CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA, PROTEICA E ANTIOXIDANTE DE OLEOSSOMOS EXTRAÍDOS DA SEMENTE DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes)*

Hermanny Matos Silva Sousa[1*], Gabriela Fonsêca Leal[1], Matheus de Souza Cruz[1], Mateus Vinícius Carvalho Simões[1], Daniele do Carmo Costa[1], Fabiana Queiroz[1]

[1]Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil (hermanny_97@hotmail.com)

Resumo: Este estudo avaliou oleossomos extraídos da semente de pupunha (Bactris gasipaes) quanto ao rendimento, proteínas, propriedades térmicas, fenólicos e atividade antioxidante. A extração apresentou rendimento de 14%. Os oleossomos exibiram 1,05 mg/mL de proteínas, 297 mg EAG/100 g de fenólicos, 27% de DPPH, 31% de ABTS e pico principal de fusão em 46,57 °C, indicando potencial tecnológico e funcional.

Palavras-chave: Corpos lipídicos; Compostos fenólicos; Capacidade antioxidante; Calorimetria Diferencial.

INTRODUÇÃO

A pupunha (*Bactris gasipaes*) é uma palmeira de origem amazônica amplamente reconhecida por seu potencial nutricional, tecnológico e funcional. Seus frutos apresentam relevância alimentar em diferentes regiões tropicais, sendo tradicionalmente consumidos após cocção e também utilizados como matéria-prima para produtos derivados. Embora a polpa seja a fração mais explorada, o aproveitamento integral do fruto tem despertado crescente interesse científico, especialmente pela possibilidade de valorização de frações ainda subutilizadas, como casca e sementes, dentro de uma perspectiva de sustentabilidade e redução de resíduos agroindustriais (Costa et al., 2022; Sousa et al., 2025; Sousa et al., 2026).

Estudos recentes têm demonstrado que a pupunha apresenta composição química relevante e potencial bioativo, incluindo compostos antioxidantes, lipídios, minerais e outros constituintes de interesse para aplicações alimentícias e biotecnológicas (Sousa et al., 2025; Sousa et al., 2026). Nesse contexto, a semente de pupunha merece destaque por ainda ser pouco investigada quando comparada à polpa, apesar de representar uma fração com potencial para obtenção de ingredientes de maior valor agregado. A exploração dessa matriz pode contribuir para ampliar o uso tecnológico do fruto, favorecendo o desenvolvimento de processos voltados ao aproveitamento integral da pupunha e à obtenção de ingredientes naturais com propriedades funcionais.

Entre as estruturas de interesse presentes em sementes oleaginosas, destacam-se os oleossomos, também denominados corpos lipídicos ou corpos de óleo. Essas estruturas são organelas naturais responsáveis pelo armazenamento de lipídios em células vegetais, especialmente em sementes, sendo compostas por um núcleo hidrofóbico rico em triacilgliceróis envolto por uma monocamada de fosfolipídios associada a proteínas interfaciais, como oleosinas, caleosinas e estereoleosinas (Huang, 2018; Nikiforidis, 2019; Board et al., 2022). Essa arquitetura confere elevada estabilidade física às gotículas lipídicas, reduzindo fenômenos de coalescência e permitindo que os oleossomos se comportem como emulsões naturais previamente organizadas pela própria matriz vegetal (Nikiforidis, 2019; Abdullah et al., 2020).

O interesse por oleossomos tem aumentado devido ao seu potencial como ingredientes naturais em alimentos, sistemas emulsificados, carreadores de compostos lipofílicos e alternativas tecnológicas para formulações com menor uso de emulsificantes sintéticos (Nikiforidis et al., 2014; Romero-Guzmán et al., 2020; Abdullah et al., 2020). Além de sua estrutura lipídica, os oleossomos podem apresentar compostos bioativos associados à fração oleosa ou à interface, como proteínas, fosfolipídios, tocoferóis, carotenoides e compostos fenólicos, dependendo da espécie vegetal, da composição da semente e das condições de extração (Huang, 2018; Board et al., 2022; Abdullah et al., 2020). Dessa forma, sua caracterização físico-química e funcional é essencial para compreender seu potencial de aplicação em matrizes alimentícias.

A determinação do teor de proteínas associadas aos oleossomos é particularmente relevante, uma vez que essas biomoléculas participam da estabilização interfacial e influenciam diretamente a estabilidade coloidal dessas estruturas. Do mesmo modo, a quantificação de compostos fenólicos e a avaliação da capacidade antioxidante permitem estimar o potencial

funcional dos oleossomos e sua possível contribuição para a proteção da fração lipídica contra processos oxidativos. Adicionalmente, a calorimetria exploratória diferencial permite caracterizar eventos de fusão e cristalização da fração lipídica, fornecendo informações sobre o comportamento térmico dos oleossomos frente a condições de processamento, armazenamento e aplicação em alimentos.

Diante disso, este trabalho teve como objetivo extrair oleossomos da semente de pupunha e caracterizá-los quanto ao rendimento de extração, teor de proteínas, compostos fenólicos totais, capacidade antioxidante e propriedades térmicas. O estudo busca contribuir para a valorização da semente de pupunha como fonte alternativa de estruturas lipídicas naturais, com potencial aplicação tecnológica e funcional em alimentos.

MATERIAL E MÉTODOS

Frutos maduros de pupunha (Bactris gasipaes Kunth), íntegros e sem danos físicos aparentes, foram utilizados como matéria-prima para a obtenção dos oleossomos. Inicialmente, os frutos foram sanitizados em solução clorada a 100 ppm por 15 min. Em seguida, as sementes foram separadas manualmente das demais frações do fruto com auxílio de faca de aço inoxidável. As sementes foram secas em estufa com circulação de ar a 45 °C (TE-394/I, TECNAL, Brasil), trituradas em moinho de facas (TE-650, TECNAL, Brasil) e posteriormente peneiradas até a obtenção de partículas com granulometria aproximada de 1,00 mm. As amostras secas foram acondicionadas em embalagens de polietileno de baixa densidade e armazenadas a −18 ± 2 °C até a realização das análises.

Os oleossomos foram extraídos da semente de pupunha de acordo com metodologias previamente descritas para a obtenção de corpos lipídicos vegetais, com adaptações (Adams et al., 2012; Qi et al., 2017; Ding et al., 2019). As amostras trituradas foram dispersas em solução aquosa contendo sacarose 0,4 M e NaCl 0,5 M, com pH ajustado para 7,5, na proporção de 1:7 (m/v). A mistura foi homogeneizada em Ultra-Turrax (T18, IKA, Alemanha) a 7000 rpm por 2 min.

A suspensão obtida foi filtrada em peneira granulométrica de 250 µm, separando-se o extrato filtrado dos resíduos sólidos retidos. O extrato filtrado foi transferido para tubos Falcon de 50 mL e centrifugado a 7200 × g por 20 min a 20 °C. Após a centrifugação, a camada cremosa superficial, rica em oleossomos, foi cuidadosamente coletada com auxílio de espátula e filtrada em papel de filtro qualitativo. Para aumentar a pureza da fração oleossômica, o creme obtido foi redisperso na mesma solução tampão, na proporção de 1:5 (m/m), seguido de nova centrifugação a 7200 × g por 20 min a 4 °C. A fração cremosa final foi coletada e armazenada sob refrigeração até as análises posteriores.

O rendimento de extração dos oleossomos foi determinado com base na relação entre a massa de oleossomos obtida após o processo de extração e a massa inicial de amostra utilizada, sendo os resultados expressos em porcentagem. O rendimento foi calculado conforme a Equação 1:

$$Rendimento\ (\%) = \left(\frac{MO}{MI}\right) x100 \quad (1)$$

Onde que (MO) corresponde à massa de oleossomos obtida após a extração e (MI) à massa inicial de semente de pupunha utilizada no processo.

Para a avaliação dos compostos fenólicos totais e da capacidade antioxidante, 5g dos oleossomos foi misturada com 80 mL de etanol 80%. A mistura foi submetida à sonicação em banho ultrassônico (40 kHz, 1000 W, SolidSteel®, São Paulo, Brasil), a 45 °C por 30 min. Posteriormente, os extratos foram mantidos sob agitação a 45 °C por 60 min em incubadora refrigerada (MA 830/A, Marconi, São Paulo, Brasil). Após esse período, os extratos foram filtrados em papel Whatman nº 5, transferidos para frascos âmbar e armazenados a −18 °C até a realização das análises.

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Singleton e Rossi (1965), com adaptações para microplaca. Para a reação, foram adicionados 25 µL do reagente Folin-Ciocalteu 2,0 N, 200 µL de água ultrapura e 25 µL do extrato. Após 5 min de reação, foram adicionados 25 µL de solução de carbonato de sódio a 10%. A mistura foi mantida ao abrigo da luz, em temperatura ambiente, por 2 h. A absorbância foi medida a 725 nm em leitor de microplacas (Biochrom EZ Read 2000). Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico por 100 g de amostra (mg EAG/100 g).

A capacidade antioxidante dos extratos foi avaliada pelos métodos DPPH e ABTS. A atividade sequestrante do radical estável 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) foi determinada conforme descrito por Cheng e Moore (2006), enquanto o ensaio de descoloração do radical cátion ABTS foi realizado de acordo com Rufino et al. (2007). Os resultados foram expressos como percentual de sequestro de radicais livres (%SRL), calculado conforme a Equação 2:

$$SRL\ (\%) = \left(\frac{ABS\ Controle - ABS\ Amostra}{ABS\ controle}\right) x100 \quad (2)$$

Onde que (ABS controle) corresponde à absorbância da solução controle e (ABS amostra) à absorbância da amostra após reação com o radical.

O teor de proteínas dos oleossomos foi determinado pelo método de Bradford, utilizando albumina sérica

bovina como padrão de calibração (Bradford, 1976; Schwager et al., 2015). Alíquotas das amostras foram adicionadas ao reagente de Bradford e mantidas em repouso para desenvolvimento da coloração. A absorbância foi medida em leitor de microplacas a 595 nm. Os resultados foram expressos em mg de proteína por mL de amostra (mg/mL).

As propriedades térmicas dos oleossomos foram avaliadas por calorimetria exploratória diferencial. Para isso, aproximadamente 6,435 mg de amostra foram pesados em cadinhos de alumínio de 40 µL, posteriormente selados e inseridos no sensor do equipamento DSC 3 StarE® System (Mettler-Toledo, Greifensee, Suíça). Um cadinho vazio foi utilizado como referência. As amostras foram submetidas ao seguinte programa térmico: manutenção a 20 °C por 3 min; aquecimento de 20 a 80 °C a 5 °C/min; manutenção a 80 °C por 3 min; resfriamento de 80 a −50 °C a −5 °C/min; manutenção a −50 °C por 3 min; e novo aquecimento de −50 a 80 °C a 5 °C/min. As análises foram realizadas sob fluxo de nitrogênio, a fim de minimizar processos oxidativos. As temperaturas de início, pico e fim dos eventos térmicos, bem como as entalpias de transição, foram obtidas a partir dos termogramas.

Os resultados foram expressos como média ± desvio-padrão. As análises foram realizadas em triplicata. Considerando que o estudo avaliou apenas uma amostra de oleossomos extraídos da semente de pupunha, os dados foram tratados por estatística descritiva, sem aplicação de testes de comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A extração aquosa dos oleossomos da semente de pupunha resultou em rendimento de 14%, demonstrando a possibilidade de recuperação dessas estruturas lipídicas a partir de uma fração ainda pouco explorada do fruto. Esse resultado é relevante porque a semente de pupunha, embora geralmente menos valorizada que a polpa, pode representar uma fonte alternativa de ingredientes naturais com potencial tecnológico. Estudos recentes sobre a valorização integral da pupunha destacam que suas diferentes frações apresentam composição química e bioativa de interesse, reforçando a importância de estratégias voltadas ao aproveitamento de subprodutos e partes não convencionais do fruto (Costa et al., 2022; Sousa et al., 2026). Além disso, a obtenção de oleossomos por extração aquosa é particularmente interessante por reduzir o uso de solventes orgânicos e preservar, em maior grau, a organização natural dessas estruturas.

Os oleossomos são estruturas lipídicas naturais compostas por um núcleo de triacilgliceróis envolto por uma monocamada de fosfolipídios e proteínas interfaciais, principalmente oleosinas, caleosinas e estereoleosinas (Nikiforidis, 2019; Yuan et al., 2024). Essa conformação estrutural contribui para a estabilidade física das gotículas lipídicas e permite que os oleossomos atuem como emulsões naturais. No presente estudo, o teor de proteínas determinado pelo método de Bradford foi de 1,05 ± 0,03 mg/mL (Tabela 1), indicando a presença de material proteico associado à fração oleossômica. Esse resultado é coerente com a própria natureza dos oleossomos, nos quais as proteínas interfaciais exercem papel fundamental na estabilização da interface óleo-água, reduzindo a coalescência e contribuindo para a manutenção da integridade das gotículas lipídicas (Nikiforidis, 2019; Guan et al., 2025).

Tabela 1. Rendimento, proteínas, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante dos oleossomos extraídos da semente de pupunha.

Parâmetro	Resultado
Rendimento de extração (%)	14,00
Proteínas (mg/mL)	1,05 ± 0,03
Fenólicos totais (mg EAG/100 g)	297,00 ± 0,71
DPPH (% SRL)	27,00 ± 0,25
ABTS (% SRL)	31,00 ± 0,30

A presença de proteínas nos oleossomos da semente de pupunha também tem implicações tecnológicas importantes. Em sistemas alimentícios, proteínas interfaciais podem contribuir para estabilidade coloidal, resistência à separação de fases e interação com outros componentes da matriz alimentar. Assim, a detecção de proteínas na fração extraída sugere que os oleossomos mantiveram parte de sua composição estrutural após o processo de extração. Esse aspecto é importante, pois a remoção excessiva ou desnaturação das proteínas de superfície pode comprometer a estabilidade natural dessas estruturas. Dessa forma, o valor obtido por Bradford indica que os oleossomos extraídos da semente de pupunha apresentam características compatíveis com seu uso potencial como estruturas lipídicas naturalmente estabilizadas.

O teor de compostos fenólicos totais dos oleossomos foi de 297,00 ± 0,71 mg EAG/100 g (Tabela 1), indicando que a fração oleossômica não é constituída apenas por lipídios, mas também pode carrear compostos bioativos associados à matriz oleosa, à interface ou ao material coextraído durante o processo. Esse resultado é relevante, uma vez que compostos fenólicos são frequentemente associados à capacidade antioxidante de matrizes vegetais e podem contribuir para a proteção da fração lipídica contra reações oxidativas. No caso da pupunha, estudos prévios demonstram que o fruto e suas frações apresentam potencial bioativo e antioxidante, o que reforça a possibilidade de que a semente também contenha

compostos de interesse funcional (Sousa et al., 2025; Sousa et al., 2026).

A capacidade antioxidante dos oleossomos foi confirmada pelos ensaios DPPH e ABTS (Tabela 1), com valores de 27,00 ± 0,25% SRL e 31,00 ± 0,31% SRL, respectivamente. A resposta ligeiramente superior observada no ensaio ABTS pode estar relacionada à maior abrangência desse método, que apresenta sensibilidade para compostos antioxidantes de diferentes polaridades, enquanto o DPPH tende a responder de forma mais seletiva de acordo com a solubilidade e afinidade dos compostos pelo meio reacional. Esse comportamento sugere que os oleossomos da semente de pupunha apresentam compostos capazes de atuar no sequestro de radicais livres, ainda que em intensidade moderada. Considerando sua natureza predominantemente lipídica, a presença de capacidade antioxidante é um aspecto positivo, pois pode contribuir para maior estabilidade oxidativa e para o desenvolvimento de ingredientes com propriedades funcionais.

A relação entre compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante deve ser interpretada com cautela, pois os métodos DPPH e ABTS avaliam mecanismos reacionais específicos e não representam, isoladamente, todo o comportamento antioxidante de uma matriz complexa. Além disso, em sistemas ricos em lipídios, parte dos compostos antioxidantes pode estar associada à fase oleosa ou à interface dos oleossomos, o que pode influenciar sua disponibilidade nos extratos e sua resposta nos ensaios espectrofotométricos. Ainda assim, os resultados obtidos indicam que a semente de pupunha pode fornecer oleossomos com propriedades bioativas mensuráveis, reforçando a relevância de investigar essa fração como fonte de ingredientes naturais.

As propriedades térmicas dos oleossomos foram avaliadas por calorimetria exploratória diferencial, e os principais eventos térmicos estão apresentados na Tabela 2. Durante o aquecimento, foram observados dois eventos de fusão. O primeiro apresentou temperatura de início de 22,03 °C, pico em 26,76 °C, temperatura final de 30,37 °C e entalpia de 23,38 J/g. Esse evento pode estar associado à fusão de frações lipídicas menos organizadas ou de menor ponto de fusão. O segundo evento, mais intenso, apresentou temperatura de início de 18,99 °C, pico em 46,57 °C, temperatura final de 73,62 °C e entalpia de 434,42 J/g, indicando a predominância de uma fração lipídica com maior estabilidade térmica e maior demanda energética para transição de fase.

A presença de uma faixa ampla de fusão sugere que os oleossomos da semente de pupunha apresentam composição lipídica heterogênea, possivelmente constituída por triacilgliceróis com diferentes graus de saturação, comprimentos de cadeia e formas de organização cristalina. Em matrizes lipídicas vegetais, eventos múltiplos de fusão são frequentemente atribuídos à coexistência de diferentes populações de cristais lipídicos ou à transição de frações com distintos pontos de fusão. No caso dos oleossomos, esse comportamento pode ser ainda influenciado pela organização natural da gotícula, pela presença de proteínas e fosfolipídios interfaciais e pela interação desses componentes com o núcleo de triacilgliceróis (Nikiforidis, 2019; Yuan et al., 2024).

Tabela 2. Parâmetros térmicos dos oleossomos extraídos da semente de pupunha obtidos por calorimetria exploratória diferencial (DSC).

Evento térmico	Fusão secundária	Fusão principal	Cristalização
Etapa	Aquecimento	Aquecimento	Resfriamento
T início (°C)	22,03	18,99	20,32
T pico (°C)	26,76	46,57	−14,49
T fim (°C)	30,37	73,62	−22,77
Entalpia (J/g)	23,38	434,42	177,85

Durante o resfriamento, foi observado um evento de cristalização com temperatura de início de 20,32 °C, pico em −14,49 °C, temperatura final de −22,77 °C e entalpia de 177,85 J/g. O deslocamento da cristalização para temperaturas negativas indica que a reorganização da fração lipídica ocorre somente após resfriamento acentuado, sugerindo resistência à cristalização imediata. Esse comportamento pode estar relacionado à composição dos triacilgliceróis, à presença de lipídios insaturados e ao efeito estabilizante da interface oleossômica. Do ponto de vista tecnológico, essa característica pode ser relevante para aplicações em alimentos submetidos a variações de temperatura, uma vez que a cristalização tardia pode influenciar textura, estabilidade física e comportamento da fase lipídica durante armazenamento refrigerado ou congelado.

De modo geral, os resultados demonstram que os oleossomos extraídos da semente de pupunha apresentam rendimento de extração promissor, presença de proteínas associadas à estrutura, compostos fenólicos mensuráveis, capacidade antioxidante e comportamento térmico característico de sistemas lipídicos organizados. Esses atributos indicam que a semente de pupunha pode ser explorada como fonte alternativa de corpos lipídicos naturais, contribuindo para a valorização integral do fruto e para o desenvolvimento de ingredientes com potencial tecnológico e funcional. No entanto, estudos complementares envolvendo distribuição de tamanho

de partícula, potencial zeta, estabilidade oxidativa, perfil de ácidos graxos e avaliação da estabilidade em matrizes alimentícias são necessários para aprofundar a compreensão sobre o desempenho desses oleossomos em aplicações reais.

CONCLUSÃO

A semente de pupunha demonstrou potencial como matriz alternativa para a obtenção de oleossomos, com rendimento de extração de 14%. Os oleossomos extraídos apresentaram proteínas associadas à fração oleossômica, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante mensurável, indicando a presença de componentes bioativos associados à estrutura lipídica. A análise térmica evidenciou eventos de fusão e cristalização característicos de sistemas lipídicos organizados, com amplo intervalo de transição e pico principal de fusão em 46,57 °C. De modo geral, os resultados indicam que os oleossomos da semente de pupunha apresentam potencial tecnológico e funcional, contribuindo para a valorização integral do fruto. Estudos adicionais sobre estabilidade coloidal, composição lipídica e aplicação em matrizes alimentícias são recomendados para ampliar a compreensão sobre seu desempenho como ingrediente natural.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto (Número do processo - APQ 00149-22), e Universidade Federal de Lavras pelo apoio institucional e financeiro concedido para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABDULLAH; WEISS, J.; ZHANG, H. Recent advances in the composition, extraction and food applications of plant-derived oleosomes. Trends in *Food Science & Technology*, v. 106, p. 322–332, 2020.

ADAMS, G. G.; IMRAN, S.; WANG, S.; MOHAMMAD, A.; KOK, S.; GRAY, D. A.; CHANNELL, G. A.; MORRIS, G. A.; HARDING, S. E. Extraction, isolation and characterisation of oil bodies from pumpkin seeds for therapeutic use. *Food Chemistry*, v. 134, p. 1919–1925, 2012.

BOARD, A. J.; CROWTHER, J. M.; ACEVEDO-FANI, A.; MEISRIMLER, C.-N.; JAMESON, G. B.; DOBSON, R. C. How plants solubilise seed fats: revisiting oleosin structure and function to inform commercial applications. *Biophysical Reviews*, v. 14, n. 1, p. 257–266, 2022.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, v. 72, p. 248–254, 1976.

CHENG, Z.; MOORE, J.; YU, L. High-throughput relative DPPH radical scavenging capacity assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 54, p. 7429–7436, 2006.

COSTA, R. D. S.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M. The fruit of peach palm (Bactris gasipaes) and its technological potential: an overview. *Food Science and Technology*, v. 42, e82721, 2022.

DING, J.; XU, Z.; QI, B.; CUI, S.; WANG, T.; JIANG, L.; SUI, X. Fabrication and characterization of soybean oil bodies encapsulated in maltodextrin and chitosan-EGCG conjugates: An in vitro digestibility study. *Food Hydrocolloids*, v. 94, p. 519–527, 2019.

GUAN, M., LV, D.; CHEN, F.; YAO, F.; & LIN, F. Recent advances in the extraction, functional characteristics, modification, and food applications of oleosomes. *Journal of Food Science*, 2025.

HUANG, A. H. C. Plant lipid droplets and their associated proteins: potential for rapid advances. *Plant Physiology*, v. 176, n. 3, p. 1894–1918, 2018.

NIKIFORIDIS, C. V. Structure and functions of oleosomes (oil bodies). *Advances in Colloid and Interface Science*, v. 274, 102039, 2019.

NIKIFORIDIS, C. V.; MATSAKIDOU, A.; KIOSSEOGLOU, V. Composition, properties and potential food applications of natural emulsions and cream materials based on oil bodies. *RSC Advances*, v. 4, p. 25067–25078, 2014.

QI, B.; DING, J.; WANG, Z.; LI, Y.; MA, C.; CHEN, F.; JIANG, L. Deciphering the characteristics of soybean oleosome-associated protein in maintaining the stability of oleosomes as affected by pH. *Food Research International*, v. 100, p. 551–557, 2017.

ROMERO-GUZMÁN, M. J.; KÖLLMANN, N.; ZHANG, L.; BOOM, R. M.; NIKIFORIDIS, C. V. Controlled oleosome extraction to produce a plant-based mayonnaise-like emulsion using solely rapeseed seeds. *LWT - Food Science and Technology*, v. 123, 109120, 2020.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante

total em frutas pela captura do radical livre ABTS•+. *Comunicado Técnico Embrapa Agroindústria Tropical*, n. 128, 2007.

SCHWAGER, C.; KULL, S.; BEHRENDS, J.; RÖCKENDORF, N.; SCHOCKER, F.; FREY, A.; HOMANN, A.; BECKER, W. M.; JAPPE, U. Development of a novel strategy to isolate lipophilic allergens (oleosins) from peanuts. *PLOS ONE*, v. 10, e0123419, 2015.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 16, p. 144–158, 1965.

SOUSA, H. M. S.; LEAL, G. F.; SANTOS, W. B.; MORAIS, R. A.; ET AL. Green solvents as sustainable tools for the integral valorization of peach palm (*Bactris gasipaes*): bioactive composition, antioxidant potential, simulation of in vitro gastrointestinal digestion, and microbiological inhibition. *Food Research International*, v. 230, 118618, 2026.

SOUSA, H. M. S.; LEAL, G. F.; GUALBERTO, L. S.; FREITAS, B. C. B.; GUARDA, P. M.; BORGES, S. V.; MORAIS, R. A.; MARTINS, G. A. S. Exploration of the chemical characteristics and bioactive and antioxidant potential of tucumã (Astrocaryum vulgare), peach palm (Bactris gasipaes), and bacupari (Garcinia gardneriana) native Brazilian fruits. *Biomass Conversion and Biorefinery*, v. 15, p. 3251–3264, 2025.

YUAN, R.; LIU, J.; UKWATTA, R. H.; XUE, F.; XIONG, X.; LI, C. Artificial oil bodies: A review on composition, properties, biotechnological applications, and improvement methods. *Food Chemistry: X*, v. 21, 101109, 2024.