

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO ÓLEO DE *Podocnemis expansa* (TARTARUGA-DA-AMAZÔNIA)

Marisa C. Rodrigues^{1,2*}; Alessandro P. de Souza^{1,2}; Stherfany M. D. da Silva^{1,2}; Paulo Henrik S. Freitas^{1,2}; Valeria de L. A. Palma²; Gisele G. de Oliveira^{2,3}; Marilene V. S. Brazil⁵; Ana C. R. de Melo²; Antonio A. M. Filho^{1,2,4}.

¹Departamento de Química da Universidade Federal de Roraima- UFRR;

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

³Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz/RO);

⁴Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede Bionorte (UNIR);

⁵Centro da Universidade Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Rua Benjamin Constant, nº856 - Centro, Rio Branco - Acre. CEP: 69900-160.

*e-mail: marisarodriguees01@gmail.com

Palavras-Chaves: Biotecnologia, Biodiversidade, Sustentabilidade.

Introdução

A *Podocnemis expansa* (Tartaruga-da-Amazônia) é uma das mais emblemáticas espécies de quelônios da região amazônica, amplamente utilizada pelas populações ribeirinhas e indígenas como fonte de alimento e insumo para diversos usos, como a extração de óleo e produção de utensílios. O uso dos quelônios por populações amazonenses é bem documentado na literatura científica. Relatos sobre o seu uso na alimentação foram feitos por Redford; Robinson (1991) e Araújo *et al.* (2003). Rebêlo; Pezzuti (2000) e Ribeiro (2010) citam registros históricos do uso da gordura na iluminação pública. Colding; Folke (2000) mencionam o uso como animais de estimação e para confecção de artesanato. Alves e Santana (2008), Moura-Santos e Campos (2011) e Barros *et al.* (2012) analisaram informações quanto ao uso destes animais na medicina popular. Pantoja *et al.* (2014) e Chaves *et al.* (2017) estimaram um consumo anual de até 34 toneladas de quelônios consumidos somente no município de Tapauá-AM. Entretanto, a intensa exploração ao longo dos séculos, aliada à destruição dos habitats da espécie, comércio ilegal e alterações climáticas, resultou em uma drástica redução de *P. expansa* (Lima *et al.*, 2012; Ferrara *et al.*, 2017). E suas populações naturais (Bates, 1986). Essa espécie apresenta características biológicas que aumentam sua vulnerabilidade, como a maturação sexual tardia, longa expectativa de vida e alta mortalidade de ovos e filhotes (Alfinito, 1973; Ernst; Barbour, 1989). Além disso, o sucesso reprodutivo da *P. expansa* depende de fatores ambientais como temperatura e umidade dos ninhos, que influenciam diretamente o tempo de incubação e a determinação sexual dos filhotes, uma vez que a espécie apresenta determinação sexual dependente da temperatura (Valenzuela, 2001; Jensen *et al.*, 2018).

Embora existam iniciativas de manejo comunitário que buscam proteger ovos e filhotes, promovendo sua reintrodução na natureza (Vidal; Costa, 2007; Cantarelli, 2006), ainda há escassez de estudos científicos que abordem o uso sustentável de derivados dessa espécie sob uma perspectiva tecnológica e conservacionista.

Portanto, este trabalho visa realizar a caracterização físico-química do óleo de *P. expansa*, contribuindo para o avanço do conhecimento científico sobre este recurso tradicionalmente utilizado pelas comunidades amazônicas e fornecendo subsídios para seu uso sustentável, com foco na conservação da biodiversidade.

Material e Métodos

Isolamento e Obtenção do Óleo da *Podocnemis expansa*

As amostras da pesquisa foram obtidas por meio de doação do proprietário da fazenda Três Meninas, a 125 km da BR-317, em Xapuri, Acre, Brasil ($10^{\circ}0'56.783"S$ $67^{\circ}9'46.76"W$), bem como assinatura de termo de consentimento para transporte dos animais. Após o transporte, deu-se início ao processamento da gordura. A autorização para coleta da espécie animal *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-Amazônia) foi obtida por meio do Sistema de Autorização e Informação sobre Biodiversidade (SISBIO), sob a licença nº 60093-2, e registrada no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen), sob o registro nº A85C938, em conformidade com a Lei nº 13.123/2015 e sua regulamentação. Este estudo, ciente do status vulnerável da espécie, foi conduzido sob rigorosos protocolos éticos aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Acre (CEUA/UFAC), sob o parecer nº 23107.018920/2018-29.

A gordura corporal da tartaruga, coletada, foi liofilizada para remoção da umidade e preservação dos lipídios. Após trituração e homogeneização, a gordura seca foi submetida à extração por Soxhlet com hexano como solvente, por sua eficiência na extração de triglicerídeos e compostos não polares, sob refluxo por 3 horas. O solvente foi então removido em rotacionador a vácuo, obtendo-se o óleo puro da tartaruga-da-amazônia. O óleo foi armazenado em frascos âmbar sob refrigeração para evitar a oxidação. O procedimento foi realizado conforme metodologia de Vieira (2006).

Propriedades físico-químicas

Rendimento

O rendimento do óleo de cada amostra ocorreu através da Equação 1.

$$R = \frac{\text{massa do óleo obtido (g)}}{\text{massa da amostra (g)}} \times 100$$

Potencial Hidrogeniônico (pH)

A análise de pH foi realizada em triplicata, seguindo recomendações de IAL (2008).

Propriedades Física: Densidade

Foi utilizado um picnômetro de 1 mL, previamente calibrado a 50 °C, para a determinação da densidade. Inicialmente, o picnômetro foi pesado e, em seguida, preenchido com água destilada para a medição do volume de referência. Posteriormente, o picnômetro foi esvaziado, seco e preenchido com a amostra do óleo, sendo novamente pesado. A densidade foi então calculada com base nas massas obtidas, seguindo as recomendações de IAL (2008), conforme apresentado na Equação 2.

$$d = \frac{\text{massa do óleo (g)}}{\text{volume do picnômetro (ml.)}}$$

Determinações de viscosidade

A viscosidade cinemática foi determinada conforme a metodologia descrita por Valeri e Meirelles (1997), utilizando um viscosímetro capilar Cannon-Fenske (Schott Avs 350, nº 150), com diâmetro interno de 0,78 mm e capacidade de 8 mL. O procedimento consistiu em medir o tempo de escoamento da amostra através do capilar em temperaturas controladas, variando de 50 °C a 85 °C.

Resultados e Discussão

Rendimento do óleo

A extração de óleo das vísceras da tartaruga pelo método Soxhlet apresentou rendimento médio de 45,87%, com óleo de coloração amarelada, odor característico e consistência viscosa, sólido à temperatura ambiente. Comparando com o estudo de Luz *et al.* (2003), que relataram rendimento médio de 16,76% para vísceras de *P. expansa* criados em sistema comercial, observa-se que o valor obtido neste trabalho foi superior. Essa diferença pode estar relacionada a fatores como a forma de criação, tipo de alimentação, idade e peso dos animais, que influenciam significativamente no acúmulo de gordura e, consequentemente, no rendimento de óleo das vísceras (Valenzuela, 2001; Cantarelli, 2006).

Resultado do Potencial Hidrogeniônico

Após a análise do potencial hidrogeniônico (pH) do óleo extraído da *P. expansa* (tartaruga-da-Amazônia), foi obtido valor de pH igual a 6. Esse resultado indica uma característica levemente ácida, o que pode influenciar diretamente nas propriedades físico-químicas do óleo, especialmente em formulações cosméticas e farmacêuticas.

Análises físico-químicas do óleo da tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*)

Os parâmetros físico-químicos foram realizados no intuito de avaliar a qualidade do óleo, sendo elas tabeladas nas seguintes seções (Tabela 1).

Tabela 1. Avaliações físico-químicas

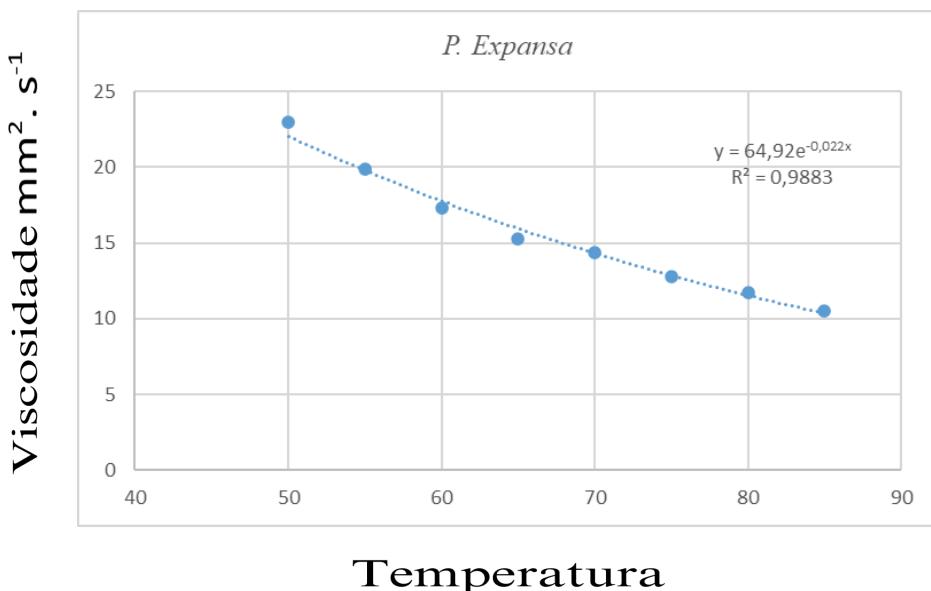
Análise Físico-química	Óleo da tartaruga-da-amazônia
Densidade (g·mL ⁻¹)	0,8502

Fonte: elaborada pelos autores

A densidade do óleo extraído da *P. expansa* foi determinada experimentalmente como 0,8502 g·mL⁻¹ a 50 °C. Por se tratar de um óleo contendo ácidos graxos saturados, temperaturas inferiores a 50 °C não foram suficientes para mantê-lo em estado líquido. No entanto, ao realizar uma busca aprofundada na literatura científica disponível nas bases SciELO, Google Acadêmico, CAPES, Scopus, PubMed, IBGE e Mendeley, abrangendo o período de 2020 a 2025, não foram encontrados estudos que apresentem valores específicos de densidade para o óleo dessa espécie. A ausência de dados comparativos na literatura evidencia a originalidade deste estudo e ressalta a necessidade de mais pesquisas voltadas à caracterização físico-química de óleos provenientes de espécies nativas da Amazônia. Tal lacuna científica reforça a importância da análise desenvolvida, contribuindo para a construção de um banco de dados mais robusto sobre produtos naturais de origem animal da biodiversidade brasileira.

Em relação à viscosidade, Araújo (2008) também relatou que, em óleos vegetais comestíveis, essa propriedade tende a diminuir com o aumento da temperatura (Figura 2). Esse comportamento está relacionado ao aumento da energia cinética das moléculas, que reduz as forças intermoleculares e, consequentemente, a resistência ao escoamento. Assim, quanto maior a viscosidade, mais resistente ao fluxo se torna o óleo, caracterizando um líquido mais espesso; já a redução da viscosidade com o aquecimento confere maior fluidez ao produto.

Figura 2. Valores referente ao teste de viscosidade.



Essa relação entre viscosidade e temperatura foi corroborada por Kahn et al. (1990) e Forster e Ferrier (1979), os quais destacaram a influência significativa da temperatura na fluidez dos óleos vegetais comestíveis, evidenciando que o aumento da temperatura reduz a viscosidade e, consequentemente, favorece o escoamento do óleo.

Conclusões

Esta pesquisa contribuiu para a caracterização físico-química do óleo da tartaruga-da-amazônia e mostrou a importância de pesquisas interdisciplinares que integrem conhecimentos tradicionais, conservação da espécie e inovação tecnológica. A adoção de abordagens sustentáveis e cientificamente embasadas é essencial para conciliar a preservação dessa espécie emblemática com o uso responsável de seus recursos, beneficiando tanto a biodiversidade amazônica quanto as comunidades que dela dependem.

Agradecimentos

A todos os pesquisadores do Grupo de Pesquisa Oleoquímicos, da Universidade Federal de Roraima e da agência de fomento CNPq, ao qual a pesquisa está vinculada.

Referências

- ALFINITO, J. Fundamentos ao serviço de proteção à tartaruga: preservação da tartaruga da Amazônia. Belém (PA): Ministério da Agricultura; DEMA/PA; IBDF, 1973. p. 1-36.
- ALVES, R. R. N.; SANTANA, G. Use and commercialization of *Podocnemis expansa* (Schweiger, 1812) (Testudines: Podocnemididae) for medicinal purposes in two communities in North of Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 4, n. 3, p. 1-6, 2008.
- AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. 4. ed. Champaign: AOCS, 1998.
- AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. Official and tentative methods of the American Oil Chemists' Society: including additions and revisions. v. 6. [S. l.]: AOCS, 2009.

ARAÚJO, A. A. Estudo das propriedades físicas, químicas e termofísicas de óleos regionais e suas misturas. 2008. Dissertação (Mestrado) – [Instituição não informada].

BATES, H. W. *The naturalist on the River Amazons*. London: John Murray, 1863. 465 p.

BRASIL, M. V. da S. et al. Antibacteriano, fenóis totais, antioxidante e ácidos graxos da gordura corporal liofilizada de *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) de fazenda no estado do Acre, Brasil. *Journal of Medicinal Plants Research*, v. 14, n. 9, p. 458-467, 2020.

CANTARELLI, V. H. Alometria reprodutiva da tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*): bases biológicas para manejo. 2006. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CHAVES, W. A. et al. Changing Wild Meat Consumption: An Experiment in the Central Amazon, Brazil. *Conservation Letters*, 2017. doi:10.1111/conl.12391.

CHAVES, W. A. et al. Market access and wild meat consumption in the central Amazon, Brazil. *Biological Conservation*, v. 212, p. 240-248, 2017.

COLDING, J.; FOLKE, C. The taboo system: lessons about informal institutions for nature management. *Georgetown International Environmental Law Review*, v. 12, p. 413-445, 2000.

ERNST, C. H.; BARBOUR, R. W. *Turtles of the World*. Washington: Smithsonian Institution Press, 1989. 313 p.

FERRARA, C. R. et al. *Quelônios amazônicos: guia de identificação e distribuição*. Manaus: Wildlife Conservation Society Brasil, 2017. 82 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 420 p.

JENSEN, M. P. et al. Environmental warming and feminization of one of the largest sea turtle populations in the world. *Current Biology*, v. 28, n. 1, p. 154-159, 2018.

LIMA, A. T. Composição nutricional do casco da Tartaruga-da-Amazônia *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812). 2010. Dissertação (Mestrado) – [Instituição não informada].

LIMA, J. et al. Mapeamento participativo do uso dos recursos naturais e conhecimento tradicional sobre ecologia de quelônios na várzea do Rio Purus, Brasil. *Papers do NAEA*, n. 294, Belém, mar. 2012.

LUZ, V. L. F.; STRINGHINI, J. H.; BATAUS, Y. S. L.; PAULA, W. A.; NOVAIS, M. N.; REIS, I. J. Rendimento e composição química de carcaça da tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) em sistema comercial. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 1-9, 2003.

MARTINS, M.; MOLINA, F. B. Panorama geral dos répteis ameaçados do Brasil. In: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (org.). *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. Brasília; Belo Horizonte: MMA; Fundação Biodiversitas, 2008. p. 327-334.

MOURA-SANTOS, E. A.; CAMPOS, C. E. C. Utilização da banha da tartaruga-da-amazônia *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) pelos ribeirinhos de três comunidades do Arquipélago do

Bailique, Macapá-AP. In: X CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 16 a 22 set. 2011, São Lourenço. Anais [...]. São Lourenço: SEB, 2011.

PANTOJA, J. L. et al. Chain of commercialization of *Podocnemis* spp. Turtles (Testudines: Podocnemididae) in the Purus River, Amazon basin, Brazil: current status and perspectives. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, v. 10, n. 8, p. 1-10, 2014.

PRITCHARD, P. C. H.; TREBBAU, P. *The Turtles of Venezuela*. Oxford: Society of the Study of Amphibians and Reptiles, 1984. p. 43-57.

REDFORD, K. H.; ROBINSON, J. G. Subsistence and commercial uses of wildlife. In: ROBINSON, J. G.; REDFORD, K. H. (ed.). *Neotropical wildlife use and conservation*. Chicago: University of Chicago Press, 1991. p. 7-23.

REBÉLO, G.; PEZZUTI, J. Percepções sobre o consumo de quelônios na Amazônia: sustentabilidade e alternativas ao manejo atual. *Ambiente & Sociedade*, v. 6, n. 7, p. 85-104, 2000.

RIBEIRO, V. G. *Aquicultura: Tartaruga-da-Amazônia*. Acre: Estância Terra, 2010. 276 p.

RODRIGUES, M. J. J.; MOURA, L. S. S. Análise bromatológica da carne de tartaruga-da-Amazônia, *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) em habitat natural: subsídios para otimizar a criação racional. *Amazônia: Ciência e Desenvolvimento*, Belém, v. 2, n. 4, p. 7-16, 2007.

VALENZUELA, N. Maternal effects on life-history traits in the Amazonian giant river turtle *Podocnemis expansa*. *Journal of Herpetology*, v. 35, n. 3, p. 368-378, 2001.

VALERI, D.; MEIRELLES, A. J. A. Viscosities of fatty acids, triglycerides and their binary mixtures. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 74, n. 10, p. 1221-1226, 1997.

VIDAL, M. D.; COSTA, T. V. da. Manejo comunitário de quelônios: a parceria ProVárzea/Ibama - Pé-de-Pincha. In: MACHADO, P. C. (org.). *Criação e manejo de quelônios no Amazonas*. Manaus: Ibama, ProVárzea, 2007.