

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA
GERAL/BIOPROSPECÇÃO**

DÉBORA DA SILVA BALDIVIA

Composição química e efeito do óleo da amêndoa de *Attalea phalerata*
Mart. Ex Spreng (Arecaceae) no perfil lipídico e na massa corporal de ratos
Wistar hiperlipidêmicos

Dourados, MS

2013

DÉBORA DA SILVA BALDIVIA

Composição química e efeito do óleo da amêndoa de *Attalea phalerata*
Mart. Ex Spreng (Arecaceae) no perfil lipídico e na massa corporal de ratos
Wistar hiperlipidêmicos

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados – Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral/Bioprospecção para obtenção do título de Mestre em Biologia Geral.

Área de Concentração: Bioprospecção

Orientadora: Profa. Dra. Eliana Janet Sanjinez Argandoña.

Co-orientadora: Profa. Dra. Kely de Picoli Souza.

Dourados, MS

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

B177c Baldivia, Debora Da Silva

Composição química e efeitos do óleo da amêndoa de *Attalea phalerata* Mart. Ex Spreng (Arecaceae) no perfil lipídico e na massa corporal de ratos Wistar hiperlipidêmicos / Debora Da Silva Baldivia -- Dourados: UFGD, 2013.
47f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Eliana Janet Sanjinez Argandoña

Co-orientador: Kely de Picoli Souza

Dissertação (Mestrado em Biologia Geral/Bioprospecção) - Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Bacuri. 2. Ácidos graxos. 3. Colesterol. 4. Massa corporal. 5. Adiposidade visceral. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pela autora.

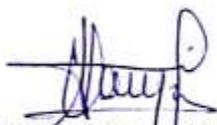
©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

"Composição química e efeito do óleo da amêndoa de *Attalea phalerata* Mart. Ex Spreng (Arecaceae) no perfil lipídico e na massa corporal de ratos *Wistar* hiperlipidêmicos"

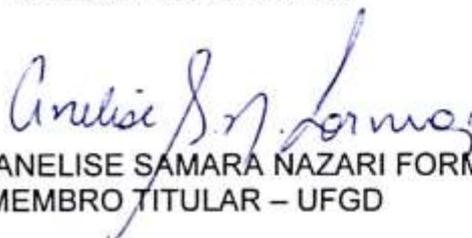
Por

Débora da Silva Baldivia

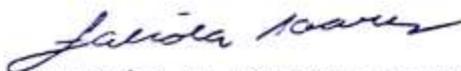
Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM BIOLOGIA GERAL - Área de Concentração: "Bioprospecção"



PROF^a. DR^a. ELIANA JANET SANJINEZ ARGANDOÑA
ORIENTADORA - UFGD



PROF^a. DR^a. ANELISE SAMARA NAZARI FORMAGIO
MEMBRO TITULAR - UFGD



PROF^a. DR^a. FABIÓLA LACERDA PIRES SOARES
MEMBRO TITULAR - UFGD



PROF^a. DR^a. KELY DE PICOLI SOUZA
MEMBRO TITULAR - UFGD

Aprovada em: 29 de agosto de 2013.

Dedicatória

Aos meus amados pais, **José Baldivia** e **Marlene Bernarda da Silva** (em memória), que sempre acreditaram em mim e se dedicaram com muito amor e carinho para que a minha vida acadêmica fosse possível, sempre me aconselhando e estimulando para seguir sempre em frente com muita determinação.

Aos meus queridos irmãos **Eduardo da Silva Baldivia** e **Jessé da Silva Baldivia** pelo companheirismo, diversões, alegrias e até mesmo pelas brigas que tínhamos direto por acharem que eu ia para faculdade somente para conversar e tomar tereré, rrsrs. Vocês são muito importantes para mim. Amo vocês!

Ao meu melhor amigo, companheiro e eterno namorado **Rogério Pereira de Araújo**, pela sua dedicação dispensada a mim, pelo amor, carinho, admiração, paciência, incentivo, apoio e compreensão em todos os momentos. Dedico este trabalho a você que me fez e faz tão bem todos os dias, principalmente nos dias mais difíceis da minha vida, foi quando percebi quão realizada sou ao ter você ao meu lado.

A minha tia **Marinalva Bernarda da Silva** por sempre estar ao meu lado, me apoiando em tudo e por acreditar na minha capacidade. Pelas suas orações que me ajudaram muito para prosseguir com o mestrado e chegar até o fim com muita glória e alegria.

Agradecimentos

À Deus pelo presente maravilhoso de cada dia, a VIDA. Minha gratidão a todas as bênçãos concedidas diariamente, pelas pessoas maravilhosas que tem colocado no meu caminho que fazem de mim uma pessoa melhor, mais forte para seguir sempre em frente com muita coragem.

À minha querida e elegante orientadora, professora **Dra. Eliana Janet Sanjinez Argandoña**, da Faculdade de Engenharia – UFGD, pelo exemplo de profissional e pessoa de alma linda que nunca conheci igual. Agradeço pela sua confiança desde o primeiro contato, pelos conhecimentos compartilhados que me fez crescer dia a dia, tanto como profissional como pessoa. Agradeço pelo apoio nas horas mais difíceis que me deram forças para continuar mesmo quando o mundo já não tinha mais sentido para mim. Minha eterna gratidão.

À professora **Dra. Kely Picoli de Souza**, da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais – UFGD, minha co-orientadora, pela confiança, pelos conhecimentos compartilhados que contribuíram para o meu crescimento científico e intelectual e dedicação para o desenvolvimento deste trabalho.

À professora **Dra. Izabel Cristina Freitas Moraes** do Departamento de Engenharia de Alimentos – USP, pela sua participação na realização deste trabalho.

Ao professor **Dr. Edson Lucas dos Santos** da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais – UFGD, pelas críticas, sugestões e correções do artigo.

Aos membros que participaram da banca de defesa, professora **Dra. Anelise Samara Nazari Formagio**, **Dra. Fabíola Lacerda Pires Soares** e **Dra. Kely de Picoli Souza** pelas contribuições.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela concessão da bolsa de mestrado e aos órgãos de fomento: **Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul (FUNDECT)** e **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)** pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

Ao senhor **Ricardo Constantino**, proprietário do Hotel Cabanas localizado na cidade de Bonito, Mato Grosso do Sul, por conceder permissão para a coleta dos coquinhos bacuri.

À minha grande amiga e irmã de coração, **Caroline Honaiser Lescano** pela sincera amizade e incentivo. Agradeço pelas loucuras, pelas risadas, pelo companheirismo e carinho que sempre dispensou a mim.

Aos amigos **Fernando de Freitas Lima** e **Luan Ramos da Silva**, pela amizade, companheirismo, incentivo, alegrias compartilhadas e pela ajuda na coleta dos coquinhos bacuri, minha singela gratidão, vocês são maravilhosos.

Aos amigos de mestrado, **Bruno do Amaral Crispim** e **Kátia Ávila Antunes**, que compartilharam comigo alegrias, tristezas, conquistas, e que juntos sempre garantiam a diversão em qualquer ocasião. Meus sinceros agradecimentos pela existência de vocês dois na minha vida.

Ao querido colega **Lúcio Satoru**, do curso de Engenharia de Energia – UFGD, pela sua disponibilidade e ajuda na prensagem das amêndoas de bacuri para extração do óleo e pelas conversas e risadas diárias.

A todos os colegas do Grupo de Estudos em Produtos e Processos Agroindustriais do Cerrado (GEPPAC): **Marcelo Bertuci**, **Priscila Narciso Justin**, **Renata Ribeiro Campagnoli**, **Rogério Melo**, **Tuany Yuri Kuboyama Nogueira** (vulgo Goldem) e **Viviane Mendonza** e pela irmandade e colaboração nos experimentos. Além disso, agradeço muito pela amizade de cada um e pela constante troca de experiências, conversas, alegrias no dia a dia do laboratório.

Ao Grupo de Estudo em Biotecnologia e Bioprospecção Aplicados ao Metabolismo (GEBBAM), por terem me recebido tão bem no seu laboratório e pela oportunidade de aprender, vivenciar e realizar experimento animal, pra mim essa foi uma das grandes experiências que tive ao longo da minha vida acadêmica.

A todos os professores do curso de pós-graduação que contribuíram incondicionalmente para minha formação.

Ao secretário da pós-graduação **Paulo Henrique Figueiredo** por me atender com muita gentileza e paciência todas as vezes que eu ia pedir ajuda ou informações. Meus sinceros agradecimentos, você é 10.

*“A mente que se abre a uma nova ideia
jamais voltará ao seu tamanho original”
(Albert Einstein)*

RESUMO

BALDIVIA, D. S. **Composição química e efeito do óleo da amêndoa de *Attalea phalerata* Mart. Ex Spreng (Arecaceae) no perfil lipídico e na massa corporal de ratos *Wistar* hiperlipidêmicos.** 2013. 47f. [Dissertação]. Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2013.

Introdução: *Attalea phalerata* Mart. ex Spreng (Arecaceae) é um palmeira que ocorre no planalto central do Brasil, Bolívia, Paraguai e Peru. Produz cachos com frutos de polpa fibro-suculenta, endocarpo lenhoso e duro com 2 a 3 amêndoas. As amêndoas apresentam alto teor lipídico e seu óleo é utilizado popularmente para fins medicinais. Não foram encontrados relatos científicos sobre a composição química do óleo de *A. phalerata* e seu efeito no metabolismo lipídico e na massa corporal de animais. **Objetivo:** O objetivo do presente trabalho foi identificar e quantificar os ácidos graxos presentes no óleo da amêndoa de *A. phalerata* e investigar seus efeitos metabólicos em ratos com hiperlipidemia induzida por dieta. **Métodos:** O óleo da amêndoa de *A. phalerata* (OAAP) foi extraído por prensagem a frio e a composição de ácidos graxos analisados por cromatografia gasosa (CG). O efeito do OAAP sobre lipídeos séricos e massa corporal, foi avaliado em ratos *Wistar* hiperlipidêmicos induzidos por dieta rica em frutose (DRF). Os animais ($n=32$) foram divididos em 5 grupos ($n = 8$), sendo eles: (I) dieta comercial + água (grupo controle), (II) dieta rica em frutose + água (grupo DRF), (III) dieta rica em frutose + ciprofibrato, 2 mg.kg^{-1} de MC (Grupo DRF + C), (IV) dieta rica em frutose + sinvastatina, 30 mg.kg^{-1} de MC (grupo DRF + S) e (V) dieta rica em frutose + óleo da amêndoa de *A. Phalerata*, $1,2 \text{ mL.kg}^{-1}$ de MC (Grupo DRF + OAAP). Durante o período experimental (63 dias) foram avaliados diariamente a ingestão alimentar e hídrica, bem como a evolução da massa corporal através de pesagens. Ao final do estudo, os animais foram sacrificados, sendo coletado: o sangue, para determinar os níveis séricos de colesterol total, HDL-colesterol, triglicérides, AST, ALT, creatinina e uréia; tecidos e órgãos para determinação das respectivas massas. Além disso, determinou-se a quantidade de lipídeos do fígado e das fezes. **Resultados:** A composição química do OAAP mostrou que o ácido oleico (30,68%) e láurico (28,87%) são os componentes majoritários. Ratos hiperlipidêmicos tratados com OAAP ($1,2 \text{ mL.kg}^{-1}$ de MC) demonstraram uma redução no colesterol total sérico semelhantemente aos tratados com sinvastatina; aumento da temperatura corporal em $1 \text{ }^\circ\text{C}$ e redução do ganho de massa corporal (28%) e do depósito de tecido branco mesentérico (25%) comparado com os ratos controle hiperlipidêmicos. Houve aumento da massa relativa do fígado de ratos tratados com OAAP, sem, no entanto, haver qualquer alteração dos níveis séricos dos marcadores hepáticos de toxicidade, AST e ALT. Além disso, houve um aumento da umidade e do teor de lipídeos nas fezes (32%) dos ratos tratados com OAAP comparados aos controles. **Conclusão:** Juntos, esses resultados sugerem que o OAAP tem potencial uso para ser utilizado no controle da hipercolesterolemia e da obesidade.

Palavras-chave: Bacuri, ácidos graxos, colesterol, massa corporal, adiposidade visceral.

ABSTRACT

BALDIVIA, D. S. **Chemical composition and effect of almond oil of *Attalea phalerata* Mart. Ex Spreng (Arecaceae) on the lipid profile and body mass of hyperlipidemic Wistar rats** 2013. 47f. Dissertation (Master's degree). Faculty of Biological and Environmental Sciences, Federal University of Grande Dourados, Dourados, MS, 2013.

Introduction: *Attalea phalerata* Mart. ex Spreng (Arecaceae) is a palm tree that occurs in the central plateau of Brazil, Bolivia, Paraguay and Peru. Produces bunches with fruits of fibro-succulent pulp, woody and hard endocarp with 2 to 3 almonds. Almonds have high lipid content and their oil is popularly used for medicinal purposes. No scientific reports were found on the chemical composition of *A. phalerata* oil and its effect on lipid metabolism and body mass of animals. **Objective:** The objective of the present work was to identify and quantify the fatty acids present in almond oil of *A. phalerata* and to investigate its metabolic effects in rats with diet - induced hyperlipidemia. **Methods:** *A. phalerata* almond oil (OAAP) was extracted by cold pressing and fatty acid composition analyzed by gas chromatography (GC). The effect of OAAP on serum lipids and body mass was evaluated in hyperlipidemic Wistar rats induced by a high fructose diet (DRF). The animals (n = 32) were divided into 5 groups (n = 8), being: (I) commercial diet + water (control group), (II) high fructose + water diet (DRF group) (DMF), a high fructose + simvastatin diet, 30 mg.kg⁻¹ of MC (DRF + S group) and (V) a high fructose + cypofibrate diet, 2 mg.kg⁻¹ high fructose + almond oil from *A. Phalerata*, 1.2 mL.kg⁻¹ MC (DRF + OAAP group). During the experimental period (63 days), food and water intake were evaluated daily, as well as body mass changes through weighing. At the end of the study, the animals were sacrificed and the blood was collected to determine the serum levels of total cholesterol, HDL-cholesterol, triglycerides, AST, ALT, creatinine and urea; tissues and organs for determination of the respective masses. In addition, the amount of lipids in the liver and feces was determined. **Results:** The chemical composition of OAAP showed that oleic acid (30.68%) and lauric acid (28.87%) are the major components. Hyperlipidemic rats treated with OAAP (1.2 mL.kg⁻¹ MC) demonstrated a reduction in serum total cholesterol similar to those treated with simvastatin; increase in body temperature by 1 °C and reduction of body mass gain (28%) and white deposit of mesenteric tissue (25%) compared to hyperlipidemic control rats. There was an increase in the relative liver mass of OAAP-treated rats, however, there was no change in serum levels of hepatic markers of toxicity, AST and ALT. In addition, there was an increase in moisture and lipid content in feces (32%) of OAAP-treated mice compared to controls. **Conclusion:** Together, these results suggest that OAAP has potential use to be used in the control of hypercholesterolemia and obesity.

Key words: Bacuri, fatty acids, cholesterol, body mass, visceral adiposity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	16
3. ARTIGO.....	17
4. CONCLUSÃO GERAL.....	40
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
6. ANEXOS.....	44
ANEXO I – Comprovante de autorização para a coleta do material botânico.....	45
ANEXO II – Aprovação do comitê de ética da Universidade Federal da Grande Dourados..	46
ANEXO III – Informações sobre a revista Food Chemistry.....	47

1. INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares (DCV) são as principais causas de óbitos no mundo perfazendo 30% das mortes globais (WHO, 2011) e atinge todas as classes sociais, portanto é considerada um problema de saúde pública. No Brasil, as DCV apresentam taxas de mortalidade semelhantes aos dados da Organização Mundial da Saúde (MALTA et al., 2006). Estima-se para o ano de 2030, que 23,3 milhões de pessoas em todo o mundo poderão morrer em decorrência das doenças cardiovasculares (MATHERS; LONCAR, 2006), e um dos fatores que contribuem para o aumento desta patologia é a dislipidemia.

A dislipidemia, caracterizada pela hipercolesterolemia e/ou hipertrigliceridemia, devido ao aumento dos níveis séricos de colesterol e de triglicérides, respectivamente (FENG et al., 2011; EBBERT; JENSEN, 2013), é um dos fatores de risco para o desenvolvimento das DCV. Entre os fatores para o desenvolvimento da dislipidemia estão o consumo em excesso de alimentos industrializados, em especial alimentos com alto teor de frutose (JOHNSON et al., 2007).

A frutose é um monossacarídeo comumente encontrado como um componente natural em determinados alimentos como frutas, mel (MYPHUONG et al., 2012) ou como ingrediente adicional no preparo de geléias, frutas enlatadas e refrigerantes (KOPEC et al., 2013). Seu poder adoçante é 1,5 vezes mais doce do que a sacarose (TAPPY; LÊ, 2010), quando ingerida em excesso, o fígado apresenta dificuldades em metabolizá-la (BASCIANO; FEDERICO; ADELI, 2005), sendo assim, tanto pode ser oxidada dentro dos hepatócitos ou convertida em ácidos graxos, os quais são secretados no sangue na forma de lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) constituída, principalmente, de triglicérides (BASCIANO; FEDERICO; ADELI, 2005; TAPPY; LÊ, 2010).

Na circulação sanguínea, a VLDL é hidrolisada pela lipase lipoprotéica (LPL) originando a lipoproteína de densidade intermediária (IDL) que, por sua vez, pode ser captada pela interação das apoproteínas através dos receptores hepáticos ou submetida à ação da lipase hepática para formar uma partícula de lipoproteína de baixa densidade (LDL). A LDL é a principal lipoproteína transportadora do colesterol hepático para os tecidos periféricos e apresenta propriedades aterogênicas quando oxidada (CASTRO, 2011).

Assim como o LDL, níveis elevados de triglicérides estão relacionados com o aumento do risco cardiovascular (EBBERT; JENSEN, 2013), porém, os triglicérides tendem a se depositar em adipócitos promovendo o desenvolvimento da obesidade (BASCIANO; FEDERICO; ADELI, 2005; KOPEC et al., 2013). Contudo, além dos elevados níveis de

colesterol e triglicerídeos estarem relacionados ao aumento das doenças cardiovasculares, a redução dos níveis séricos da lipoproteína de alta densidade (HDL) também é um dos fatores que mais contribuem para o desenvolvimento dessa patologia. O HDL é a forma mais desejável de colesterol no sangue por estar associado à redução do risco das doenças cardiovasculares (BARTER et al., 2013). Para o tratamento ou prevenção dessas dislipidemias, o uso de fármacos da classe das estatinas e dos fibratos são os mais utilizados clinicamente (FENG et al., 2011).

As estatinas inibem a enzima 3-hidroxi-3-metilglutaril-coenzima A (HMG-CoA) redutase e conseqüentemente, a síntese do colesterol hepático (KLOP; ELTE; CABEZA, 2013), além de melhorar a função endotelial, reduzir a inflamação vascular, entre outros (RANG & DALE, 2007). Por sua vez, os fibratos reduzem acentuadamente a concentração de da VLDL circulante, conseqüentemente, a redução dos triglicerídeos. (RANG & DALE, 2007). O mecanismo de redução ainda não está completamente elucidado, porém, os fibratos parecem ativar os receptores específicos por proliferador peroxissomo alfa (PPAR α) expresso no fígado e no tecido adiposo marrom, promovendo o aumento da atividade LPL a qual diminui a produção hepática de VLDL (RANG & DALE, 2007) e aumenta os níveis de HDL, os quais captam a LDL da corrente sanguínea.

Embora esses fármacos apresentem efeitos benéficos nos níveis séricos lipídicos, eles provocam efeitos indesejáveis no organismo como distúrbios gastrointestinais, prurido, elevação das enzimas hepáticas alamina aminotransferase (ALT) e aspartado aminotransferase (AST) no plasma (RANG & DALE, 2007), além de apresentarem alto valor comercial.

Diante disso, espécies vegetais estão sendo validadas cientificamente em função do seu potencial terapêutico para o tratamento da hipercolesterolemia (GILLINGHAM et al., 2011), hipertrigliceridemia (PARK; LEE; SUNG, 2005) e anti-obesidade (HAN; KIMURA; OKUDA, 2005; RAYALAM; DELLA-FERA; BAILE, 2008), por apresentarem melhores ou semelhantes efeitos com nenhuma ou baixa toxicidade comparado aos fármacos devido a sua diversa constituição química.

Dentre os principais constituintes encontrados em plantas, os ácidos graxos (AG), desempenham importante papel na saúde humana, pois além de serem utilizados pelas células para armazenar e obter energia, auxiliam na absorção de substâncias lipofílicas como as vitaminas A, D, E e K, revertem disfunções celulares que podem provocar o câncer, diabetes, hipertensão entre outras (IBARGURE; LÓPEZ; ESCRIBÁ, 2014) e influenciam fortemente

na fluidez da membrana, que por sua vez proporcionará o funcionamento normal de vários processos metabólicos e fisiológicos (CALDER, PC, 2013).

A importância biológica dos ácidos graxos para a saúde humana, esta relacionada em função do número e posição das ligações duplas e do comprimento da cadeia de carbono (LOTTENBERG et al., 2012), podendo se apresentar como ácido graxo saturado (AGS), ácido graxo monoinsaturado (AGMI) e ácido graxo poliinsaturado (AGPI).

Os ácidos graxos saturados são sólidos à temperatura ambiente, não apresentam ligações duplas e são divididos em subgrupos de acordo com o comprimento da cadeia, a qual pode ser curta, média ou longa. Entre os ácidos graxos saturados de cadeia média, o ácido láurico é o principal ácido graxo encontrado na castanha de cocos é também uma das principais gorduras presentes no leite materno humano (SENANAYAKE; SHAHIDI, 2006). Conhecido por ser excelente fonte de energia para o organismo e por favorecer forte resistência à rancidez oxidativa (JAYADAS; NAIR, 2006), o ácido laurico apresenta propriedades antiviral, antibacteriana e anti-protozoários devido à ação da monolaurina, substância formada no organismo após a quebra do ácido láurico pela enzima lipase (ENIG, 1998; SENANAYAKE; SHAHIDI, 2006).

Já os ácidos graxos monoinsaturados apresentam uma ligação dupla na molécula e estão presentes no abacate, amendoim, azeite de oliva, canola e em algumas nozes. O ácido oleico é o principal ácido graxo encontrado no azeite de oliva, apresenta rápida absorção no organismo e propriedades antiaterogênica e antitrombótica (TVRZICKA et al., 2011). Além disso, tem sido recomendado dieteticamente devido aos benefícios na redução da pressão sanguínea e uma menor incidência de hipertensão (TERÉS et al., 2008).

Por sua vez os ácidos graxos poliinsaturados são ácidos graxos essenciais, ou seja, devem ser adquiridos através da alimentação, pois não são produzidos no organismo (FAO, 2009). Apresentam duas ou mais instaurações, e as famílias n-3 e n-6 são descritas por serem as principais famílias de importância biológica (ANDER, et al., 2003). Dentre os representantes da família n-3, o ácido α -linolênico (18:3 n-3) são facilmente encontrados em alimentos de origem animal e vegetal, porém em quantidades limitadas (ANDER, et al., 2003). É reconhecido por regular a oxidação de ácidos graxos inibindo a síntese de lipídeos (GRIMM et al., 2002) reduz o risco de doenças cardiovasculares (MOZAFFARIAN; WU, 2011) e regula a termogênese via ativação do receptor por proliferadores de peroxissoma alfa (PPAR α), este, envolvido na regulação do metabolismo lipídico. No entanto, o ácido linoleico

(18:2 n-6) representante da família n-6, é o principal PUPA encontrado em nossa dieta e recomendado dieteticamente por reduzirem níveis séricos de LDL – colesterol (FAO, 2008).

De acordo com as recomendações da FAO (2008), para aumentar os níveis séricos de HDL e diminuir os níveis séricos de LDL e os riscos de eventos coronarianos, a ingestão de ácidos graxos poliinsaturados deve variar entre 6-11% do valor energético total da dieta, sendo que a ingestão de n-3 deve variar entre 0,5-2% e de 2,5-9% para n-6.

Diante das evidências de que o consumo de ácidos graxos é benéfico para a saúde, a *Attalea phalerata* Mart. ex Spreng (Arecaceae) é uma das oleaginosas nativas do Cerrado que apresenta alto teor lipídico em suas amêndoas. Conhecida popularmente como bacuri, a palmeira *A. phalerata*, é caracterizada por ser uma espécie monóica com haste solitária de 5-10m de altura, coberto até a metade com os restos da base das folhas dispostas caídas em vários planos. Apresenta inflorescências interfolias, femininas e andróginas presentes na mesma planta e quando polinizadas forma cachos com frutos de polpa fibro-suculenta, endocarpo lenhoso e duro com duas a três amêndoas que são consumidas *in natura* (LORENZI, et al., 2006). Tanto a polpa quanto a amêndoa apresentam elevado teor lipídico (HIANE *et al.*, 2003; MIYAHIRA, 2010).

Considerando-se os efeitos benéficos dos ácidos graxos para a saúde, não foram encontrados estudos científicos com óleo da amêndoa de *A. phalerata* sobre os níveis séricos lipídicos e na massa corporal. Portanto, o estudo químico e biológico do óleo da amêndoa de *A. phalerata* neste trabalho contribuirá para a bioprospecção da espécie, além de demonstrar resultados promissores para a prevenção da obesidade e ou para o tratamento da dislipidemia.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar e quantificar os ácidos graxos presentes no óleo da amêndoa de *A. phalerata* e investigar seus efeitos metabólicos em ratos com hiperlipidemia induzida por dieta.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a composição de ácidos graxos do óleo da amêndoa de *A. phalerata* (OAAP);
- Avaliar o efeito do OAAP no ganho de massa corporal em ratos *Wistar* hiperlipidêmicos;
- Determinar o efeito do OAAP nos parâmetros metabólicos;
- Verificar o acúmulo de tecido adiposo e a massa relativa dos tecidos musculares e dos órgãos dos ratos tratados com OAAP;
- Avaliar a ação hipocolesterolemiantes e hipotrigliceridemiante do OAAP;
- Determinar o conteúdo de lipídeos no fígado e nas fezes.

ARTIGO

Artigo escrito nas normas da Revista Food Chemistry (ISSN – 0308-8146)

Fator de Impacto: 3,33

Qualis para Biodiversidade: A1



Foto: Débora da Silva Baldivia (2012)

**Composição química e efeitos metabólicos do óleo da amêndoa de *Attalea phalerata* em
ratos hiperlipidêmicos**

Débora da Silva Baldivia¹, Katia Ávila Antunes¹, Izabel Cristina Freitas Moraes², Edson
Lucas dos Santos¹, Kely Picoli de Souza¹, Eliana Janet Sanjinez Argandoña³

¹ Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais,
Dourados/MS, CEP: 79.804-970, Brasil.

² Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Alimentos, Pirassununga/SP,
CEP: 13635-900, Brasil.

³ Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Engenharia, Dourados/MS, CEP:
79.804-970, Brasil.

Endereço para correspondência: Kely de Picoli Souza, Faculdade de Ciências Biológicas e
Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, CEP 79.804-970, Dourados, MS,
Brasil. Tel./fax: +55 67 3410-2210. Endereço de e-mail: kelypicoli@gmail.com ou
kelypicoli@ufgd.edu.br

Resumo

Ácidos graxos encontrados em amêndoas são reguladores importantes do metabolismo. Estes ácidos são frequentemente associados à redução do colesterol sérico e da gordura corporal e menor risco de desenvolver doenças cardiovasculares. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi identificar e quantificar os ácidos graxos do óleo da amêndoa de *Attalea phalerata* (OAAP) e investigar seus efeitos metabólicos em ratos com hiperlipidemia induzida por dieta rica em frutose. Os ácidos oleicos (30,68%) e láuricos (28,87%) foram os principais compostos encontrados no óleo da amêndoa de *Attalea phalerata* (OAAP). Ratos hiperlipidêmicos tratados com OAAP (1,2 mL.kg⁻¹ de MC) mostraram uma redução no colesterol total sérico semelhante aos tratados com sinvastatina; aumento da temperatura corporal em 1 °C e redução do ganho de massa corporal (28%) e do depósito de tecido branco mesentérico (25%) comparado com os ratos controle hiperlipidêmicos. Houve aumento da massa relativa do fígado de ratos tratados com OAAP, sem, no entanto, haver qualquer alteração dos níveis séricos dos marcadores hepáticos de toxicidade, AST e ALT. Além disso, houve um aumento da umidade e do teor de lipídeos nas fezes (32%) dos ratos tratados com OAAP comparados aos controles. Juntos, esses resultados sugerem que o OAAP tem potencial uso em alimentos saudáveis e suplementos nutricionais para controle de hipercolesterolemia e obesidade.

Palavras chave: Bacuri, ácidos graxos, hipercolesterolemia, massa corporal, adiposidade visceral.

1. Introdução

Attalea phalerata Mart. ex Spreng (Arecaceae) é uma palmeira que ocorre no planalto central do Brasil, Bolívia, Paraguai e Peru (Henderson, 1995), conhecida popularmente como bacuri, apresenta importância econômica como fonte de óleo vegetal (Moraes, Borchsenius & Blicher-Mathiesen, 1996). Esta palmeira apresenta cachos com frutos de polpa fibro-suculenta, endocarpo lenhoso e duro com 2 a 4 amêndoas, os quais são consumidos principalmente *in natura*.

O consumo de amêndoas está relacionado a efeitos metabólicos benéficos, como a redução do colesterol sérico e da massa corporal (Li et al., 2011), resultando em menor risco de desenvolver doenças cardiovasculares (Bento, Cominetti, Simões Filho & Naves, 2014). Estes efeitos estão principalmente relacionados aos ácidos graxos encontrados nas amêndoas (Jia et al., 2011) que são fontes importantes de energia e precursores de moléculas bioativas com diferentes funções metabólicas e bioquímicas (Calder, 2011).

Os ácidos graxos saturados (AGS), principais constituintes do óleo de coco (Chandrashekar, Lokesh & Krishna, 2010) são recomendados nas dietas para a perda de peso porque são facilmente oxidados no fígado, aumentam o gasto de energia, resultando em diminuição da adiposidade corporal (St-Onge & Jones, 2002).

O consumo de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) está associado à manutenção do peso corporal e à redução na adiposidade central, resultando em menor risco de desenvolver obesidade (Gillingham, Harris-Janz & Jones, 2011). Dos AGMI, o ácido oleico é o ácido graxo majoritário encontrado no azeite, principal componente da dieta mediterrânea, que apresenta rápida absorção no corpo e demonstra efeito hipocolesterolêmico (Tvrzicka et al., 2011). Como os AGMI, os ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) também reduzem o colesterol LDL e promovem a estabilização da placa aterosclerótica (Thies et al., 2003).

Embora o consumo de ácidos graxos seja descrito de acordo com seus efeitos benéficos sobre a saúde do consumidor, a informação científica ainda é limitada e controversa quanto aos efeitos colaterais de uma ingestão prolongada de ácidos graxos de origem vegetal, e não há relatos científicos sobre os efeitos do consumo prolongado do óleo da amêndoa de *A. phalerata*. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi identificar e quantificar os ácidos graxos presentes no óleo da amêndoa de *A. phalerata* e investigar seus efeitos metabólicos em ratos com hiperlipidemia induzida por dieta. Para isso, ratos hiperlipidêmicos foram tratados com OAAP por 63 dias e seus parâmetros metabólicos e bioquímicos avaliados.

2. Material e métodos

2.1. Material botânico

Frutos maduros, com a aparência uniforme, foram coletados diretamente do solo sob a copa das palmeiras de *Attalea phalerata* na cidade de Bonito, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil (Latitude 21 ° 10 '19 .1, longitude 056 ° 26 ' . 58.0, 6 m de altitude), mediante a autorização do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO, n° 37931-2. O material botânico foi identificado e uma exsicata foi depositada no herbário DDMS/UFGD sob n° 5033. Os frutos foram sanitizados com solução de dicloroisocianurato de sódio dihidratado 0.66% (teor de cloro ativo 3%) por 10 min, e o endocarpo quebrado para remover as amêndoas.

*2.2. Extração do óleo da amêndoa de *Attalea phalerata* (OAAP)*

As amêndoas foram desidratadas a 40 ° C durante 72 h em um secador convectivo com um fluxo de ar de 0,5 m.s⁻¹ e posteriormente moídas em um liquidificador semi-industrial até obter uma massa homogênea. O óleo prensado a frio, foi obtido a partir de 300 g desta massa de amêndoas, usando uma prensa de rosca adaptada. Após a extração, o óleo da amêndoa de

A. phalerata (OAAP) foi centrifugado a 1100 rpm durante 5 min para remover resíduos e o sobrenadante foi coletado e armazenado em frasco âmbar a 4 ° C.

O rendimento da extração do OAAP foi calculado a partir da diferença entre a massa inicial existente na amêndoa desidratada e a massa de OAAP obtida ao final da prensagem. Após a extração do OAAP, o índice de acidez foi determinado por titulação com uma solução de hidróxido de sódio 0,1 N conforme determinado pelos métodos padrão da AOAC (AOAC, 1997).

2.3. Determinação da composição química do OAAP

A composição dos ácidos graxos do OAAP foi determinada por cromatografia gasosa (GC). A preparação dos ácidos graxos foi realizada pela transmetilação, conforme descrito por Hartman e Lago (1973), usando solução de cloreto de amônia e ácido sulfúrico em metanol como agente esterificante. As amostras foram analisadas com detector de ionização de chama (CG-FID), modelo 3900. As condições cromatográficas foram: temperatura do injetor 27 °C, temperatura do detector 310 °C, programação de temperatura da coluna de 120 °C inicial por 2 min e rampa de 140 °C a 245 °C (2.5 °C.min⁻¹), permanecendo a 235 °C por 10 min e razão de split 75:1, fluxo de gás hidrogênio 1 mL.min⁻¹, gás de *make up* nitrogênio 30 mL.min⁻¹, volume de injeção (1 µL). Os componentes foram separados em coluna Chrompack CP-Sil 88 de sílica fundida de 100 mx 0,25mm de diâmetro interno com partícula de 0.20 µm de filme líquido, tendo como fase estacionária cianopropilpolisiloxano. Os ácidos graxos foram identificados através da comparação do tempo de retenção dos ácidos graxos das amostras e dos padrões cromatográficos e quantificados pela normalização da área, sendo os resultados expressos em g.100 g⁻¹ de amostra.

2.4 Hiperlipidemia induzida por dieta

A dieta rica em frutose (DRF) foi preparada misturando-se 34% de dieta comercial para roedores (Presence) com 66% de frutose. As duas dietas (DRF e dieta comercial) foram analisadas quanto: aos teores de lipídeos pelo método de Soxhlet; resíduo mineral fixo por incineração em mufla a 550 °C; teor de proteínas pelo método de Kjeldahl; e umidade por remoção da água em estufa de circulação de ar (105 °C) até peso constante de acordo com os métodos da AOAC (AOAC, 1997). O conteúdo de carboidratos foi estimado por diferença valores obtidos para a composição proximal (Barminas, James, & Abubakar, 1999). A Tabela 1 mostra a composição proximal das dietas, comercial e dieta rica em frutose.

Tabela 1. Composição proximal das dietas.

Dieta	Umidade (%)	Lipídeos (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Carboidratos (%)	Energia Kcal. 100 g ⁻¹
DC	10,7±0,04	1,50±0,12	8,21±0,14	26,14 ± 0,95	59,40 ± 0,64	331,51 ± 0,46
DRF	3,98±0,12	0,35±0,00	3,04±0,08	14,28 ± 1,80	84,39 ± 0,43	374,26 ± 0,64

DC; dieta comercial padrão para roedores. DRF; dieta rica em frutose.

2.5. Animais

Foram utilizados neste estudo, ratos *Wistar* (n=50) obtidos do Biotério Central da Universidade Estadual de Maringá - UEM, Brasil, cada um pesando proximadamente 150 g. Os ratos foram mantidos em gaiolas poliacrílicas em um ambiente arejado com uma temperatura controlada de 22 ± 2,0 °C, fotoperíodo de 12 h, com acesso livre a água e alimento durante todo o experimento. Todos os ratos foram mantidos durante 15 dias de aclimação antes de qualquer procedimento experimental.

O procedimento experimental foi realizado de acordo com as normas do Conselho Nacional de Experimentação Animal - CONCEA, e aprovado pelo comitê de ética de uso animal da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD (Protocolo nº. 023/2012 – CEUA/UFGD).

2.4.1. Delineamento experimental

2.4.1.1. Determinação da dose do OAAP

Para a determinação da dose experimental de OAAP, ratos foram alimentados com a dieta comercial e divididos em 4 grupos (n=5). O grupo controle recebeu água por gavagem e o grupo OAAP recebeu OAAP nas concentrações de 0,6, 1,2 e 1,8 mL.kg⁻¹ de massa corporal (MC), a cada seis dias, sequencialmente. A dose de escolha foi de 1,2 mL.kg⁻¹ de MC, uma vez que esta foi a maior dose que não causou alterações na ingestão de água, dieta, variação da massa corporal, consistência das fezes, irritabilidade, piloereção e queda de pêlos.

2.4.1.2. Hiperlipidemia induzida por dieta rica em frutose

Antes do período experimental, os ratos foram alimentados por 112 dias com dieta comercial (n=5, grupo controle) ou dieta rica em frutose (n=32, DRF) para indução da hiperlipidemia. Os ratos foram subsequentemente divididos em cinco grupos: (I) dieta comercial + água (grupo controle), (II) dieta rica em frutose + água (grupo DRF), (III) dieta rica em frutose + ciprofibrato, 2 mg.kg⁻¹ de MC (Grupo DRF + C), (IV) dieta rica em frutose + sinvastatina, 30 mg.kg⁻¹ de MC (grupo DRF + S) e (V) dieta rica em frutose + óleo da amêndoa de *A. Phalerata*, 1,2 mL.kg⁻¹ de MC (Grupo DRF + OAAP). Os tratamentos foram diariamente por gavagem por 63 dias. Ao longo do período experimental, a ingestão alimentar e de água, bem como a evolução da massa corporal foram monitoradas três vezes por semana.

2.4.2. Avaliação dos parâmetros metabólicos em ratos

Aos 60 dias de tratamento, os ratos dos grupos DRF e DRF+OAAP foram pesados e colocados individualmente em gaiolas metabólicas durante 24 h para avaliação da ingestão de ração e água, excreção de urina e fezes. Paralelamente, a temperatura anal dos ratos foi

determinada com o auxílio de um termômetro digital (TS-101, Techline) para avaliar o efeito termogênico do OAAP).

2.4.3. Coleta de fezes, sangue, órgãos e tecidos

As fezes dos ratos dos grupos DRF e DRF+OAAP foram coletadas das caixas coletivas nos últimos três dias do experimento (61 a 63 dias), pesadas e determinados os teores de umidade e lipídios pelo método padrão da AOAC (AOAC, 1997).

Ao final do experimento, todos os ratos foram jejuados por 12 horas antes da eutanásia. O sangue coletado foi centrifugado a 3000 rpm durante 10 minutos para obter o soro que foi então armazenado a -70 °C para as subseqüentes análises bioquímicas.

Baço, coração, fígado, pulmão, rim, depósitos de tecido adiposo branco (mesentérico, retroperitoneal, epididimal, e subcutâneo inguinal) e músculos esqueléticos (extensor digital longo e solear) foram coletados e pesados para determinar a massa relativa, calculada pela razão entre a massa do tecido/órgão e a massa corporal do animal. Fragmentos dos fígados foram desidratados para quantificação de lipídeos.

2.5. Quantificação de lipídeos do fígado e das fezes

Os lipídios foram extraídos pelo método do Soxhlet (AOAC, 1997) com algumas modificações. Cada amostra previamente desidratada foi triturada e pesada (0,5 g) em cartuchos de celulose que foram colocados em contato com hexano (P.A.) no aparelho tipo Soxhlet e mantidos em condições de ebulição durante 2 h. O conteúdo de lipídeos da amostra foi determinado gravimetricamente após a evaporação total do solvente em estufa com ar circulante a 105 °C. As análises foram realizadas em triplica.

2.6. Análises bioquímicas

Os níveis séricos de colesterol total, HDL-colesterol, triglicerídeos, aspartato aminotransferase (AST), alamina aminotranferase (ALT) e creatinina foram dosados em analisador automatizado Integra 400 Plus (Roche[®]) utilizando reagentes específicos da marca Roche[®].

2.7. Análise estatística

Os resultados foram expressos como a média \pm erro padrão da média (EPM). A análise de variância (ANOVA) e pós-teste *Student Newman Keuls* foram utilizados para comparar os resultados dos diferentes grupos experimentais. O teste *t* foi utilizado para a comparação entre dois grupos. Os resultados foram considerados significativos quando $P < 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas usando o software Graph Pad Prism 3.0.

3. Resultados e discussão

3.1. Rendimento e composição dos ácidos graxos do óleo da amêndoa de *A. phalerata*

O rendimento do óleo extraído da amêndoa de *A. phalerata* (OAAP) foi de 29,91%. A prensagem mecânica resulta na remoção parcial do óleo da amêndoa, com menor rendimento do óleo quando comparado à extração com solventes orgânicos. No entanto, em termos de segurança alimentar, o óleo extraído por prensagem apresenta melhor qualidade do que o óleo extraído com solvente, devido à ausência de resíduos químicos tanto no óleo como na torta, um subproduto gerado após a extração de óleo, que pode ser usado para alimentação humana e animal.

O valor médio de acidez obtido para o OAAP após a extração foi de 0,12% e encontra-se dentro dos limites observados para óleos vegetais de acordo com Codex Alimentarius (2003).

A composição química do OAAP (Tabela 2) apresentou maior concentração de ácidos graxos saturados (láurico 28.87%, mirístico 12.02% e palmítico 10.7%), seguido dos monoinsaturados (oleico 30.68%) e poli-insaturados (linoleico 4.75%). Os demais ácidos graxos encontrados no OAAP apresentaram concentrações inferiores a 4.5%.

O interesse crescente por alimentos ricos em ácidos graxos se deve aos benefícios que eles oferecem para a saúde. O ácido oleico, composto majoritário do OAAP, é um importante ácido graxo monoinsaturado de rápida absorção, que fornece energia e reduz a massa corporal (Vögler et al., 2008). O ácido láurico é altamente oxidado no corpo (DeLany et al., 2000). É inserido na classe de ácidos gordos de cadeia média (AGCM), que se caracterizam pelo aumento do gasto de energia, oxidação da gordura e redução dos depósitos e massa corporal (St-Onge & Jones, 2003).

Por outro lado, os ácidos graxos mirístico e palmítico são caracterizados por suas atividades aterogênicas e trombogênicas (Tvrzicka, Kremmyda, Stankova, & Zak, 2011). Além disso, Voon et al. (2011) relataram que esses ácidos graxos não alteram os parâmetros relacionados ao risco cardiovascular. Assim, os mecanismos e respostas biológicas desses ácidos graxos saturados são controversos e precisam ser melhor investigados.

O ácido linoleico, presente no OAAP (Tabela 2) é descrito como hipocolesterolêmico e reduz o risco de doenças cardiovasculares (Czernichow, Thomas & Bruckert, 2010; Harris et al., 2009). É um ácido graxo essencial, uma vez que não pode ser sintetizado pelo corpo (Tvrzicka, Kremmyda, Stankova, & Zak, 2011) e, portanto, é indispensável à obtenção de fontes alimentares naturais. De acordo com a *Food and Agriculture* (FAO, 2008) a ingestão diária de ácido linoleico deve variar entre 2,5 e 9% e, portanto, o OAAP pode ser uma fonte alternativa de ácido linoleico nas recomendações dietéticas diárias. Da classe de ácidos graxos poliinsaturados, o ácido α -linolênico (18: 3 n-3) é facilmente encontrado em alimentos de origem animal e vegetal, mas em quantidades limitadas (Ander et al., 2003). Ele regula a

oxidação de ácidos gordurosos pela inibição da síntese lipídica (Grimm H, Mayer K, Mayser P, Eigenbrodt, 2002), reduzindo assim o risco de doença cardiovascular (Mozaffarian & Wu, 2011).

Tabela 2. Composição dos ácidos graxos do óleo da amêndoa de *A. phalerata* (OAAP).

Ácidos Graxos	OAAP (g.100 g ⁻¹ de ácidos graxos totais)
<i>AGS</i>	
Ácido Capróico (C6:0)	0.27
Ácido Caprílico (C8:0)	3.84
Ácido Cáprico (C10:0)	4.13
Ácido Láurico (C12:0)	28.87
Ácido Mirístico (C14:0)	12.02
Ácido Pentadecanóico (C15:0)	0.03
Ácido Palmítico (C16:0)	10.07
Ácido Margárico (C17:0)	0.04
Ácido cis-10-heptadecanóico (C17:1)	0.03
Ácido Esteárico (C18:0)	4.24
Total AGS	64.17
<i>AGMI</i>	
Ácido Palmitoleico (C16:1)	0.06
Ácido Oleico (C18:1 n-9)	30.68
Total AGMI	30.74
<i>AGPI</i>	
Ácido Linoléico (C18:2 n-6)	4.75
Ácido α -Linolênico (C18:3 n-3)	0.04
Ácido Araquídico (C20:0)	0.10
Ácido Eicosenóico (C20:1)	0.11
Ácido Beênico (C22:0)	0.02
Ácido Lignocérico (C24:0)	0.07
Total AGPI	5.09
Total dos ácidos graxos	100

AGS, ácido graxo saturado; AGMI, ácido graxo monoinsaturado; AGPI, ácido graxo poli-insaturado.

3.2. Efeitos do óleo da amêndoa de *A. phalerata* nos parâmetros de ingestão alimentar e excreção de urina e fezes

A administração do OAAP não alterou a ingestão alimentar dos grupos avaliados, entretanto reduziu o consumo de água no grupo DRF + OAAP em relação ao DRF e ao grupo controle ($P < 0,01$, Tabela 4). Embora essa alteração não tenha sido observada em gaiolas metabólicas após 24 h, observou-se uma excreção urinária inferior no grupo DRF + OAAP

em comparação com o grupo controle (Tabela 3). A razão entre urina excretada e ingestão de água durante 24 h mostrou uma redução de 39% na eliminação de água dos ratos no grupo DRF + OAAP, indicando que, embora a ingestão de água tenha sido menor, o balanço hídrico foi preservado.

As fezes dos ratos tratados com OAAP apresentaram coloração mais clara, maior tamanho e textura macia em relação às fezes dos ratos controle. Estas características podem ser atribuídas à maior teor de água verificada nas fezes desses ratos (Tabela 3). A presença de água promoveu à emoliência das fezes, facilitando o esvaziamento intestinal, semelhante ao efeito de fibras insolúveis (Bosaeus, 2004). No entanto, o peso seco fecal dos ratos do grupo DRF + OAAP foi menor comparado ao grupo controle (51 versus 76%, respectivamente, $P < 0,001$), indicando que o grupo de ratos tratados com OAAP absorveram maiores quantidades de nutrientes da dieta rica em frutose.

Tabela 3. Avaliação dos parâmetros metabólicos de ratos hiperlipidêmicos induzidos por dieta rica em frutose tratados com água (DRF) ou óleo da amêndoa de *A. phalerata* (DRF + OAAP) durante 24 h em gaiolas metabólicas.

Parâmetros	Grupos experimentais	
	DRF (n=8)	DRF + OAAP (n=8)
Consumo alimentar (g)	17,90 ± 1,38	19,86 ± 1,55
Ingestão de água (mL)	17,93 ± 1,91	14,88 ± 0,85
Excreção urinária (mL)	5,00 ± 1,13	1,64 ± 0,34**
Excrementos fecais (g)	4,72 ± 0,50	4,69 ± 0,51
Umidade das fezes (%)	24,24 ± 0,13	48,93 ± 0,23***
Massa fecal seca (%)	75,75 ± 0,12	51,06 ± 0,23***
Teor de lipídeos das fezes (%)	2,26 ± 0,07	2,99 ± 0,11*
Temperatura anal (°C)	35,67 ± 0,55	36,95 ± 0,24*

Os resultados são expressos como média ± EPM. DRF + OAAP comparado a DRF. * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$ e *** $P < 0,001$.

3.3 Efeito do óleo da amêndoa de *A. phalerata* na massa corporal e nos depósitos de tecido adiposo branco

A indução da hiperlipidemia e da obesidade por dietas ricas em frutose em modelos experimentais são bem descritas na literatura (Havel, 2005; Tappy, Le, Tran & Paquot, 2010). No presente estudo ratos tratados com dieta rica em frutose (66% de frutose) apresentaram maior ganho de massa corporal quando comparados aos ratos alimentados com dieta comercial para roedores (grupo GC) (Figura 1A e 1B).

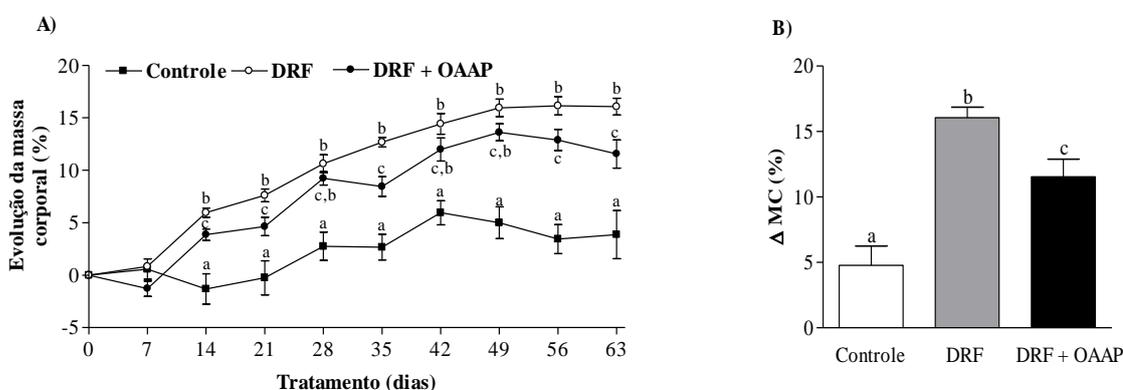


Figura 1. (A) Evolução da massa corporal e (B) variação da massa corporal total de ratos normolipidêmicos (Controle) e ratos hiperlipidêmicos induzidos por dieta rica em frutose tratados com água (DRF) ou óleo da amêndoa de *A. phalerata* (1,2 mg.Kg⁻¹ de massa corporal, DRF + OAAP) por 63 dias. Os resultados são expressos como média ± EPM. n=8, animais por grupo. Letras diferentes sobrescritas indicam diferenças significativas em P < 0,05 entre os grupos.

Os ratos que receberam o óleo da amêndoa de *A. phalerata* (DRF + OAAP) apresentaram menor ganho de massa corporal em comparação ao grupo DRF (Fig. 1B), que foi acompanhado pela diminuição (P < 0,05) do tecido adiposo mesentérico (Tabela 4) um dos principais depósitos relacionados à inflamação na obesidade, o que contribui para aumentar o risco cardiovascular (Nishimura, Manabe Nagai, 2009). Corroborando esses resultados,

Poudyal et al., (2013) demonstraram que uma dieta rica em frutose suplementada com óleos contendo os ácidos graxos oleico, linoléico e α -linolênico, era capaz de reduzir a gordura corporal em ratos. Além disso, Assunção et al., (2009) demonstraram que a ingestão de óleo de coco, rico em ácido láurico, promove a redução da gordura abdominal em mulheres obesas. Assim, o efeito do OAAP na redução da adiposidade em ratos, pode estar relacionado à presença dos ácidos graxos oleico, linoleico, α -linolênico e láurico, considerando sua capacidade em alterar o metabolismo lipídico e reduzir o conteúdo de gordura.

Tabela 4. Ingestão diária por animal de (A) alimento (g) e (B) de água (mL) e massa relativa de depósitos de tecido adiposo branco, músculo esquelético e órgãos de ratos normolipidêmicos (Controle) e ratos hiperlipidêmicos induzidos por dieta rica em frutose tratados com água (DRF) e óleo da amêndoa de *A. phalerata* (1,2 mL.Kg⁻¹ de massa corporal, DRF + OAAP) durante 63 dias.

Parâmetros	Grupos		
	Controle (n=5)	DRF (n=8)	DRF + OAAP (n=8)
Média diária por animal			
Ingestão alimentar (g/dia)	23,40 ± 0,70 ^a	16,70 ± 0,66 ^b	15,81 ± 0,64 ^b
Ingestão de água (mL/dia)	47,97 ± 1,32 ^a	22,94 ± 0,51 ^b	18,53 ± 0,96 ^c
Tecido adiposo branco (g.100 g ⁻¹ de MC)			
Mesentérico	0,80 ± 0,05 ^a	0,96 ± 0,09 ^{a,b}	0,72 ± 0,04 ^{c,a}
Retroperitoneal	2,27 ± 0,22	1,92 ± 0,10	1,97 ± 0,19
Epididimal	1,77 ± 0,14 ^a	1,17 ± 0,15 ^b	1,32 ± 0,10 ^b
Subcutâneo inguinal	0,14 ± 0,03 ^a	0,28 ± 0,01 ^b	0,28 ± 0,03 ^b
Músculo esquelético (mg.g ⁻¹ de MC)			
EDL	0,014 ± 0,001	0,014 ± 0,001	0,016 ± 0,002
Soleus	0,033 ± 0,002	0,028 ± 0,002	0,029 ± 0,001
Órgãos (g.100 ⁻¹ g de MC)			
Baço	0,117 ± 0,040	0,115 ± 0,002	0,105 ± 0,003
Coração	0,321 ± 0,013 ^a	0,347 ± 0,010 ^{b,a}	0,320 ± 0,006 ^{c,a}
Fígado	2,860 ± 0,045 ^a	2,720 ± 0,054 ^{b,a}	3,230 ± 0,135 ^{c,a}
Pulmão	0,522 ± 0,068	0,486 ± 0,027	0,436 ± 0,023
Rim	0,601 ± 0,026 ^a	0,545 ± 0,018 ^{b,a}	0,602 ± 0,014 ^{c,a}
Lipídeos (%)			
Fígado	13,6 ± 0,88 ^a	8,82 ± 1,00 ^b	15,62 ± 2,71 ^{c,a}

EDL, extensor digital longo. Os valores são expressos como média ± EPM. Diferentes letras sobrescritas na mesma linha indicam diferença significativa em $P < 0,05$.

Outro fator que pode ter contribuído para a redução da massa corporal e a redução do tecido adiposo mesentérico em ratos do grupo DRF + OAAP foi o aumento da temperatura corporal (Tabela 3), diretamente relacionado ao efeito do aumento do gasto energético. Este resultado está de acordo com os relatórios de Noguchi et al., (2002) e St-Onge & Jones (2002) que descreveram que a ingestão de óleos vegetais ricos em ácidos graxos de cadeia média

(AGCM) e ácidos graxos de cadeia longa (AGCL) aumentam a termogênese e o gasto de energético, diminui o acúmulo de depósitos de gordura, mostrando assim uma redução na massa corporal.

*3.4. Efeito do óleo da amêndoa de *A. phalerata* na massa dos tecidos musculares e órgãos*

A massa relativa dos músculos esqueléticos (extensor digitorum longus e soleus) e órgãos (baço, coração, pulmão e rim) não apresentaram diferenças entre os grupos, no entanto, a massa do fígado do grupo DRF + OAAP demonstrou diferença estatística ($P < 0,05$) comparado ao grupo DRF (Tabela 4).

A massa hepática do grupo DRF + OAAP foi maior quando comparada ao grupo DRF (Tabela 4). O conteúdo lipídico do fígado dos ratos do grupo controle e ratos do grupo DRF + OAAP foram semelhantes, porém em ratos do grupo DRF o conteúdo lipídico do fígado foi menor (Tabela 4). Além disso, não foram observadas alterações nos níveis séricos das enzimas marcadoras de hepatotoxicidade, AST e ALT (Tabela 5). De acordo com Edem (2002) um consumo excessivo de AGS pode prejudicar os hepatócitos, liberando grandes quantidades das enzimas alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST) na corrente sanguínea, o que indica toxicidade. No presente estudo, nem as enzimas hepáticas AST e ALT nem a creatinina sérica foram alteradas pelo tratamento com OAAP em comparação com o grupo controle DRF (Tabela 5), indicando que, até a dose avaliada, não houve efeitos tóxicos, de acordo com os parâmetros.

*3.5. Efeito do óleo da amêndoa de *A. phalerata* nos parâmetros bioquímicos*

O tratamento com dieta rica em frutose induziu a hiperlipidemia em ratos do grupo DRF em comparação com o grupo controle, aumentando os níveis séricos de colesterol total e triglicerídeos em aproximadamente 48% e 113% , respectivamente (Tabela 5). Esses dados

estão de acordo com os de Tappy, Le, Tran, & Paquot (2010) que também usaram dieta rica em frutose para induzir hiperlipidemia em ratos.

O tratamento dos ratos com ciprofibrato (DRF + C) e sinvastatina (DRF + S) resultou na redução dos triglicerídeos séricos, um efeito não observado no grupo que recebeu o OAAP (Tabela 5). Embora o OAAP apresente alta concentração de ácido oleico (30,68%), os níveis séricos de triglicerídeos do grupo DRF + OAAP foram semelhantes aos do grupo DRF (Tabela 5). Este resultado está de acordo com as observações feitas por Poudyal et al., (2013) e contrárias às feitas por Kris-Etherton et al., (1999) relativas à ingestão de alimentos ricos em AGMI e à redução de triglicerídeos.

O tratamento com OAAP reduziu ($P < 0,05$) os níveis de colesterol sérico dos ratos do grupo DRF + OAAP semelhantemente à redução observada nos grupos DRF + S (sinvastatina) e DRF + C (ciprofibrato), em comparação com o grupo DRF (Tabela 5). As estatinas e os fibratos são medicamentos utilizados clinicamente para reduzir os níveis séricos do colesterol e triglicerídeos em humanos (O'Driscoll, Green & Taylor, 1997; Strauss et al., 2012). As estatinas inibem a HMG-CoA redutase que promove a redução da síntese de colesterol nas células do fígado, enquanto que os fibratos atuam como agonistas de PPAR- α que levam a uma maior degradação e excreção de lipídios (Strauss et al., 2012). Apesar dos efeitos benéficos sobre a hiperlipidemia, ambos os fármacos promoveram alterações nos níveis da enzima AST nos ratos dos grupos DRF, DRF + C e DRF + S, como mostrado na Tabela 5, que pode representar um sinal de hepatotoxicidade, como evidenciado em um estudo prévio (Strauss et al., 2012).

Tabela 5. Parâmetros bioquímicos, hepáticos e renais de ratos normolipidêmicos (Controle) e ratos hiperlipidêmicos induzidos por dieta rica em frutose tratados com água (DRF), ciprofibrato (2 mg.Kg⁻¹ de massa corporal, DRF + C), sinvastatina (30 mg.Kg⁻¹ de massa corporal, DRF + S) e óleo da amêndoa de *A. phalerata* (1,2 mL.Kg⁻¹ de massa corporal, DRF + OAAP) por 63 dias.

Parâmetros	Grupos				
	Controle (n=5)	DRF (n=8)	DRF+C (n=7)	DRF+S (n=6)	DRF+OAAP (n=8)
TG (mg.dL ⁻¹)	113,0 ± 5,2 ^a	241,2 ± 28,1 ^b	155,1 ± 14,2 ^a	118,9 ± 7,0 ^a	243,0 ± 20,0 ^b
CT (mg.dL ⁻¹)	79,0 ± 2,01 ^a	117,2 ± 12,9 ^b	84,4 ± 4,3 ^a	90,3 ± 5,2 ^a	93,3 ± 2,5 ^a
ALT (U.L ⁻¹)	53,2 ± 3,3	65,4 ± 7,0	65,0 ± 4,1	64,8 ± 5,7	66,1 ± 7,5
AST (U.L ⁻¹)	174,0 ± 6,5	178,0 ± 14,5	195,0 ± 16,0	219,5 ± 19,7	170,8 ± 11,9
CR (U.L ⁻¹)	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0
UREA	22,9 ± 1,9	30,0 ± 3,0	25,9 ± 3,7	20,9 ± 1,4	19,8 ± 1,9

TG, triglicerídeos; CT, colesterol total; ALT, alamina aminotransferase; AST, aspartato aminotransferase; CR, creatinina. Os resultados são expressos em valor médio ± erro padrão da média (EPM). Diferentes letras sobrescritas indicam diferenças significativas em $P < 0,05$.

A atividade hipocolesterolêmica do OAAP pode estar relacionada às concentrações de AGMI (30,74%), uma vez que a redução nos níveis séricos de colesterol está entre os principais efeitos benéficos da ingestão desta classe de ácidos graxos (Kris-Etherton et al., 1999). Este efeito também foi observado em ratos (Poudyal et al., 2013) e em humanos (Thies et al., 2003) alimentados com dietas ricas em ácidos oleico (AGMI), linoleico e α -linolênico (AGPI). Os componentes químicos do OAAP são provavelmente os responsáveis pela atividade hipocolesterolêmica observada neste estudo.

4. Conclusão

Este estudo demonstrou que o óleo da amêndoa de *Attalea phalerata* induziu uma redução da massa corporal, do tecido adiposo branco mesentérico, além de ter um efeito hipocolesterolêmico, possivelmente mediado pelo aumento da temperatura corporal e pela eliminação de água e lipídios nas fezes. Os efeitos benéficos provavelmente foram devidos à ação dos ácidos graxos oleicos, láuricos e linoleicos, que são os ácidos graxos majoritários identificados no OAAP. Assim, o óleo da amêndoa de *Attalea phalerata* apresenta potencial uso como suplemento alimentar funcional para a prevenção e tratamento da hipercolesterolemia e alterações metabólicas relacionadas à obesidade.

Agradecimentos

Este estudo foi apoiado por bolsas da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul (FUNDECT), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Os autores agradecem os donos do Hotel Cabanas pela permissão da coleta dos cocos da palmeira *Attalea phalerata*.

Conflitos de interesse

Os autores declaram que não há conflitos de interesse.

Referências

- Ander, B. P., Dupasquier, C. M., Prociuk, M. A., & Pierce, G. N. (2003). Polyunsaturated fatty acids and their effects on cardiovascular disease. *Experimental & Clinical Cardiology*, 8(4), 164-172.
- Assunção, M. L., Ferreira, H. S., dos Santos, A. F, Cabral Jr, C. R., Florêncio T. M. M. T. (2009). Effects of dietary coconut oil on the biochemical and anthropometric profiles of women presenting abdominal obesity. *Lipids*, 44(7), 593-601.
- Barminas, J. T., James, M. K., & Abubakar, U. M. (1999). Chemical composition of seeds and oil of *Xylopia aethiopica* grown in Nigeria. *Plant Foods for Human Nutrition*, 53(3), 193-198.
- Bento, A. P., Cominetti, C., Simões Filho, A., & Naves, M. M.V. (2014). Baru nut improves lipid profile in mildly hypercholesterolemic subjects: A randomized, controlled, crossover study. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 24(12), 1330-1336.
- Bosaeus, I. (2004). Fibre effects on intestinal functions (diarrhoea, constipation and irritable bowel syndrome). *Clinical Nutrition Supplements*, 1(2), 33-38.
- Calder, P. C. (2011). Fatty acids and inflammation: the cutting edge between food and pharma. *European Journal of Pharmacology*, 668(1), S50-S58.
- Chandrashekar, P., Lokesh, B. R & Krishna, A. G. G. (2010). Hypolipidemic effect of blends of coconut oil with soybean oil or sunflower oil in experimental rats. *Food Chemistry*, 123(3), 728-733.
- Codex Alimentarius (FAO/WHO). Codex Standard for Named Vegetable Oils . Codex Stan 210 (Amended 2003). Codex Alimentarius, Roma, Itália, 2003. Available from: <http://www.codexalimentarius.org/>. Accessed January, 21, 2013.
- Cunniff, P. (1997). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 16th ed. Gaithersburg (MD): Association of Official Analytical Chemists International.
- Czernichow, S., Thomas, D., & Bruckert, E. (2010). n-6 Fatty acids and cardiovascular health: a review of the evidence for dietary intake recommendations. *British Journal of Nutrition*, 104(6), 788-796.
- DeLany, J. P., Windhauser, M. M., Champagne, C. M., & Bray, G. A. (2000). Differential oxidation of individual dietary fatty acids in humans. *American Journal Clinical Nutrition*, 72(4), 905-911.
- Dhingra, D., Lamba, D., Kumar, R., Nath, P., & Gauttam, S. (2014). Antihyperlipidemic activity of aloe succotrina in rats: possibly mediated by inhibition of HMG-COA reductase. *ISRN Pharmacology*, 17, 243575. .
- Edem, D. O. (2002). Palm oil: Biochemical, physiological, nutritional, hematological, and toxicological aspects: A review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 57(3-4), 319-341.

FAO-WHO. (2008), Fats and Fatty Acids in Human Nutrition. Rome: FAO Food and nutrition paper # 91. Report of an expert consultation. Geneva, November 10–14. Available from: <http://foris.fao.org/preview/25553-0ece4cb94ac52f9a25af77ca5cfba7a8c.pdf>. Accessed January, 21, 2012.

Gillingham, L. G., Harris-Janz, S., & Jones P. J. (2011). Dietary monounsaturated fatty acids are protective against metabolic syndrome and cardiovascular disease risk factors. *Lipids*, 46(3), 209-228.

Grimm, H., Mayer, K., Mayser, P., & Eigenbrodt, E. (2002). Regulatory potential of n-3 fatty acids in immunological and inflammatory processes. *British Journal of Nutrition*, 87(1), S59-S67.

Harris, W. S., Mozaffarian, D., Rimm, E., Kris-Etherton, P., Rudel, L. L., Appel, L. J., Engler, M. M., Engler, M. B & Sacks, F. (2009). Omega-6 fatty acids and risk for cardiovascular disease a science advisory from the American Heart Association Nutrition Subcommittee of the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; Council on Cardiovascular Nursing; and Council on Epidemiology and Prevention. *Circulation*, 119(6), 902-907.

Hartman, L., & Lago, R. C. (1973). Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Laboratory practice*, 22(6), 475-476.

Havel, P. J. (2005). Dietary fructose: Implications for dysregulation of energy homeostasis and lipid/carbohydrate metabolism. *Nutrition Reviews*, 63(5), 133-157.

Jia, X. Y., Zhang, Q. A., Zhang, Z. Q., Wang, Y., Yuan, J. F & Wang, H. Y., & Zhao, D. (2011). Hepatoprotective effects of nut oil against carbon tetrachloride induced liver injury in rats. *Food Chemistry*, 125(2), 673-678.

Kris-Etherton, P. M., Pearson, T. A., Wan, Y., Hargrove, R. L., Moriarty, K., Fishell, V., & Etherton, T. D. (1999). High-monounsaturated fatty acid diets lower both plasma cholesterol and triacylglycerol concentrations. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70(6), 1009-1015.

Li, S. C., Liu, Y. H., Liu, J. F., Chang, W. H, Chen, C. M., & Chen, C. Y. O. (2011). Nut consumption improved glycemic control and lipid profiles in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism*, 60(4), 474-479.

Moraes, M. R., Borchsenius, F., & Blicher-Mathiesen U. (1996). Notes on the Biology and Uses of the Motacú Palm (*Attalea phalerata*, Arecaceae) from Bolivia. *Economic Botany*, 50(4), 423-428.

Mozaffarian, D., & Wu, J. H. (2011). Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events. *Journal of American College of Cardiology*, 58(20), 2047-2067.

Nishimura, S., Manabe, I., & Nagai, R. (2009). Adipose tissue inflammation in obesity and metabolic syndrome. *Discovery Medicine*, 8(41), 55-60.

Noguchi, O., Takeuchi, H., Kubota, F., Tsuji, H., & Aoyama, T. (2002). Larger diet-induced thermogenesis and less body fat accumulation in rats fed medium-chain triacylglycerols than in those fed long-chain triacylglycerols. *Journal of Nutrition Science and Vitaminology*, 48(6), 524-529.

O'Driscoll, G., Green, D., & Taylor, R. R. (1997). Simvastatin, an HMG-coenzyme A reductase inhibitor, improves endothelial function within 1 month. *Circulation*, 95(5), 1126-1131.

Poudyal, H., Kumar, S. A., Iyer, A., Waanders, J., Ward, L. C., & Brown, L. (2013). Responses to oleic, linoleic and α -linolenic acids in high-carbohydrate, high-fat diet-induced metabolic syndrome in rats. *The Journal of nutritional biochemistry*, 24(7), 1381–1392.

St-Onge, M. P & Jones, P. J. (2002). Physiological effects of medium-chain triglycerides: Potential agents in the prevention of obesity. *Journal of Nutrition*, 132(3), 329-332.

St-Onge, M. P., & Jones, P. J. (2003). Greater rise in fat oxidation with medium-chain triglyceride consumption relative to long-chain triglyceride is associated with lower initial body weight and greater loss of subcutaneous adipose tissue. *International Journal of Obesity*, 27(12), 1565-1571.

Strauss, V., Mellert, W., Wiemer, J., Leibold, E., Kamp, H., Walk, T., Looser, R., Prokoudine, A., Fabian, E., Krennrich, G., Herold, M., & van Ravenzwaay, B. (2012). Increased toxicity when fibrates and statins are administered in combination—a metabolomics approach with rats. *Toxicology letters*, 211(2), 187-200.

Tappy, L., Le, K. A., Tran, C., & Paquot, N. (2010). Fructose and metabolic diseases: New findings, new questions. *Nutrition*, 26(11), 1044-1049.

Thies, F., Garry, J. M. C, Yaqoob, P., Rerkasem, K., Williams, J., Shearman, C. P., Gallagher, P. J., Calder, P. C., & Grimble, R. F. (2003). Association of n-3 polyunsaturated fatty acids with stability of atherosclerotic plaques: a randomised controlled trial. *Lancet*, 2003, 361(9356), 477-485.

TROPICOS Missouri Botanical Garden. *Attalea phalerata* Mart. ex Spreng. Available from: <http://www.tropicos.org/Name/50065600?tab=distribution>. Accessed October, 18, 2012.

Tvrzicka, E., Kremmyda, L. S, Stankova, B., & Zak, A. (2011). Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease - a review. Part 1: classification, dietary sources and biological functions. *Biomedical Papers*, 155(2), 117-130.

Vögler, O., López-Bellan, A., Alemany, R., Tofé, S., González, M., Quevedo, J., Perea, V., Barceló, F., & Escriba, P. V. (2008). Structure–effect relation of C18 long-chain fatty acids in the reduction of body weight in rats. *International Journal Obesity*, 32(3), 464-473.

Voon, P. T., Ng, T. K., Lee, V. K., & Nesaretnam, K. (2011). Diets high in palmitic acid (16: 0), lauric and myristic acids (12: 0+ 14: 0), or oleic acid (18: 1) do not alter postprandial or fasting plasma homocysteine and inflammatory markers in healthy Malaysian adults. *The American Journal Clinical Nutrition*, 94(6), 1451-1457.

4. CONCLUSÃO GERAL

O presente estudo demonstrou pela primeira vez, a composição química e atividades biológicas do óleo da amêndoa de *A. phalerata* (OAAP). O OAAP apresentou maior concentração de ácidos graxos saturados (64,17%), seguido dos ácidos graxos monoinsaturados (30,74%) e ácidos graxos poli-insaturados linoleico (5,09%). Este estudo demonstrou que o OAAP induziu uma redução da massa corporal, do tecido adiposo branco mesentérico, além de ter um efeito hipocolesterolêmico, possivelmente mediado pelo aumento da temperatura corporal e pela eliminação de água e lipídios nas fezes. Os efeitos benéficos provavelmente foram devidos à ação dos ácidos graxos oleicos, láuricos e linoleicos, que são os ácidos graxos majoritários identificados no OAAP. Em conjunto, os resultados demonstram que o OAAP apresenta potencial uso em alimentos saudáveis e suplementos nutricionais para controle de hipercolesterolemia e obesidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDER, B. P.; DUPASQUIER, C. M.; MICHELE, M. A.; PIERCE, G. N. Polyunsaturated fatty acids and their effects on cardiovascular disease. **Experimental & Clinical Cardiology**, v. 8, n. 4, p. 164-172, 2003.

BARTER P.; GOTTO A.M.; LAROSA J. C.; MARONI J.; SZAREK M.; GRUNDY S.M.; KASTELEIN J. J, BITTNER V.; FRUCHART J. C. HDL cholesterol, very low levels of LDL cholesterol, and cardiovascular events, **New England Journal of Medicine**, v. 357, p. 1301-1310, 2007.

BASCIANO, H.; FEDERICO, L.; ADELI, K. Fructose, insulin resistance, and metabolic dyslipidemia. **Nutrition & Metabolism**, v. 2, n. 1, p. 5, 2005.

CALDER, P. C. Long chain fatty acids and gene expression in inflammation and immunity. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 16, n.4, p. 425-433, 2013.

CASTRO, L.I.A. **Efeito da ingestão do óleo de amaranto no metabolismo lipídico de hamsters**. 2011. 191 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana Aplicada) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

EBBERT, J. O.; JENSEN, M. D. Fat Depots, Free Fatty Acids, and Dyslipidemia. **Nutrients**, v. 5, n. 2, p. 498-508, 2013.

ENIG, M.G. Lauric oils as antimicrobial agents: Theory of effect, scientific rationale, and dietary applications as adjunct nutritional support for HIV-infected individuals. **Nutrients and Foods**, p. 81–97, 1998.

FAO - Food And Agriculture Organization. Fats and fatty acids in human nutrition; *Report of an expert consultation*, FAO Food and Nutrition, 91, FAO, Geneva, 2008.

FENG, L. J.; YU, C. H.; YING, K. J.; HUA, J.; DAI, X.Y. Hypolipidemic and antioxidant effects of total flavonoids of *Perilla Frutescens* leaves in hyperlipidemia rats induced by high-fat diet. **Food Research International**, v. 44, n. 1, p. 404-409, 2011.

GILLINGHAM, L. G.; GUSTAFSON, J. A.; JASSAL D. S.; JONES, P. J. High-oleic rapeseed (canola) and flaxseed oils modulate serum lipids and inflammatory biomarkers in hypercholesterolaemic subjects. **British Journal of Nutrition**, v. 105, n. 3, p. 417- 427, 2011.

GRIM, H; MAYER, P; MAYSER, P; EIGENBRODT, E. **Regulatory potential of n-3 fatty acids in immunological and inflammatory processes**. *British Journal of Nutrition* , v. 87, p.59-67, 2002.

HAN, L. K.; KIMURA, Y.; OKUDA, H. Anti-obesity effects of natural products. In: ATTA UR, R. (Ed.). **Studies in Natural Products Chemistry**: Elsevier, v.30, p. 79-110, 2005.

HIANE, P. A.; BOGO, D.; RAMOS, M. I. L.; FILHO, M. M. R. Carotenóides pró-vitamínicos vitamínicos A e composição em ácidos graxos do fruto e da farinha de bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, vol. 23, n. 2, p. 206-209, 2003.

IBARGUREN, M.; LÓPEZ, D. J.; ESCRIBÁ, P. V. The effect of natural and synthetic fatty acids on membrane structure, microdomain organization, cellular functions and human health. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Biomembranes**, v.1838, 2014.

JAYADAS, N. H.; NAIR, K. P. Coconut oil as base oil for industrial lubricants evaluation and modification of thermal, oxidative and low temperature properties. **Tribology International**, v.39, n.9, p. 873-878, 2006.

JOHNSON R. J, SEGAL M. S, SAUTIN Y, NAKAGAWA, T; FEIQ, D. I; KANG, D. H; GERSH, M. S; BENNER, S; SÁNCHEZ-LOZADA, L. G. Potential role of sugar (fructose) in the epidemic of hypertension, obesity and the metabolic syndrome, diabetes, kidney disease, and cardiovascular disease. **American Society for Clinical Nutrition**, v. 86, p. 899-906, 2007.

KLOP, B.; ELTE, J.; CABEZAS, M. Dyslipidemia in Obesity: Mechanisms and Potential Targets. **Nutrients**, v. 5, n. 4, p. 1218-1240, 2013.

KOPEC, A.; PITATKOWSKA.; LESZCZNSKA, T.; KORONOWICZ. Effect of long term administration of resveratrol on lipid concentration in selected organs and liver's histology in rats fed high fructose diet. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 1, p. 299-305, 2013.

LORENZI, H.; SARTORI, S.; BACHER, L. B.; LACERDA, M. **Frutas Brasileiras e exóticas cultivadas: (de consumo in natura)**. São Paulo: Nova Odessa, 2006. 627 p.

LOTTENBERG, A. M.; AFONSO, Mda. S.; MACHADO, R. M.; NAKANDAKARE, E. R. The role of dietary fatty acids in the pathology of metabolic syndrome. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 23, n. 9, p. 1027-1040, 2012.

MALTA, D. C.; CEZÁRIO, A. C.; MOURA, L.; NETO, O. L. M.; JUNIOR, J. B. S. A construção da vigilância e prevenção das doenças crônicas não transmissíveis no contexto do Sistema Único de Saúde. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 15, n.3, p.47-65, 2006.

MATHERS, C. D, LONCAR, D. Projections of Global Mortality and Burden of Disease from 2002 to 2030. **PLoS Med**, v. 3, n. 11, p. 442, 2006.

MIYAHIRA, M. A. M.; FAVARO, S. P.; Ciconini, G.; Souza, C. F. T.; KORG, R. A. P.; SANTOS, G. P. Caracterização do óleo de amêndoa do bacuri (*Scheelea Phalerata* Mart.). In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA E I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa, Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1827-1831.

MYPHUONG T, L.; FRYE, R. F.; RIVARD, C. J.; CHENG, J.; MCFANN, K. K.; SEGAL, M. S.; JOHNSON, R. J.; JOHNSON, J.A. Effects of high-fructose corn syrup and sucrose on the pharmacokinetics of fructose and acute metabolic and hemodynamic responses in healthy subjects. **Metabolism**, v. 61, n. 5, p. 641-651, 2012.

MOZAFFARIAN, D; WU, J. H. Y. Omega-3 Fatty Acids and Cardiovascular Disease: Effects on Risk Factors, Molecular Pathways, and Clinical Events. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 58, n. 20, p. 2047-2067, 2011.

PARK, M. Y.; LEE, K. S.; SUNG, M. K. Effects of dietary mulberry, Korean red ginseng, and banaba on glucose homeostasis in relation to PPAR- α , PPAR- γ , and LPL mRNA expressions. **Life Sciences**, v. 77, n. 26, p. 3344-3354, 2005.

RANG & DALE. **Farmacologia**. H.P. Rang...[et al]; [Tradução de Raimundo Rodrigues Santos e outros] – 6 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007, 828 p.

RAYALAM, S.; DELLA-FERA, M. A.; BAILE, C. A. Phytochemicals and regulation of the adipocyte life cycle. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.19, n. 11, p.717-726, 2008.

SENANAYAKE, N. S. P. J.; SHAHIDI, F. Acidolysis of seal blubber oil with lauric acid. **Journal of Food Lipids**, v. 14, n.1, p. 78-96, 2007.

TAPPY, L.; LÊ, K.A. Metabolic Effects of Fructose and the Worldwide Increase in Obesity. **Physiological Reviews**, v. 90, n. 1, p. 23-46, 2010.

TVRZICKA, E.; KREMMYDA, L.S.; STANKOVA, B.; ZAK, A. Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease - a review. Part 1: Classification, dietary sources and biological functions. **Biomedical Papers**, v. 155, n. 2, p. 117-130, 2011.

TERÉS, S.; BARCELÓ-COBLIJN, G.; BENET, M.; ALVÁREZ, R.; BRESSANI, R.; HALVER, J. E.; ESCRIBÁ, P. V. Oleic acid content is responsible for the reduction in blood pressure induced by olive oil. **PNAS**, v, 105, n. 37, p. 13811-13816, 2008.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION Cardiovascular Diseases (CVDs). Fact Sheet, n. 317, 2011. Disponível em <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/index.html>>.

6. ANEXOS

ANEXO I

Comprovante de autorização para coleta do material vegetal



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBIO
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Comprovante de registro para coleta de material botânico, fúngico e microbiológico

Número: 37931-2	Data da Emissão: 17/01/2013 11:43
Dados do titular	
Nome: Débora da Silva Baidiva	CPF: 023.073.041-85

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, sendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presentes e passadas, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério da Ciência e Tecnologia.
2	A autorização não exclui a necessidade de obter outras anuências, como: I) do proprietário, arrendatário, possessor ou morador quando as atividades forem realizadas em área de domínio privado ou dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso; II) da comunidade indígena envolvida, ouvido o órgão indigenista oficial, quando as atividades de pesquisa forem executadas em terra indígena; III) do Conselho de Defesa Nacional, quando as atividades de pesquisa forem executadas em área indispensável à segurança nacional; IV) da autoridade marítima, quando as atividades de pesquisa forem executadas em águas jurisdicionais brasileiras; V) do Departamento Nacional da Produção Mineral, quando a pesquisa visar à exploração de depósitos fossilíferos ou à extração de espécimes fósseis; VI) do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, dentre outras.
3	O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	É necessário a obtenção de anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como de consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade.
5	Este documento não atinge a coleta de vegetais híbridos, sendo em vista que o Decreto-Lei nº 220/1967 e o Art. 36 da Lei nº 9.805/1998 estabelecem a necessidade de obtenção de autorização para coleta de vegetais híbridos para fins científicos.
6	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.icmbio.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES). Em caso de material consignado, consulte www.icmbio.gov.br/sisbio - menu Exportação.
7	Este documento não é válido para: a) coleta ou transporte de espécies que constem nas listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção; b) recebimento ou envio de material biológico ao exterior; e c) realização de pesquisa em unidade de conservação federal ou em caverna.
8	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/gen .

Taxons autorizados

#	Nível taxonômico	Taxon(s)
1	ESPECIE	Atletia phalerata, Anemopaegma arvense
2	REINO	Plantae

Este documento (Comprovante de registro para coleta de material botânico, fúngico e microbiológico) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBIO na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 54148583



Página 1/1

ANEXO II

Aprovação do Comitê de Ética da Universidade Federal da Grande Dourados



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS - CEUA

Dourados-MS, 5 de fevereiro de 2013

Senhora Pesquisadora:

Kely de Picoli Souza

O Projeto de sua responsabilidade – Protocolo nº. **023/2012** – **CEUA/UFGD** - intitulado "**Avaliação do potencial farmacológico de plantas do Cerrado: folhas de *Anemopaegma arvense* (Vell.) Stellfeld *ex* de Souza (Bignoniaceae) e óleo da amêndoa de *Attalea phalerata* Mart.*ex* Spreng (Arecaceae)**", foi integralmente **APROVADO** e poderá ser conduzido.

Ressaltamos que é de responsabilidade do (a) pesquisador (a) envio de notificação à CEUA sobre o término do projeto.



Felipe de Almeida Borges
Secretário CEUA/UFGD

Felipe de Almeida Borges
Assistente em Administração
SIAPE - 1629833

ANEXO III

Informações sobre a revista Food Chemistry



FOOD CHEMISTRY

AUTHOR INFORMATION PACK

TABLE OF CONTENTS

• Description	p.1
• Audience	p.2
• Impact Factor	p.2
• Abstracting and Indexing	p.2
• Editorial Board	p.2
• Guide for Authors	p.4



DESCRIPTION

Food Chemistry publishes original research papers dealing with the **chemistry** and **biochemistry** of **foods** and **raw materials** covering the entire food chain from 'farm to fork.'

Topics include:

- Chemistry relating to major and minor **components of food**, their nutritional, physiological, sensory, flavour and microbiological aspects;
- **Bioactive constituents** of foods, including antioxidants, phytochemicals, and botanicals. Data must accompany sufficient discussion to demonstrate their relevance to food and/or food chemistry;
- Chemical and biochemical composition and structure changes in molecules induced by processing, distribution and domestic conditions;
- **Effects of processing** on the composition, quality and safety of foods, other bio-based materials, by-products, and processing wastes;
- Chemistry of **food additives, contaminants**, and other agro-chemicals, together with their metabolism, toxicology and food fate.

Analytical Section

Analytical papers related to the microbiological, sensory, nutritional, physiological, authenticity and origin aspects of food. Papers should be primarily concerned with new or novel methods (especially instrumental or rapid) provided adequate validation is described including sufficient data from real samples to demonstrate robustness. Papers dealing with significant improvements to existing methods, or data from application of existing methods to new foods, or commodities produced in unreported geographical areas, will also be considered.

- Methods for the determination of both major and minor components of food especially nutrients and non-nutrient bioactive compounds (with putative health benefits) will be considered.
- Results of method inter-comparison studies and development of food reference materials for use in the assay of food components;
- Methods concerned with the chemical forms in food, nutrient bioavailability and nutritional status;
- General authentication and origin [e.g. Country of Origin Labelling (COOL), Protected Designation of Origin (PDO), Protected Geographical Indication (PGI), Certificate of Specific Character (CSC)] determination of foods (both geographical and production including commodity substitution, and verification of organic, biological and ecological labelling) providing sufficient data from authentic samples should be included to ensure that interpretations are meaningful.

AUDIENCE

Food technologists, scientists and chemists

IMPACT FACTOR

2012: 3.334 © Thomson Reuters Journal Citation Reports 2013

Estrato Qualis para área de Biodiversidade: **A1**

Link para acesso às normas de publicação:

<http://www.elsevier.com/journal/foof-chemistry/0308-8146/guide-for-authors>