11. Piepel GF, Cornell, JA. Mixture Experiment Approaches: Examples, Discussion, and Recommendations. *J Qual Technol.* 1994; 26(3):177-196.
12. Slinkard K, Singleton VL. Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods. *Am J Enol Vitic.* 1977 Aug;28(1).
13. Rufino MDSM, Alves RE, Brito ES, Morais SM, Sampaio CG, Pérez-jiménez J, et al. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método de redução do ferro (FRAP). Embrapa Agroindústria Trop Comun técnico. 2006.

14. Rufino MDSM, Alves RE, Brito ES, Morais SM, Sampaio CG, Pérez-jiménez J, et al. Metodologia Científica : Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. *Comun Técnico Embrapa*. 2007;127:1-4.
15. Liu FF, Catharina YWA, Springer D. Optimization of Extraction Conditions for Active Components in *Hypericum perforatum* Using Response Surface Methodology. *J Agric Food Chem*. 2000;48(8):3364–3371.
16. Chirinos R, Rogez H, Campos D, Pedreschi R, Larondelle Y. Optimization of extraction conditions of antioxidant phenolic compounds from mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pavón) tubers. *Sep Purif Technol*. 2007;55(2):217-225.
17. Nozaki VT, Macedo MLR. Potencial nutricional da amêndoa e da polpa da guarirova, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul; 2012.
18. Damasio, JMA. Caracterização nutricional e avaliação da composição lipídica do licuri (*syagrus coronata*) e seus coprodutos. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; 2014.
19. Marineli RS, Moraes ÉA, Lenquiste SA, Godoy AT, Eberlin MN, Maróstica Jr MR. Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica* L.). *LWT - Food Sci Technol*. 2014 Dec;59(2):1304-1310.
20. Castelo-Branco VN, Torres AG. Capacidade antioxidante total de óleos vegetais comestíveis: determinantes químicos e sua relação com a qualidade dos óleos. *Rev Nutr*. 2011 Aug;24(1):173-187.
21. Vieira LM, Séfora M, Sousa B, Mancini-Filho J, De Lima A. FENÓLICOS TOTAIS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE IN VITRO DE POLPAS DE FRUTOS TROPICAIS. *Rev Bras Frutic*. 2011;33(3):888-897.
22. Terpinc P, Polak T, Makuc D, Ulrih NP, Abramovič H. The occurrence and characterisation of phenolic compounds in *Camelina sativa* seed, cake and oil. *Food Chem*. 2012 Mar;131(2):580-589.
23. Kchaou W, Abbès F, Blecker C, Attia H, Besbes S. Effects of extraction solvents on phenolic contents and antioxidant activities of Tunisian date varieties (*Phoenix dactylifera* L.). *Ind Crops Prod*. 2013 Feb;45:262-269.
24. Wijekoon MMJO, Bhat R, Karim AA. Effect of extraction solvents on the phenolic compounds and antioxidant activities of bunga kantan (*Etilingera elatior* Jack.) inflorescence. *J Food Compos Anal*. 2011 Aug;24(4-5):615-619.
25. Kabra M, Bhandari S, Sharma A, Gupta R. Evaluation of anti-parkinson's activity of gentisic acid in different animal models. *J Acute Dis*. 2014;3(2):141-144.
26. Ashidate K, Kawamura M, Mimura D, et al. Gentisic acid, an aspirin metabolite, inhibits oxidation of low-density lipoprotein and the formation of cholesterol ester hydroperoxides in human plasma. *Eur J Pharmacol*. 2005 Apr;513(3):173-179.
27. Chao C, Mong M, Chan K, Yin M. Anti-glycative and anti-inflammatory effects of caffeic acid and ellagic acid in kidney of diabetic mice. *Mol Nutr Food Res*. 2010 Nov;54(3):388-395.
28. Pradhananga S, Shim WS. Caffeic acid exhibits anti-pruritic effects by inhibition of multiple itch transmission pathways in mice. *Eur J Pharmacol*. 2015 Sep;762:313-321.

29. Tian R, Yang W, Xue Q, Gao L, Huo J, Ren D. Rutin ameliorates diabetic neuropathy by lowering plasma glucose and decreasing oxidative stress via Nrf2 signaling pathway in rats. *Eur J Pharmacol.* 2016 Jan;771:84-92. doi:10.1016/j.ejphar.2015.12.021.
30. Choi J-H, Kim D-W, Park S-E, Lee H-J, Kim K-M, Kim K-J, et al. Anti-thrombotic effect of rutin isolated from *Dendropanax morbifera* Leveille. *J Biosci Bioeng.* 2015 Aug;120(2):181-186.
31. Zhang J, Xiong Y, Peng B, Gao H, Zhou Z. Density functional study on the bioactivity of ellagic acid, its derivatives and metabolite. *Comput Theor Chem.* 2011 Jan;963(1):148-153..
32. Salimi A, Roudkenar MH, Sadeghi L, Mohsemi A, Seydi E, Pirahmadi N, et al. Ellagic acid, a polyphenolic compound, selectively induces ROS-mediated apoptosis in cancerous B-lymphocytes of CLL patients by directly targeting mitochondria. *Redox Biol.* 2015 Dec;6:461-471.
33. Kyriakis E, Stravodimos GA, Kantsadi AL, Chatzileontiadou DSM, Skamnaki VT, Leonidas DD. Natural flavonoids as antidiabetic agents. The binding of gallic and ellagic acids to glycogen phosphorylase b. *FEBS Lett.* 2015 Jul;589(15):1787-1794.
34. Piazzon A, Forte M, Nardini M. Characterization of Phenolics Content and Antioxidant Activity of Different Beer Types. *J Agric Food Chem.* 2010 Sept;58(19):10677-10683.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O coco catolé (*Syagrus cearensis*), de formato oblongo, textura carnosa, sabor doce e coloração variando do amarelo ao marrom, apresenta características físicas de comprimento, diâmetro e peso específicas que o diferencia das demais espécies do gênero *Syagrus* presentes no Nordeste brasileiro.

Na amêndoa, os constituintes principais são os lipídios, os carboidratos, as proteínas e os minerais (magnésio, manganês e cobre), atendendo às necessidades de ingestão diárias recomendadas, enquanto que nas polpas, a umidade perfaz 70% de sua composição além de expressivas concentrações de flavonoides e carotenoides.

Neste contexto, este trabalho apresenta resultados inéditos do teor de fenólicos totais e a atividade antioxidante da polpa e da amêndoa do coco catolé, indicando quantidades consideráveis de compostos bioativos com potencial antioxidante. No perfil fenólico dos extratos avaliados destacam-se o ácido 2,5-dihidroxibenzóico (ácido gentísico), o ácido caféico, o ácido p-cumárico, a rutina, o ácido elágico e o ácido vanílico como antioxidantes naturais presentes no coco catolé (*Syagrus cearensis*).

As características físico-químicas do óleo do coco catolé apresentam-se dentro das normas exigidas pela legislação vigente para óleos vegetais não refinados e prensados a frio. De elevado teor lipídico em sua amêndoa, o *S. cearensis* apresenta uma gordura predominantemente formada por ácidos graxos saturados, em que se destaca o ácido láurico com amplos benefícios à saúde humana, além de antioxidantes como tocoferóis e compostos fenólicos (ácido salicílico, vanílico, felúrico, caféico e a mericetina), conferindo ao óleo do catolé potencial antioxidante e estabilidade termo-oxidativa.

O estudo da composição do fruto contribui para o conhecimento das propriedades nutricionais e funcionais do catolé, possibilitando uma maior exploração econômica da espécie, promoção do consumo dos frutos e preenchimento de uma lacuna existente na literatura sobre o potencial de utilização de espécies do *Syagrus cearensis*.