



## AVALIAÇÃO DE NANOEMULSÃO CARREADA COM ÓLEO VEGETAL DA ESPÉCIE *Astrocaryum vulgare* (ARECACEAE)

Stherfany M. D. Da Silva<sup>1,2\*</sup>; Letícia V. A. Da Silva<sup>1,2</sup>; Alessandro P. De Souza<sup>1,2</sup>; Ana G. C. Pereira<sup>1,2</sup>; Josevan L. Pereira<sup>2</sup>; Ana C. G. R. De Melo<sup>2</sup>; Gisele G. De Oliveira<sup>2,3</sup>; Antonio A. D. M. Filho<sup>2,4</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Química da Universidade Federal de Roraima- UFRR;

<sup>2</sup>Laboratório de Química Ambiental do Núcleo de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Roraima-UFRR;

<sup>3</sup>Universidade Federal de Rondônia -UNIR;

<sup>4</sup>Departamento de Química do PPGBB-BIONORTE da Universidade Federal de Roraima-UFRR.

\*stherfanymac123@gmail.com

**Palavras-Chave:** Tucumã, Nanobiotecnologia, Produtos Naturais.

### Introdução

A nanotecnologia dos produtos naturais vem potencializando-se no mundo, devido ao aumento da demanda por produtos saudáveis e naturais, estimulando as indústrias a investir em produtos ricos em compostos bioativos, que reduzem o uso de aditivos e conservantes químicos. A nanotecnologia possibilita a junção da ciência dos materiais com as ciências do meio ambiente, proporcionando a formulação de produtos nas áreas biotecnológicas e farmacêuticas, que impulsionam a pesquisa e o desenvolvimento de produtos mais nutritivos e funcionais (de Melo et al., 2021; Pina et al., 2006).

A tecnologia em escala nanométrica permite a formulação de produtos, possibilitando a síntese de materiais com propriedades adequadas de forma precisa. A manipulação do arranjo atômico e molecular permite otimizar características como resistência mecânica, condutividade, reatividade e biocompatibilidade (Tischer; Tischer, 2012).

Uma das utilidades desse campo é a produção de nanoemulsões. As nanoemulsões são emulsões com partículas menores, empregadas essencialmente em sistema de óleo para possibilitar a dispersão no corpo humano, que é composto principalmente por água, promovendo a absorção eficiente do medicamento pelo corpo e tornando seu uso viável (Baril et al., 2012).

A produção de nanoemulsões utilizando-se óleos vegetais vêm sendo altamente valorizada não só pelos efeitos benéficos que a complexa composição de ácidos graxos encontrados nesses óleos podem ter, mas também pelo fato de serem considerados seguros e biocompatíveis. Além de ocorrer a potencialização dos benefícios com menor quantidade de óleo (Bloise, 2003).

O tucumã tem por nome científico *Astrocaryum vulgare* Mart., conhecido popularmente como tucumã do Pará, é uma palmeira pertencente à família Arecaceae que possui cerca de 181 gêneros e dentre eles são identificados 2600 espécies (de Souza, 2020; Miranda et al., 2001). A palmeira possui frutos oleaginosos com coloração laranja no formato esférico, sendo o mesocarpo (polpa) laranja e o endocarpo (amêndoa) branco, ambos possuem sabor adocicado e aroma característico (Ferrão, 1999).

O tucumã tem se destacado por sua produção de frutos ricos em óleo. A polpa e a semente, que compõem 53,2% e 24,5% do fruto, respectivamente, são fontes de ácidos graxos poliinsaturados, como os ácidos linoleico e oleico, ácidos graxos saturados como palmítico, láurico e esteárico (Ibiapina et al., 2021).

A espécie *A. vulgare* possui um grande potencial econômico, os seus frutos são utilizados no mercado de alimentos, óleo, artesanato e cosméticos. A cor alaranjada do óleo da polpa é uma característica do fruto sendo causado pelo elevado teor de betacaroteno (pró-vitamina A) na sua composição, possuindo assim atividade antioxidante. Já o óleo da

amêndoa possui um rico potencial de vitaminas A, D, E e K e nível percentual em ácidos graxos principalmente o láurico, um dos principais constituintes no leite materno, que ajuda a desenvolver o melhoramento cognitivo em crianças (Cavalcante, 2010).

Desta forma, a formulação de nanoemulsão dos óleos vegetais da polpa e amêndoa de *A. vulgare*, utilizando-se técnicas de alta energia é primordial para que os recursos que ambos trazem, tornem-se disponível para aproveitamento humano, visto que os óleos vegetais são compostos orgânicos. As nanoemulsões preparadas foram submetidas a avaliação de qualidade, por meio de caracterização dos parâmetros físico-químicos. A pesquisa em questão contribui para maior conhecimento sobre a espécie em estudo, respeitando a biodiversidade, desenvolvendo de uma forma sustentável bioprodutos da Amazônia.

## Material e Métodos

Os frutos de tucumã foram coletados no município de Cantá (Fonte Nova) no estado de Roraima. Inicialmente, o material vegetal passou por avaliação qualitativa e posteriormente a retirada da polpa (mesocarpo) e amêndoa (endocarpo). A extração do óleo ocorreu utilizando o método Soxhlet, conforme Lopes et al. (2010). Após a obtenção dos óleos calculou-se o rendimento, condizente com Oliveira et al. (2018).

### Produção da nanoemulsão dos óleos da polpa e amêndoa de *A. vulgare*

O preparo das formulações ocorreu pelo método de inversão de fases, que consiste na fase aquosa disposta na oleosa, conforme a metodologia adaptada de Pires (2022). Na formulação foram utilizados os óleos do mesocarpo e endocarpo de *A. vulgare*, dois tensoativos (Polissorbato 80 e Oleato de Sorbitano), conservante (glicerina) e água.

Após o preparo das soluções, submeteu-se o material ao aquecimento em banho maria a 100 °C, ao agitador vortex (XH-C) e ultrassom a 50 W (YX-3060), cada processo com duração de 15 minutos.

### Teste de estabilidade das nanoemulsões

Após 24 horas, as formulações foram avaliadas visualmente, e classificadas de acordo com a sua estabilidade, sendo: Separação de fases (solução apresentou mais de uma fase); Creaming intenso (formação de sobrenadante); Creaming leve (leve camada na parte superficial do recipiente); Estável (sem alteração, solução homogênea) (Pires, 2022).

### Teste da centrífuga

Para avaliar a presença do efeito de cremação ou sedimentação nas formulações, após a avaliação qualitativa, as nanoemulsões consideradas aptas (estável), foram levadas a centrífuga e submetidas a ciclo de rotação durante 15 minutos (Lima et al., 2008).

### Zetasizer (índice de polidispersividade, tamanho da partícula e potencial zeta)

As amostras foram diluídas, para a concentração de 10 mg L<sup>-1</sup>, mantidas em temperatura ambiente, transferidas para eppendorfs de 1,5 mL. As soluções foram homogeneizadas em banho ultrassônico por 5 minutos. Realizou-se o teste de acordo com as literaturas encontradas, utilizando o Zetasizer Nano ZSP® da Malvern Instruments Ltd. (Porto et al., 2020).

### Propriedades físico-químicas

As nanoemulsões que apresentaram melhores resultados foram submetidas a testes de parâmetros de qualidade. Realizou-se as seguintes análises: Densidade com a utilização de

picnômetro a temperatura de 30 °C (IAL, 2008), potencial hidrogeniônico (IAL, 2008), índice de acidez (IAL, 2008), viscosidade cinemática utilizando-se um viscosímetro com banho termostatzado CT<sub>52</sub> e capilar de Cannon-Fenske (Schott Avs 350) número 50 (Valeriles; Meirelhes, 1997) e índice de refração por meio de refratômetro binocular de marca Abbe com Thermo Haake B3 (Moretto, 1998).

## Resultados e Discussão

Os óleos vegetais obtidos da polpa e amêndoa de *A. vulgare* apresentaram bom rendimento na extração a quente pelo método Soxhlet. O óleo da polpa apresenta um odor característico, com coloração amarelo e viscoso. O óleo da amêndoa apresenta coloração branca, em temperatura ambiente encontra-se no estado sólido com odor característico do endocarpo. O rendimento obtido está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Rendimento do óleo vegetal da polpa e a amêndoa de *A. vulgare*.

	Óleo da Polpa (%)	Óleo de amêndoa (%)
Rendimento Médio	37,58 ± 0,95	32,62 ± 1,02

Os rendimentos médios são concordantes com os valores de Rogério et al. (2010), apresentou rendimento do óleo da polpa de 37% e a amêndoa de 32%.

As formulações de nanoemulsão mantiveram sua coloração, aroma e uniformidade. Além disso, ao longo do estudo, os resultados foram consistentes, indicando que todo o procedimento foi reproduzível. Após o preparo das formulações, manteve-se em repouso por 24 horas, para a realização da avaliação de estabilidade.

Na avaliação de estabilidade, constatou-se que o aumento da concentração do reagente nas soluções, afeta a estabilidade, impulsionando a separação de fases. Das formulações carregadas com os óleos da polpa e amêndoa de *A. vulgare*, apenas as apresentadas na Tabela 2, mantiveram-se estáveis. As soluções apresentaram-se aptas, estáveis durante o teste de centrífuga, sem formação de segunda fase, tendo-se assim, soluções homogêneas.

Após a comprovação da estabilidade das soluções, avaliou-se o tamanho médio das gotículas, o índice de polidispersão (PDI) e o potencial Zeta, apresentado na Tabelas 2.

Tabela 2. Zetasizer das formulações a partir dos óleos de *A. vulgare*.

Produto	Formulação	Índice de polidispersão (PDI)	Diâmetro (d.nm) ± DP	Potencial Zeta (mV)
Polpa	Xi	0,35 ± 0,00	60,19 ± 2,01	-24,71 ± 0,02
Amêndoa	Xii	0,19 ± 0,01	67,17 ± 0,00	-27,38 ± 1,12

Xi: formulação com g óleo da polpa, g tensoativo e g de conservante. Xii: formulação com g óleo da amêndoa, g tensoativo e g de conservante.

O índice de polidispersão (IPD) mede a largura da distribuição do tamanho das partículas. Valores próximos a 0 indicam uma distribuição mais estreita e uniforme, enquanto valores mais altos sugerem uma distribuição mais ampla. Os valores do índice são abaixo de 0,3, indicativo de distribuições relativamente uniformes das partículas (PIRES et al., 2017).

As nanoemulsões são emulsões com gotas de diâmetro tipicamente entre 10 a 100 nm (Gauthier; Capron, 2021), podendo variar de 20 a 200 nm segundo alguns autores (Ribeiro et

al., 2022). Os diâmetros das nanoemulsões da polpa e amêndoa de *A. vulgare*, apresentados na Tabela 2, corroboram com as variações.

O potencial zeta indica o potencial de superfície dos glóbulos da fase interna da nanoemulsão que é influenciada por mudanças na interface com o meio dispersante, devido a dissociação de grupos funcionais na superfície do glóbulo ou a adsorção de espécies iônicas presentes no meio aquoso de dispersão (Schaffazick et al., 2003).

O potencial zeta reflete a medição indireta da superfície da partícula. Partículas com um potencial zeta menor que 30 mV e maior que -30 mV são consideradas fisicamente estáveis. (Mishra et al., 2009). As formulações encontram-se dentro dos parâmetros mencionados, desta forma, obteve-se nanoemulsões do óleo da polpa e amêndoa de *A. vulgare*.

### Propriedades físico-químicas

As nanoemulsões carregadas com óleo da polpa e amêndoa de *A. vulgare* foram submetidas a testes de qualidade. Obteve-se os resultados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Propriedades físico-químicas das nanoemulsões carregadas com os óleos de *A. vulgare*.

Parâmetros	Nanoemulsão Polpa	Nanoemulsão Amêndoa
Densidade (g cm <sup>-3</sup> )	1,032	1,033
Índice de acidez (mg KOH g <sup>-1</sup> )	0,744 ± 0,002	0,856 ± 0,015
Potencial hidrogeniônico (pH)	6	6
Índice de Refração ( 20 e 25 °C)	1,365	1,361

As nanoemulsões são sistemas instáveis devido à diferença de densidade entre as gotículas da fase dispersa e a fase contínua. Sobre a influência da gravidade, as gotículas tendem-se a mover-se: em nanoemulsões óleo em água (O/A), as gotículas de óleo, menos densas que a água formam cremação; em nanoemulsões água em óleo (A/O), as gotículas de água, mais densas que o óleo, sedimentam, movendo-se para baixo (Buriti et al., 2024).

As formulações da nanoemulsão apresentaram densidades próximas a do óleo com 0,92 g cm<sup>-3</sup> da polpa e 0,91 g cm<sup>-3</sup> da amêndoa, porém, 80% da formulação é composta por água, com densidade 1,00 g cm<sup>-3</sup>, justificando os valores de densidade apresentados na Tabela 3.

A determinação do pH de uma nanoemulsão está relacionada à sua estabilidade, aplicabilidade e indicativo de ácidos graxos, provenientes da hidrólise do sistema de tensoativo e triglicerídeos dos óleos. A faixa farmacopéia de proposta para emulsões encontra-se entre 6 e 9 (Bruxel et al., 2012).

Na literatura não há informações sobre índice de acidez em nanoemulsão, porém de acordo com a Anvisa (2021) é aceitável os valores inferiores a 4 mg KOH g<sup>-1</sup> em óleos vegetais, as formulações apresentam-se nesta faixa. Os óleos que constituem as formulações possuem, óleo polpa 1.12 mg KOH g<sup>-1</sup> e amêndoa 1.67 mg KOH g<sup>-1</sup> (Bora et al., 2001).

O índice de refração de ambas as formulações apresentou-se constante nas temperaturas analisadas. Porém, na literatura não há estudos sobre esse teste em nanoemulsões, todavia o índice de refração dos componentes da formulação são: água 1,333 (Galvão et al., 2015), o óleo fixo da polpa 1,465 (Ferreira et al., 2009) e o óleo da amêndoa 1,454 (Machado et al., 2006).

A viscosidade das nanoemulsões carregadas com o óleo da polpa e amêndoa de *A. vulgare* mostrou-se constante com o aumento da temperatura, pois as soluções líquidas apresentam comportamento reológico do tipo newtoniano (Bruxel et al., 2012).



## Conclusões

A presente pesquisa teve como objetivo principal desenvolver e caracterizar nanoemulsão carregada com os óleos fixos do mesocarpo e endocarpo de *A. vulgare*, explorando o potencial desta palmeira amazônica em formulações inovadoras. Através da análise dos parâmetros físico-químicos, foi possível obter uma nanoemulsão estável, com tamanho de gotícula reduzido e distribuição estreita, características desejáveis para sistemas coloidais.

Os resultados obtidos demonstram que o óleo vegetal da polpa e amêndoa de *A. vulgare*, rico em compostos bioativos e ácidos graxos, pode ser incorporado em sistemas nanoestruturados, ampliando suas aplicações e potencializando seus benefícios. A nanoemulsão desenvolvida apresentou propriedades adequadas para formulações e aproveitamento das indústrias farmacêuticas e cosméticas, além de exibir boa estabilidade durante o período de armazenamento.

## Agradecimentos

Agradeço a todos os pesquisadores do Grupo de Pesquisa Oleoquímicos, a Universidade Federal de Roraima e a agências de fomento CNPq que a pesquisa está vinculada.

## Referências

Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Guia de validação de métodos analíticos. **Instrução normativa nº 87**, 15 de março de 2021.

Baril, M. B; Franco, G. F; Viana, R. S; Zanin, S. M. W. Nanotecnologia aplicada aos cosméticos. **Visão Acadêmica** 13, 1, 2012.

Buriti, B. M. A. D. B; Figueiredo, P. L. B; Passos, M. F; da Silva, J. K. R. Polymer-Based Wound Dressings Loaded with Essential Oil for the Treatment of Wounds: A Review. **Pharmaceuticals** 17(7), 897, 2024.

Bora, P.S; Narain, N; Rocha, R.V.M; Monteiro, A.C.O; Moreira, R.A. Caracterización de las fracciones proteicas y lipídicas del pulpa y semillas de Tucuma (*Astrocaryum vulgare*, Mart). **Ciencia e Tecnología Alimentaria** 3(2), 111 – 116, 2001.

Bloise, M. I. Óleos vegetais e especialidades da floresta amazônica, **Cosmetics & Toiletries** 15, 5, 46-49, 2003.

Bruxel, F; Laux, M; Wild, L. B; Fraga, M; Koester, L. S; Teixeira, H. F. Nanoemulsões como sistemas de liberação parenteral de fármacos. **Química Nova** 35, 1827-1840, 2012.

Cavalcante, P. B. Frutas Comestíveis da Amazônia. **Museu Paraense Emílio Goeldi** 7, 282, 2010.

de Souza, F. G; De Araújo, F. F; De Paulo Farias, D; Zanotto, A. W; Neri-Numa, I. A; Pastore, G. M. Brazilian fruits of Arecaeae family: An overview of some representatives with promising food, therapeutic and industrial applications. **Food Research International** 138, 109690, 2020.

de Melo, A. M; Silva, E. O; Marques, D. I. D; Quirino, M. R; de Sousa, S. Extração, identificação e estudo do potencial antimicrobiano do óleo essencial de pimenta-preta (*Piper nigrum* L.), biomonitorado por *Artemia salina* Leach. **Holos** 1, 1-16, 2021.

Ferreira, E. D. S; Lucien, V. G; Amaral, A. S; Silveira, C. D. S. Caracterização físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart). **Alimentos e Nutrição Araraquara** 19(4), 427-433, 2009.

Ferrão, J. E. M. Fruticultura tropical: espécies de frutos comestíveis. **Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical** 1, 645, 1999.

Galvão, A. C; Robazza, W. D. S; da Silva, I. R; de Almeida, C. M. Estudo do índice de refração de soluções líquidas binárias formadas por álcool e água em diferentes temperaturas. **Ciência e Natura** 37, 641-650, 2015.

Gauthier, G; Capron, I. Pickering nanoemulsions: an overview of manufacturing processes, formulations, and applications. **JCIS Open** 4, 100036, 2021.



Ibiapina, A; Gualberto, L. D. S; Dias, B. B; Freitas, B. C. B; Martins, G. A. D. S; Melo Filho, A. A. Essential and fixed oils from Amazonian fruits: properties and applications. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition** 62(32), 8842-8854, 2022.

Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos - **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz** 3, 2008.

Pires, P. V. M. Formulação de nanoemulsão contendo o óleo de andiroba. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2022.

Pires, V. G.A; de Moura, M. R.. Preparação de novos filmes poliméricos contendo nanoemulsões do óleo de melaleuca, copaíba e limão para aplicação como biomaterial. **Química Nova** 40, 1-5, 2017.

Porto, A. S; Almeida, I. V. D; Vicentini, V. E. P. Nanoemulsões formuladas para uso tópico: estudo de síntese e toxicidade. **Revista Fitos** 14, 4, 513-527, 2020.

Pina, K. V; Pinto, L. R; Moratori, R. B; de Souza, C. G; Barbastefano, R. G. Nanotecnologia e nanobiotecnologia: estado da arte, perspectivas de inovação e investimentos. **Revista Gestão Industrial** 2, 2006.

Lima, C; Vilela, A; Silva, A; Piannovvski, A; Silva, K; Carvalho, V. Desenvolvimento e avaliação da estabilidade física de emulsões O/A contendo óleo de babaçu (*Orbignya oleifera*). **Revista Brasileira Farmacêutica**, 239-245, 2008.

Lopes, R. M; Sevilha, A. C; Faleiro, F. G; Silva, D. B. D; Vieira, R. F; Agostini, C. T. D. S. Estudo comparativo do perfil de ácidos graxos em semente de Passifloras nativas do cerrado brasileiro. **Revista brasileira de fruticultura** 32, 498-506, 2010.

Machado, G. C; Chaves, J. B. P; Antoniassi, R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Revista Ceres** 53(308), 463-470, 2006.

Miranda, I. P. A; Rabelo, A; Bueno, C. R; Barbosa, E. M; Ribeiro, M. N. S. Frutos de palmeiras da Amazônia. **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)**. Manaus, 120, 2001.

Mishra, P. R; Al Shaal, L; Müller, R. H; Keck, C. M. Production and characterization of Hesperetin nanosuspensions for dermal delivery. **International journal of pharmaceutics** 371, 182-189, 2009.

Moretto, E. Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos. **Varela**, 1998.

Oliveira, S. F; Neto, J. P. M; Silva, K. E. R. Uma revisão sobre a morfoanatomia e as propriedades farmacológicas das espécies *Astrocaryum aculeatum* Meyer e *Astrocaryum vulgare* Mart. **Scientia Amazonia** 7, 18-28, 2018.

Ribeiro, A. R. C; de Oliveira, T. V; Júnior, J. C. B; Bastos, M. D. S. R; Batista, L. F; Teixeira, S. C. T; Soares, N. D. F. F. Nanoemulsão de cinamaldeído assistida por ultrassom: otimização das variáveis operacionais, propriedades coloidais e atividade antibacteriana in-vitro. **Research Society and Development** 11(9), e45711932115-e45711932115, 2022.

Rogério, J. B; Duarte, I. D; Antoniassi, R; Bizzo, H. R; Junqueira, N. T. V. Rendimento em óleo e composição em ácidos graxos de frutos de tucumã coletados no Estado do Mato Grosso. **4º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel**, 2010.

Schaffazick, S. R; Guterres, S. S; Freitas, L. D. L; Pohlmann, A. R. Caracterização e estabilidade físico-química de sistemas poliméricos nanoparticulados para administração de fármacos. **Química nova** 26, 726-737, 2003.

Soares, Z. T; Serra, G. B; Sampaio, C. F. Óleo do tucum mirim (*Astrocaryum acaule*): avaliação do seu potencial como repelente veiculado a um modelo experimental in vitro. **Brazilian Journal of Development** 8, 1312-1350, 2020.

Tischer, P. C. F; Tischer, C. A. Nanobiotecnologia: plataforma tecnológica para biomateriais e aplicação biológica de nanoestruturas. **BBR-Biochemistry and Biotechnology Reports** 1(1), 32-53, 2012.

Valeri, D; Meirelles, A. J. A. Viscosities of fatty acids, triglycerides and their binary mixtures. **Journal of American Oil Chemists Society**, 74, 1221-1226, 1997.