

EFEITO DO ÓLEO MICROENCAPSULADO DAS AMÊNDOAS DO BACURI (*ATTALEA PHALERATA* (MART.) EX SPRENG.) E DO EXERCÍCIO AERÓBICO EM PARÂMETROS FÍSICOS E BIOQUÍMICOS DE ANIMAIS

EFFECT OF MICROENCAPSULATED OIL FROM BACURI ALMONDS (*ATTALEA PHALERATA* (MART.) EX SPRENG.) AND AEROBIC EXERCISE ON PHYSICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF ANIMALS

EFFECTO DEL ACEITE MICROENCAPSULADO DE ALMENDRAS BACURI (*ATTALEA PHALERATA* (MART.) EX SPRENG.) Y EL EJERCICIO AERÓBICO SOBRE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y BIOQUÍMICOS DE LOS ANIMALES

 <https://doi.org/10.56238/arev8n3-054>

Data de submissão: 13/02/2026

Data de publicação: 13/03/2026

Iara P. Barbosa

Instituição: Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Fabiane L. F. Z. Sanches

Instituição: Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Alimentos e Nutrição, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
E-mail: fabianelaflor@gmail.com

Lethícia B. Costa

Instituição: Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Mayara P. Vasconcelos

Instituição: Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Matheus P. Macedo

Instituição: Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Alimentos e Nutrição, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Valter A. do Nascimento

Instituição: Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

RESUMO

As amêndoas do fruto bacuri (*Attalea phalerata* (Mart.) ex Spreng.) têm sido alvo de pesquisas por suas propriedades funcionais e presença de compostos bioativos, os quais são melhor conservados pelo processo de microencapsulação. O objetivo deste estudo foi verificar o efeito da utilização do óleo microencapsulado das amêndoas do bacuri (OMB) em parâmetros físicos e bioquímicos de ratos Wistar submetidos ao exercício aeróbico. O perfil lipídico do OMB foi analisado em cromatógrafo a gás. As dietas foram preparadas conforme as especificações da AIN-93 M, com substituição do óleo de soja pelo OMB. Foram utilizados 32 ratos Wistar machos adultos, divididos nos grupos: G1 (C-S): AIN93-M sedentário; G2 (OMB-S): AIN93-M com OMB sedentário; G3 (C-EX): AIN93-M exercitado; e G4 (OMB-EX): AIN93-M com OMB exercitado, e submetidos a treinamento aeróbico em esteira por 8 semanas. Foi verificada a composição corporal dos animais, o consumo alimentar e parâmetros bioquímicos. Os resultados mostram que o OMB é rico em ácidos graxos de cadeia média

(AGCM), que o ganho de peso foi menor no grupo OMB-EX em relação ao grupo C-S ($p<0,05$), o peso da gordura visceral total e o índice de adiposidade visceral foram menores no grupo C-EX em relação ao grupo C-S ($p<0,05$). Os triglicerídeos séricos foram menores nos grupos C-EX e OMB-EX em relação ao OMB-S ($p<0,05$), HDL final do grupo OMB-EX foi maior que o inicial. Em conclusão, destaca-se o efeito sinérgico da utilização do OMB, rico em AGCM, e da prática de exercícios físicos aeróbico na melhoria de parâmetros relacionados a composição corporal e parâmetros bioquímicos de triglicerídeos e HDL.

Palavras-chave: Frutas. Óleos Vegetais. Roedores.

ABSTRACT

The almonds of the bacuri fruit (*Attalea phalerata* (Mart.) ex Spreng.) have been the subject of research due to their functional properties and the presence of bioactive compounds, which are better preserved by the microencapsulation process. The objective of this study was to verify the effect of using microencapsulated bacuri almond oil (OMB) on physical and biochemical parameters of Wistar rats subjected to aerobic exercise. The lipid profile of OMB was analyzed by gas chromatography. The diets were prepared according to the specifications of AIN-93 M, with the replacement of soybean oil by OMB. Thirty-two adult male Wistar rats were used, divided into the following groups: G1 (C-S): AIN93-M sedentary; G2 (OMB-S): AIN93-M with OMB sedentary; G3 (C-EX): AIN93-M exercised; and G4 (OMB-EX): AIN93-M with exercised OMB, and subjected to aerobic treadmill training for 8 weeks. The animals' body composition, food intake, and biochemical parameters were verified. The results show that OMB is rich in medium-chain fatty acids (MCFAs), that weight gain was lower in the OMB-EX group compared to the C-S group ($p<0.05$), total visceral fat weight and visceral adiposity index were lower in the C-EX group compared to the C-S group ($p<0.05$). Serum triglycerides were lower in the C-EX and OMB-EX groups compared to the OMB-S group ($p<0.05$), and the final HDL of the OMB-EX group was higher than the initial HDL. In conclusion, the synergistic effect of using OMB, rich in MCTs, and aerobic exercise in improving parameters related to body composition and biochemical parameters of triglycerides and HDL is highlighted.

Keywords: Fruits. Plant Oils. Rodents.

RESUMEN

Las almendras del fruto de bacuri (*Attalea phalerata* (Mart.) ex Spreng.) han sido objeto de investigación debido a sus propiedades funcionales y a la presencia de compuestos bioactivos, que se conservan mejor mediante el proceso de microencapsulación. El objetivo de este estudio fue verificar el efecto del uso de aceite de almendras de bacuri microencapsulado (OMB) sobre parámetros físicos y bioquímicos de ratas Wistar sometidas a ejercicio aeróbico. El perfil lipídico del OMB se analizó mediante cromatografía de gases. Las dietas se prepararon de acuerdo con las especificaciones de AIN-93 M, con la sustitución del aceite de soja por OMB. Se utilizaron treinta y dos ratas Wistar macho adultas, divididas en los siguientes grupos: G1 (C-S): AIN93-M sedentaria; G2 (OMB-S): AIN93-M con OMB sedentaria; G3 (C-EX): AIN93-M ejercitada; y G4 (OMB-EX): AIN93-M con OMB ejercitada y sometida a entrenamiento aeróbico en cinta rodante durante 8 semanas. Se verificaron la composición corporal, la ingesta de alimento y los parámetros bioquímicos de los animales. Los resultados muestran que la OMB es rica en ácidos grasos de cadena media (AGCM), que la ganancia de peso fue menor en el grupo OMB-EX en comparación con el grupo C-S ($p<0,05$), que el peso total de la grasa visceral y el índice de adiposidad visceral fueron menores en el grupo C-EX en comparación con el grupo C-S ($p<0,05$). Los triglicéridos séricos fueron menores en los grupos C-EX y OMB-EX en comparación con el grupo OMB-S ($p<0,05$), y que el HDL final del grupo OMB-EX fue mayor que el HDL inicial. En conclusión, se destaca el efecto sinérgico del uso de

OMB, rica en MCT, y el ejercicio aeróbico en la mejora de los parámetros relacionados con la composición corporal y los parámetros bioquímicos de triglicéridos y HDL.

Palabras clave: Frutas. Aceites Vegetales. Roedores.

1 INTRODUÇÃO

O fruto bacuri, da espécie *Attalea phalerata* (Mart.) ex Spreng, também chamado de acuri, *mudji* ou uricuri, é uma planta alimentícia nativa encontrada no Brasil, Bolívia, Colômbia, Peru e Paraguai e é uma das palmeiras características dos biomas Pantanal e Cerrado (Bortolotto, Damasceno-Junior & Pott, 2018; Negrelle, 2015).

As amêndoas do bacuri têm sido alvo de pesquisas na área de nutrição esportiva por seu importante conteúdo de lipídios e de proteínas, apresentando, respectivamente, em torno de 70 e 30% desses nutrientes (Lima e Silva et al., 2014). As amêndoas também já foram utilizadas para o desenvolvimento de um suplemento proteico, sendo observada uma boa aceitação por praticantes de atividade física (Semidei et al., 2020). Ramos et al. (2017) verificaram o efeito da suplementação com amêndoas de bacuri na composição corporal de ratos submetidos ao exercício resistido, concluindo que é possível recomendar seu uso como uma fonte vegetal alternativa e de baixo custo, sendo uma opção para atletas e esportistas vegetarianos.

O óleo das amêndoas do fruto teve sua composição de ácidos graxos (AG) estudada por Baldivia et al. (2018), sendo o óleo composto por 64,31% de AG saturados com destaque para o ácido láurico representando 28,87%, por 30,90% de AG monoinsaturados e por 4,79% de AG poliinsaturados. O ácido láurico, assim como o caprílico, cáprico e capróico, são considerados ácidos graxos de cadeia média (AGCM) (Cintra, 2020). Lima et al. (2021), em uma revisão de literatura, reuniram artigos que indicam os benefícios da suplementação com AGCM, como o aumento da atividade oxidativa mitocondrial no músculo, atividade de prevenção da obesidade, controle de diabetes e de doenças cardiovasculares, propriedades que são relevantes para a performance em exercícios físicos.

O óleo das amêndoas do bacuri também já foi estudado pelos efeitos da sua suplementação em ratos Wistar obesos, sendo observado menor ganho de peso, menor depósito de tecido adiposo mesentérico, efeito hipocolesterolêmico e fezes com maior teor de umidade e lipídios, em comparação com o grupo que não recebeu a suplementação. Os autores também destacam o potencial do seu uso como alimento funcional e suplemento nutricional (Baldivia et al., 2018).

A microencapsulação representa uma forma de preservar compostos com efeitos benéficos, como observado no estudo de Oliveira (2019) que verificou que o óleo da castanha-do-Brasil microencapsulado se apresentou mais estável quando comparado ao óleo bruto, demonstrando também a propriedade das microcápsulas de proteção frente a oxidação lipídica. Lima (2014) desenvolveu microcápsulas do óleo da polpa do bacuri, com o objetivo de proteger o óleo da oxidação

lipídica, do escurecimento enzimático, da perda de compostos bioativos e da atividade antioxidante, concluindo que a microencapsulação por coaservação complexa foi efetiva.

Considerando a composição de ácidos graxos do óleo das amêndoas do bacuri e o potencial benefício de sua utilização associada ao exercício aeróbico, o objetivo deste estudo foi verificar o efeito da utilização do óleo microencapsulado das amêndoas do bacuri (*Attalea phalerata* (Mart.) ex Spreng.) em parâmetros físicos e bioquímicos de ratos Wistar submetidos ao exercício aeróbico.

2 METODOLOGIA

2.1 PROCESSAMENTO E MICROENCAPSULAÇÃO

As amêndoas do bacuri foram adquiridas em comércio regional de Mato Grosso do Sul (UFMS), trituradas em triturador de alimentos industrial (Sire cutter®) para obtenção da farinha integral. A obtenção do óleo das amêndoas foi realizada pelo método de extração química a frio com solvente éter de petróleo, posteriormente passando por rotaevaporador e por agitador mecânico para extração completa do solvente (Instituto Adolf Lutz, 2008).

O óleo extraído foi empregado no processo de microencapsulação pelo método de coacervação complexa em meio aquoso (Alvim, 2005) com adaptações de Lima (2014). O processo consistiu na preparação de soluções com a gelatina em pó e a goma arábica em pó, os materiais de parede, e a água destilada: 1,25g de cada pó diluído em 50mL de água. Essas soluções foram homogeneizadas e aquecidas à 50° C, em agitador magnético (Fisaton®), por 3 minutos. Na solução de gelatina, adicionou-se ainda o óleo, deixando por mais 3 minutos. Então, a solução de gelatina + óleo foi agitada, em homogeneizador (Ultraturrax®) por 5 minutos, a uma velocidade de 18 000 rpm, adicionou-se 200mL, foi agitado por mais 5 minutos, adicionou-se a solução de goma arábica, e por fim agitou-se por mais 5 minutos. Por fim, foi feito o ajuste do pH para 4,0, a vedação do recipiente com plástico filme e o acondicionamento em temperaturas de 4-5°C em repouso, para decantação. Depois de um período mínimo de 24 horas, os recipientes foram colocados em temperatura ambiente, foi feita filtragem em peneira tãmis e o precipitado foi armazenado sob congelamento.

2.2 DETERMINAÇÃO DO PERFIL LIPÍDICO DO ÓLEO MICROENCAPSULADO DAS AMÊNDOAS DO BACURI

Foi realizado a partir da transformação dos ácidos graxos em ésteres metílicos de acordo com o método descrito por Hartman e Lago (1973) e modificado por Maia e Rodriguez-Amaya (1993), onde os ésteres foram analisados em um cromatógrafo a gás com detector de ionização de chama

(Shimadzu®). A quantificação foi realizada pela normalização de área, expressando-se o resultado em percentual de área de cada ácido graxo sobre a área total de ácidos graxos (%).

2.3 ELABORAÇÃO E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE DIETAS EXPERIMENTAIS

As dietas experimentais foram preparadas com base nas especificações da AIN-93 M (Reeves, Nielsen & Fahey Jr, 1993), com alteração apenas na composição de lipídios através da substituição do óleo de soja pelo óleo microencapsulado do bacuri (OMB).

A composição centesimal das dietas experimentais foi analisada conforme os métodos descritos pelo Instituto Adolf Lutz (2008). As análises foram realizadas em triplicata para umidade, utilizando estufa a 105°C; de cinzas, utilizando mufla a 550°C; de proteínas, pelo método de micro-Kjeldahl; dos lipídios, pelo método de extração com éter de petróleo em aparelho de Soxhlet; e de carboidratos, por cálculo teórico de diferença. O valor energético total foi calculado conforme Atwater e Bryant (1906), considerando o valor calórico aproximado de 9kcal/g para lipídios e de 4kcal/g para proteínas e carboidratos.

2.4 PROTOCOLO EXPERIMENTAL IN VIVO

Foram utilizados 32 ratos machos da linhagem Wistar, adultos (8 semanas), provenientes do Biotério Central da UFMS. O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais/CEUA da UFMS sob o protocolo nº 1.139/2020. Durante todo o período de experimentação os animais foram mantidos em caixas coletivas (2 a 3 animais por caixa), mantidos sob condições de ciclo de luz controlado e invertido 12h claro, 12h escuro (10:00h às 22:00h), temperatura de 22 ± 1 °C, com ração e água *ad libitum*.

O experimento teve duração total de 9 semanas, com 1 semana de adaptação ambiental e 8 semanas de protocolo com treinamento físico. Durante o período de adaptação ambiental os animais receberam dieta comercial (Nuvilab®), após esse período, os animais foram distribuídos, de forma randomizada pelo peso corporal, nos seguintes grupos: (1) C-S: Grupo controle recebendo dieta AIN93-M sedentário (n=8); (2) OMB-S: Grupo recebendo dieta AIN93-M com Óleo Microencapsulado de Bacuri sedentário (n=8); (3) C-EX: Grupo controle recebendo dieta AIN93-M exercitado (n=8); e (4) OMB-EX: Grupo recebendo Dieta AIN93-M com Óleo Microencapsulado de Bacuri exercitado (n=8).

Para o treinamento, os animais dos grupos C-EX e OMB-EX foram submetidos ao protocolo de corrida com esteira rolante (Bonther®), similar ao do estudo de Oliveira (2009), sendo que antes do início, todos os animais foram submetidos ao período de adaptação ao treino por uma semana, o

qual foi composto por quatro sessões de exercício em dias subsequentes com velocidade constante de 5 m/min e duração de 5, 15, 30 e 45 minutos da primeira até a quarta sessão, respectivamente.

Posteriormente foi iniciado o protocolo experimental que consistiu em 5 sessões de exercícios por semana durante 7 semanas. A velocidade e a duração dos exercícios foram aumentadas progressivamente ao longo das semanas até atingir 20m/s por 60 minutos.

2.5 INGESTÃO ENERGÉTICA E EFICIÊNCIA ALIMENTAR

A ingestão dietética foi monitorada 2 vezes por semana, a partir da diferença entre a quantidade de ração adicionada e a sobra no comedouro, para obtenção das quantidades de rações consumidas. Posteriormente foi realizado cálculo da ingestão de energia (IE) (kcal/dia) e a eficiência alimentar (%), com a utilização das equações propostas por Novelli et al. (2007).

2.6 COMPOSIÇÃO CORPORAL

Avaliada pela medida do comprimento nasoanal, da circunferência torácica (CT) e circunferência abdominal (CA), ao início e ao fim do experimento. O peso corporal foi mensurado semanalmente para o controle do ganho de peso.

Foi calculado também o índice de Lee, conforme a equação proposta por Novelli et al. (2007). Os sítios de gorduras (perirrenal, epididimal e peritoneal) de cada animal foram removidos e pesados em balança semi-analítica (BEL®) após a eutanásia para cálculo do índice de adiposidade visceral (IAV), conforme equação de Nascimento et al. (2011).

Também foram coletados e pesados em balança semi-analítica (BEL®) os órgãos coração, pulmão, fígado, rins, baço, músculo sóleo e músculo gastrocnêmio. O Índice de massa do coração foi calculado pela razão entre o peso do coração (mg) e a massa corporal total (g) dos animais (Mnafigui et al., 2015).

2.7 ANÁLISES BIOQUÍMICAS

Ao início (T0) e ao final do experimento (T1) após a eutanásia foi feita a coleta do sangue (1mL) dos animais, no T0 pela via retro-orbital e no T1 por punção da veia cava inferior. A coleta de sangue foi feita utilizando tubos secos (sem anticoagulantes) e as amostras de sangue foram centrifugadas (Fanem Centrífuga Excelsa ® 3280) à 3.600 rpm por 15 minutos, para obtenção do soro.

O soro congelado em biofreezer (-80°C) foi posteriormente usado para quantificação de glicemia, colesterol total, colesterol HDL, triglicerídeos e proteínas totais por ensaios colorimétricos através de kits da Labtest™, adquiridos no comércio local.

2.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados no software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*, v. 20.0, IBM Co., USA). As variáveis estudadas foram testadas em relação à sua normalidade para escolha dos testes estatísticos mais apropriados, considerando um nível de 5% de significância. Os resultados da composição centesimal foram submetidos a análise pelo Teste t-Student e do experimento *in vivo* foram submetidos à análise de variância ANOVA one-way com pós-teste de Tukey para o confronto das médias e teste t-pareado para comparação das variáveis ao longo do tempo (T0 vs T1).

3 RESULTADOS

3.1 PERFIL LIPÍDICO DO ÓLEO MICROENCAPSULADO DAS AMÊNDOAS DO BACURI

O óleo microencapsulado das amêndoas do bacuri apresenta 6,87% de ácido capróico (C6:0), 4,30% de ácido caprílico (C8:0), 4,58% de ácido cáprico (C10:0), 23,53% de ácido láurico (C12:0), 7,73 % de ácido mirístico (C14:0), 6,82% de ácido palmítico (C16:0), 16,26% de ácido elaídico (C18:1 trans) e 29,89% de ácidos graxos não identificados, conforme disposto na Tabela 1.

Pode-se considerar o OMB rico principalmente em ácidos graxos de cadeia média (40,14%), sendo eles o ácido caprílico, cáprico, láurico e mirístico.

3.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE DIETAS EXPERIMENTAIS

Os dados da composição centesimal das dietas experimentais estão dispostos na Tabela 2. O test t-student mostrou que, em média, a quantidade de lipídios ($p=0,008$) e o valor calórico total ($p=0,005$) foi menor na dieta OMB em relação a dieta AIN-93 M. O test t-student também evidenciou que a quantidade média de carboidratos foi maior na dieta OMB em comparação com a dieta AIN-93 M ($p=0,047$).

3.3 INGESTÃO ENERGÉTICA E EFICIÊNCIA ALIMENTAR

Dois animais do grupo C-S e um animal do grupo C-EX foram a óbito antes do final do experimento, passaram por necropsia e foi identificada como única alteração a presença de cálculos renais.

O consumo de dieta total por animal, a ingestão energética e a eficiência alimentar média de cada grupo foram, respectivamente, de $861,79 \pm 159,11$ g, $5764,15 \pm 1064,23$ kcal e $2,99 \pm 1,90\%$ para C-S; $855,30 \pm 93,36$ g, $5583,55 \pm 609,48$ kcal e $2,13 \pm 0,62\%$ para o OMB-S; $806,86 \pm 40,71$ g, $5396,65 \pm 272,28$ e $2,24 \pm 0,68\%$ para o C-EX e $789,19 \pm 55,54$ g, $5210,71 \pm 362,55$ kcal e $1,80 \pm 0,39\%$ para o OMB-EX. A análise pelo teste ANOVA *one-way* indicou que não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os grupos para ambos parâmetros.

3.4 COMPOSIÇÃO CORPORAL

Os resultados do teste ANOVA *one-way* referentes a comparação de parâmetros da composição corporal entre grupos e os resultados do teste t-pareado referentes a comparação dos parâmetros intragrupo ao longo do experimento estão dispostos na Tabela 3. Na comparação entre os grupos experimentais verificou-se menor ganho de peso no grupo OMB-EX em relação ao grupo C-S ($F(3,25) = 3,113$; $p < 0,05$). Para os demais parâmetros corporais avaliados não houve diferença estatística significativa entre os grupos.

Houve diferença estatística significativa entre os valores médios iniciais e finais do peso, comprimento, CT e CA ($p < 0,05$), para os grupos C-S, OMB-S, C-EX e OMB-EX (Tabela 3), sendo os valores finais superiores.

Os resultados da Tabela 4 demonstraram que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) em nenhum dos sítios de gordura avaliados na comparação entre os grupos experimentais. No entanto, o peso da gordura visceral total foi significativamente menor no grupo C-EX em relação ao C-S ($F(3,25) = 3,407$; $p < 0,05$) e o mesmo perfil foi observado para o IAV% ($F(3,25) = 3,854$; $p < 0,05$). Embora não tenha ocorrido nesses parâmetros supracitados diferença significativa entre os grupos, verificou-se uma tendência de valores numericamente inferiores no grupo OMB-EX em relação ao grupo OMB-S.

Na Tabela 5 estão apresentados os dados referentes a comparação do peso dos órgãos viscerais e dos músculos sóleo e gastrocnêmio entre os grupos experimentais.

O peso do coração foi maior no grupo C-S em relação ao grupo OMB-EX ($F(3,25) = 3,012$; $p = 0,05$) e o peso do pulmão do grupo C-S foi maior em relação ao grupo OMB-S e OMB-EX ($F(3,25) = 4,405$; $p = 0,05$), sem diferença estatística significativa para os demais órgãos (Tabela 5). Para o Índice de massa do coração não houve diferença estatística significativa entre os grupos.

3.5 ANÁLISES BIOQUÍMICAS

Os resultados dos testes estatísticos referentes a comparação de parâmetros bioquímicos entre grupos e referentes a comparação de parâmetros intragrupo entre o início e o final do experimento estão dispostos na Tabela 6.

O teste ANOVA *one-way* mostrou que não houve diferença estatística significativa entre os grupos experimentais para nenhum parâmetro bioquímico, exceto para os triglicerídeos séricos finais ($F(3,25) = 5,962$; $p < 0,005$), onde os grupos C-EX e OMB-EX apresentaram valores menores quando comparados com o grupo OMB-S.

Por outro lado, o teste t-pareado mostrou que, em média, os valores de glicose e proteínas totais foram maiores ao final do experimento do que ao início, para todos os grupos experimentais ($p < 0,05$). Essa diferença significativa na comparação entre valores médios iniciais e finais também ocorreu para o HDL do grupo OMB-EX ($p = 0,026$), para o colesterol não HDL dos grupos C-S ($p = 0,001$), OMB-S ($p = 0,002$) e C-EX ($p = 0,025$) e para os TG dos grupos OMB-S ($p = 0,003$) e C-EX ($p = 0,021$), sendo que os valores de HDL e TG aumentaram e o Não-HDL diminuiu ao final do experimento.

4 DISCUSSÃO

As propriedades dos AGCM presentes no bacuri e os benefícios do exercício aeróbico e da microencapsulação já são bem definidos, mas os efeitos fisiológicos do OMB ainda precisam ser elucidados, assim, conforme o objetivo deste estudo, verificou-se que a utilização do OMB associada ao exercício alterou positivamente parâmetros de composição corporal e bioquímicos de ratos Wistar.

Foi observado que no grupo C-S o ganho de peso foi maior em relação ao grupo OMB-EX. Também foi observado que o peso da gordura visceral total e o índice de adiposidade visceral foram maiores no C-S em relação ao grupo C-EX, ao mesmo tempo que não houve diferença no consumo e eficiência alimentar entre os grupos. Isso elucidou a proteção do exercício aeróbico no ganho de peso e no acúmulo de gordura corporal, algo que é bem estabelecido na literatura (Armstrong et al., 2022; Celik & Yildiz, 2020). Ademais indica que a substituição do óleo de soja pelo OMB na composição das rações não alterou a deposição de gordura visceral nos animais, pode-se especular que tal resultado se relaciona a composição centesimal, já que tanto no OMB como no óleo de soja há presença de AG insaturados (Fonseca & Gutierrez, 1974). Os AG monoinsaturados, pela característica da cadeia de carbonos da molécula, são absorvidos de forma a gerar quilomícrons maiores, que são menos aterogênicos, causam menor lipemia pós-prandial, menores valores de

triglicerídeos séricos e aumento da taxa de oxidação de gordura (DiNicolantonio & O'Keefe, 2018), contribuindo para o menor ganho de peso.

Além dos AG insaturados, o OMB apresenta AG saturados, principalmente AGCM e assim como observado por Baldivia et al. (2018), a presença dos ácidos láuricos, oleico e linoleico é o que acredita-se ser o motivo da redução da massa corporal e do TA mesentérico em ratos que receberam o óleo bruto da amêndoa do bacuri, como também observado no estudo de Nagao e Yanagita (2010), onde a suplementação de triglicerídeos de cadeia média levou a diminuição do depósito de lipídios, pelo aumento da termogênese e da oxidação lipídica.

Em animais que já estavam com hiperlipidemia, como no estudo de Baldivia et al. (2018) e de Alvaro e Quispe (2023), a administração do óleo bruto das amêndoas do bacuri teve um efeito hipolipidêmico, com menores valores de colesterol e de triglicerídeos. Em animais saudáveis, neste estudo, foi observado apenas que o grupo C-EX e o grupo OMB-EX apresentaram menores valores séricos de triglicerídeos em relação ao grupo OMB-S, indicando que somente o exercício pode ter sido responsável por esse efeito.

Em relação aos órgãos, foi observado que peso do coração foi maior no grupo C-S em relação ao grupo OMB-EX, apesar de o peso do coração em relação ao peso corporal total dos animais não ter diferido entre os grupos. O menor peso do coração em ratos exercitados, em comparação com ratos sedentários, também foi observado no estudo de Seo et al. (2020). O peso do pulmão do grupo OMB-S e OMB-EX, grupos cuja dieta continha OMB, foi menor em relação ao grupo C-S. No estudo de Roh et al. (2020), desenvolvido com ratos envelhecidos que praticavam exercício físico aeróbico, foi observado que o pulmão de animais exercitados foi menor que de animais sedentários. Sabe-se que o exercício aeróbico promove a recuperação e melhoria de diversas funções cardiovasculares, incluindo uma hipertrofia cardíaca fisiológica, formação de novos vasos sanguíneos e redução da pressão arterial (Fernandes et al., 2015), além de melhorar as funções pulmonares, levando a um aumento da capacidade aeróbica (Mahotra et al., 2016) tais benefícios podem estar envolvidos nos resultados encontrados, porém análises mais específicas seriam necessárias para compreender em detalhes a relação entre o OMB, o exercício aeróbico e parâmetros cardiovasculares e pulmonares.

5 CONCLUSÃO

Os autores destacam o possível efeito sinérgico da utilização do OMB e da prática de exercício físico aeróbico na melhoria de parâmetros relacionados a composição corporal, evidenciado pela redução no ganho de peso corporal, no peso da gordura visceral, no índice de adiposidade, e a parâmetros bioquímicos, com redução nos índices de triglicerídeos e aumento do HDL colesterol. O

que indica também o potencial de utilização e comercialização de um fruto nativo amplamente disponível no estado de Mato Grosso do Sul e além disso, no âmbito social e cultural, representa uma forma de valorizar a bioeconomia e fortalecer hábitos alimentares regionais.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the scholarship provided from the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) to the first author.

CONFLICT OF INTEREST

In this study there were no conflicts of interest.

REFERÊNCIAS

- Alvarado, F., & Quispe, E. (2023). Efecto hipolipemiante e hipoglicemiante del aceite de la semilla de *Attalea phalerata* Mart. ex Spreng. “shapaja” en ratones albinos. [Unpublished master's thesis]. Universidad Nacional Mayor de San Marco.
- Alvim, I. D. (2005). Produção e caracterização de micropartículas obtidas por spray drying e coacervação complexa e seu uso para alimentação de larvas de peixes. [Unpublished master's thesis]. Universidade Estadual de Campinas.
- Armstrong, A., Rodriguez, K. J., Sabag, A., Mavros, Y., Parker, H. M., Keating, S. E., & Johnson, N. A. Effect of aerobic exercise on waist circumference in adults with overweight or obesity: A systematic review and meta-analysis. (2022). *Obesity Reviews*, 23(8), Article e13446. 10.1111/obr.13446
- Atwater, W. O., & Bryant, A. P. (1906). The chemical composition of American food materials. US Government Printing Office, 28.
https://www.ars.usda.gov/ARSTUserFiles/80400530/pdf/hist/oes_1906_bul_28re.pdf
- Baldivia, D. S., Sanjinez-Argandoña, E. J., Antunes, K. A., Moraes, I. C. F., Santos, E. L., & Souza, K. P. (2018). The Chemical Composition and Metabolic Effects of *Attalea phalerata* Nut Oil in Hyperlipidemic Rats Induced by a High-Fructose Diet. *Molecules*, 23(4), 960.
<https://doi.org/10.3390/molecules23040960>
- Bortolotto, I. M., Damasceno-Junior G. A., & Pott, A. (2018). Lista preliminar das plantas alimentícias nativas de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Ilheringia*, 73, 101-116. 10.21826/2446-8231201873s101
- Celik, O., & Yildiz, B. O. Obesity and physical exercise. (2020). *Minerva Endocrinology*, 46(2), 131-144. 10.23736/s2724-6507.20.03361-1
- Cintra, E. D. (2020). Biodisponibilidade de lipídios. In Cozzolino, S. M. F. (Org.), *Biodisponibilidade de Nutrientes* (pp. 131-146). Manole.
- DiNicolantonio, J. J., & O’Keefe, J. H. Effects of dietary fats on blood lipids: a review of direct comparison trials. (2018). *Open Heart*, 5(2), Article e000871. <http://dx.doi.org/10.1136/openhrt-2018-000871>
- Fernandes, T., Baraúna, V. G., Negrão, C. E., Phillips, M. I., & Oliveira, E. M. (2015). Aerobic exercise training promotes physiological cardiac remodeling involving a set of microRNAs. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 309(4), H543-H552. 10.1152/ajpheart.00899.2014
- Fonseca, H., & Gutierrez, L. E. Composição em ácidos graxos de óleos vegetais e gorduras animais. (1974). *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, 31, 485-490.
<https://doi.org/10.1590/S0071-12761974000100038>
- Hartman, L., & Lago, R. C. (1973). Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Laboratory practice*, 22(6). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4727126/>

Instituto Adolf Lutz. (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Instituto Adolf Lutz.

Lima e Silva, M. C. B., Hiane, P. A., Braga-Neto, J. A., & Macedo, M. L. R. (2014). Proteins of Bacuri almonds - Nutritional value and in vivo digestibility. *Food Science and Technology*, 34(1), 55-61. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612014000100008>

Lima, F. F. (2014). Microencapsulação do óleo de bacuri por coacervação complexa: obtenção, caracterização e avaliação biológica. [Unpublished master's thesis]. Universidade Federal da Grande Dourados.

Lima, R. R., Gomes, E. R., Stephani R., Perrone, I. T., Carvalho, A. F., & Oliveira, L. F. C. (2021). Nutritional and technological aspects of vegetable oils that stand out for the prevalence of medium-chain triacylglycerides: A review. *Research, Society and Development*, 10(7), Article e43710716667. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16667>

Maia, E., & Rodriguez-Amaya, D. B. (1993). Evaluation of a simple and inexpensive method for the methylation of fatty acid with lipids of various fish species. *Instituto Adolf Lutz*, 53(1-2), 27-35. <https://doi.org/10.53393/rial.1993.v53.35982>

Mahotra, N. B., Amatya, T. M., Rana, B. S. J. B., Banstola, D. Effects of exercise on pulmonary function tests: A comparative study between athletes and non-athletes in Nepalese settings. (2016). *Journal of Chitwan Medical College*, 6(15), 21-23. <https://nepjol.info/index.php/JCMC/article/view/16575>

Nagao, K., & Yanagita, T. Medium-chain fatty acids: Functional lipids for the prevention and treatment of the metabolic syndrome. (2010). *Pharmacological Research*, 61(3), 208-212. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2009.11.007>

Nascimento, A. F., Luvizotto, R. A., Leopoldo, A. S., Lima-Leopoldo, A. P., Seiva, F. R., Justulin Jr, L. A., Silva, M. D. P., Okoshi, K., Wang, X. D., & Cicogna, A. C. (2011). Long-term high-fat diet-induced obesity decreases the cardiac leptin receptor without apparent lipotoxicity. *Life sciences*, 88(23-24), 1031-1038.

Negrelle, R. R. B. (2015). *Attalea phalerata* Mart. Ex Spreng.: Aspectos Botânicos, Ecológicos, Etnobotânicos e Agronômicos. *Ciência Florestal*, 25(4), 1061-1066. <https://doi.org/10.5902/1980509820669>

Novelli, E. L. B., Diniz, Y. S., Galhardi, C. M., Ebaid, G. M. X., Rodrigues, H. G., Mani, F., Fernandes, A. A. H., Cicogna, A. C., & Novelli Filho, J. L. (2007). Anthropometrical parameters and markers of obesity in rats. *Laboratory animals*, 41(1), 111-119. <https://doi.org/10.1258/002367707779399518>

Oliveira, M. D. (2009). Influência do exercício físico sobre alguns marcadores hematológicos e bioquímicos em ratos Wistar. [Unpublished Doctoral Dissertation]. Universidade Federal de Sergipe.

Oliveira, T. S. (2019). Microencapsulação e estabilidade oxidativa do óleo de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) com concentrados proteicos vegetais. [Unpublished Doctoral Dissertation]. Universidade Federal do Amazonas.

Ramos, M. L. M., Rodrigues, G. C. G., Soares, W. R. G., Hiane, P. A., Ramos, M. I. L., Almeida, J. A., & Sanches, F. L. F. Z. (2017). Suplementação com amêndoa de bacuri na composição corporal de ratos submetidos ao exercício. *Revista Brasileira de Medicina do Esportiva*, 23(4), 294-299. <https://doi.org/10.1590/1517-869220172304172947>

Reeves, P. G., Nielsen, F. H., & Fahey Jr, G. C. (1993). AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *The Journal of Nutrition*, 123(11), 1939-1951. <https://doi.org/10.1093/jn/123.11.1939>

Roh, J. D., Houstis, N., Yu, A., Chang, B., Yeri, A., Li, H., Hobson, R., Lerchenmuller, C., Vujic, A., Chaudhari, V., Damilano, F., Platt, C., Zlotoff, D., Lee, R. T., Shah, R., Jerosch-Herold, M. & Rosenzweig, A. (2020). Exercise training reverses cardiac aging phenotypes associated with heart failure with preserved ejection fraction in male mice. *Aging Cell*, 19(6), Article e13159. <https://doi.org/10.1111/acel.13159>

Semidei, R., Cunha, F. C. C., Souza, R. S., Macedo, M. L. R., Hiane, P. A., Rafacho, B. P. M., & Sanches, F. L. F. Z. (2020). Protein supplement obtained from almonds of bacuri fruit (*Attalea phalerata* Mart. Ex Spreng.): elaboration, nutritional characterization and sensory acceptability. *Internacional Journal for Innovation Education and Research*, 8(1), 232-247. <https://doi.org/10.31686/ijer.Vol8.Iss01.2155>

Seo, D. Y., Bae, J. H., Kim, T. N., Kwak, H. B., Kha, P. T., & Han, J. (2020). Exercise-induced circulating irisin level is correlated with improved cardiac function in rats. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), Article 3863. <https://doi.org/10.3390/ijerph17113863>

Verboven, M., Cuypers, A., Deluyker, D., Lambrichts, I., Eijnde, B. O., Hansen, D., & Bito, V. (2019). High intensity training improves cardiac function in healthy rats. *Scientific reports*, 9(1), Article 5612. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42023-1>

ANEXOS

Tabela 1. Perfil lipídico do óleo microencapsulado da amêndoas do bacuri em mg/g e em percentual

Ácidos graxos	Valores	
	mg/g	%
Ácido hexanóico/capróico C6:0	68,70	6,87
Ácido octanóico/caprílico C8:0	43,04	4,30
Ácido decanóico/cáprico C10:0	45,79	4,58
Ácido dodecanóico/laúrico C12:0	235,32	23,53
Ácido tetradecanóico/mirístico C14:0	77,35	7,73
Ácido hexadecanóico/palmitico C16:0	68,25	6,82
Ácido eláidico C18:1n9t	162,61	16,26
NI	298,94	29,89

NI: Não identificados.

Fonte: Autores.

Tabela 2. Composição centesimal das dietas experimentais e percentual de macronutrientes em relação ao valor calórico total

Parâmetros	Dieta AIN-93 M	% do VCT*	Dieta OMB	% do VCT*	Valor de p†
Umidade (g)	9,32±0,08	-	9,44±0,10	-	0,166
Cinzas (g)	2,85±0,12	-	2,80±0,02	-	0,499
Lipídios (g)	3,31±0,29 ^a	8,10	1,61±0,54 ^b	4,03	0,008
Proteínas (g)	10,84±1,00	11,78	10,51±0,13	11,71	0,601
Carboidratos (g)**	73,68±1,02 ^b	80,12	75,64±0,62 ^a	84,26	0,047
VCT (kcal/100g)	367,87±1,42 ^a	-	359,05±2,26 ^b	-	0,005

Média±DP. *% VCT: Percentual do Valor Calórico Total. ** Calculados por diferença. † Teste t-student. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as dietas.

Fonte: Autores.

Tabela 3. Comparação entre grupos experimentais e comparação entre início e final do experimento em relação aos parâmetros da composição corporal

Parâmetros	Grupos				p-valor*
	G1 (C-S)	G2 (OMB-S)	G3 (C-EX)	G4 (OMB-EX)	
Peso inicial (g)	196,07±7,56	191,11±5,28	189,70±7,07	187,70±6,06	0,837
Peso final (g)	288,17±15,57	251,75±11,84	258,71±15,03	235,00±12,48	0,084
p-valor †	0,0001	0,0001	0,003	0,001	
Ganho de peso (g)	92,10±11,43 ^a	60,64±7,91 ^{ab}	69,01±14,12 ^{ab}	47,30±7,78 ^b	0,044
Comprimento inicial (cm)	19,48±0,17	19,62±0,28	19,53±0,34	19,60±0,27	0,984
Comprimento final (cm)	23,52±0,43	22,44±0,41	22,64±0,25	22,56±0,26	0,170
p-valor †	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	
CT inicial (cm)	10,51±0,24	10,26±0,17	10,24±0,18	10,46±0,26	0,759
CT final (cm)	13,90±0,26	13,05±0,22	13,10±0,49	12,94±0,32	0,236
p-valor †	0,0001	0,0001	0,001	0,0001	
CA inicial (cm)	11,90±0,52	11,40±0,22	11,00±0,26	11,37±0,31	0,345
CA final (cm)	14,83±0,21	14,14±0,29	14,07±0,41	14,06±0,38	0,401
p-valor †	0,0001	0,0001	0,0001	0,001	
Índice Lee inicial (g/cm)	0,59±0,12	0,70±0,01	0,70±0,00	0,70±0,00	0,255
Índice Lee final (g/cm)	0,72±0,01	0,70±0,01	0,71±0,01	0,68±0,01	0,087
p-valor †	0,843	0,899	0,874	0,080	

Média ± EPM (Erro Padrão da Média). C-S = dieta controle sedentário; OMB-S = dieta com óleo microencapsulado de bacuri sedentário; C-EX = dieta controle exercitado; OMB-EX = dieta com óleo microencapsulado de bacuri exercitado; CT = Circunferência torácica; CA = Circunferência abdominal. *Teste de variância ANOVA one-way. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os grupos pelo pós-teste de Tukey a 5% de probabilidade. † Teste t-pareado comparando valores iniciais e finais.

Fonte: Autores.

Tabela 4. Comparação do peso dos sítios de gordura, gordura visceral total e ao Índice de Adiposidade Visceral (IAV) dos grupos experimentais

Sítios de gordura	Grupos				p-valor*
	G1 (C-S)	G2 (OMB-S)	G3 (C-EX)	G4 (OMB-EX)	
Epididimal (g)	3,79±0,33	2,92±0,21	2,54±0,35	2,70±0,38	0,075
Perirrenal (g)	0,68±0,12	0,57±0,08	0,37±0,06	0,53±0,06	0,082
Peritoneal (g)	2,23±0,42	1,87±0,29	1,16±0,27	1,10±0,28	0,052
Gordura visceral total (g)	6,70±0,76 ^a	5,36±0,45 ^{ab}	4,06±0,62 ^b	4,33±0,65 ^{ab}	0,033
IAV (%)	2,29±0,16 ^a	2,11±0,14 ^{ab}	1,52±0,18 ^b	1,80±0,18 ^{ab}	0,021

Os resultados estão apresentados em média±erro padrão da média. C-S = dieta controle sedentário; OMB-S = dieta com óleo microencapsulado de bacuri sedentário; C-EX = dieta controle exercitado; OMB-EX = dieta com óleo microencapsulado de bacuri exercitado; IAV%: índice de adiposidade visceral. *Teste de variância ANOVA one-way. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os grupos pelo pós-teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores.

Tabela 5. Peso dos órgãos viscerais e músculos sóleo e gastrocnêmio dos grupos experimentais

Órgãos	G1 (C-S)	G2 (OMB-S)	G3 (C-EX)	G4 (OMB-EX)	p-valor*
Coração (g)	0,77±0,04 ^a	0,71±0,03 ^{ab}	0,73±0,04 ^{ab}	0,63±0,03 ^b	0,049
Índice de massa do coração	0,27±0,01	0,28±0,01	0,28±0,01	0,27±0,01	0,301
Pulmão (g)	1,31±0,06 ^a	1,12±0,5 ^b	1,17±0,04 ^{ab}	1,07±0,04 ^b	0,013
Fígado (g)	8,47±0,34	7,76±0,27	7,63±0,46	6,87±0,42	0,060
Rim direito (g)	1,21±0,04	1,12±0,04	1,11±0,06	1,04±0,04	0,092
Rim esquerdo (g)	1,20±0,04	1,16±0,09	1,09±0,05	1,05±0,03	0,333
Baço (g)	0,50±0,01	0,46±0,03	0,45±0,03	0,44±0,02	0,312
Músculo sóleo (g)	0,13±0,01	0,12±0,01	0,13±0,01	0,11±0,01	0,226
Músculo gastrocnêmio (g)	1,98±0,14	1,76±0,08	1,77±0,09	1,59±0,08	0,059

Os resultados estão apresentados em média±erro padrão da média. C-S = dieta controle sedentário; OMB-S = dieta com óleo microencapsulado de bacuri sedentário; C-EX = dieta controle exercitado; OMB-EX = dieta com óleo microencapsulado de bacuri exercitado. *Teste de variância ANOVA one-way. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os grupos pelo pós-teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores.

Tabela 6. Comparação entre grupos experimentais e comparação entre início e final do experimento em relação a parâmetros bioquímicos

Parâmetros (mg/dL)	G1 (C-S)	G2 (OMB-S)	G3 (C-EX)	G4 (OMB-EX)	p-valor*
Glicose inicial	110,92±7,34	103,75±6,27	99,53±3,51	99,92±7,10	0,604
Glicose final	242,55±35,61	201,02±7,58	196,94±8,76	209,76±3,16	0,236
p-valor†	0,020	0,0001	0,001	0,0001	
Colesterol inicial	104,93±3,64	105,47±5,62	103,89±3,50	99,81±2,03	0,728
Colesterol final	92,45±3,28	95,55±7,47	90,34±6,25	106,64±8,04	0,352
p-valor†	0,072	0,127	0,136	0,436	
HDL inicial	53,40±2,31	54,96±3,70	50,96±2,00	48,47±1,83	0,321
HDL final	61,30±2,57	58,04±3,90	56,81±2,86	59,62±4,31	0,856
p-valor†	0,087	0,517	0,142	0,026	
Colesterol não HDL inicial	51,53±1,91	50,51±3,61	52,93±2,74	51,34±2,60	0,947
Colesterol não HDL final	31,15±2,27	37,51±3,89	33,53±5,03	47,01±6,81	0,153
p-valor†	0,001	0,002	0,025	0,500	
Triglicerídeos inicial	66,97±8,88	67,61±5,77	66,84±2,42	68,75±2,56	0,993
Triglicerídeos final	97,65±7,67 ^{ab}	113,89±11,38 ^a	72,56±6,35 ^b	77,80±3,75 ^b	0,003
p-valor†	0,057	0,003	0,021	0,060	
Proteínas totais inicial	6,35±0,08	6,14±0,13	6,23±0,17	6,14±0,12	0,674
Proteínas totais final	6,98±0,13	7,25±0,34	7,31±0,35	7,50±0,38	0,768
p-valor†	0,006	0,032	0,021	0,009	

C-S: dieta controle sedentário; OMB-S: dieta com óleo microencapsulado de bacuri sedentário; C-EX: dieta controle exercitado; OMB-EX: dieta com óleo microencapsulado de bacuri exercitado. Os resultados estão apresentados em média±erro padrão da média. * Teste de variância ANOVA one-way. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os grupos pelo pós-teste de Tukey a 5% de probabilidade. † Teste t-pareado comparando valores iniciais e finais.

Fonte: Autores.