

Aplicabilidades do Baru (*Dipteryx alata* Vogel) na Saúde Humana: revisão de literatura

Baru Applicability (Dipteryx alata Vogel) in Human Health: literature review

Elizabeth de Fátima Lopes da Rocha¹, Iara Barbosa Cabral¹, Lucas Henrique Ferreira Sampaio¹, Liandra Bertoni Pietruci Bento¹, Flávio Monteiro Ayres^{1*}

¹ Universidade Estadual de Goiás (UEG-GO)

Resumo: *Dipteryx alata* Vogel, o baru, é uma espécie do Cerrado que possui papel relevante para a alimentação humana e animal, bem como para uso fitoterápico. Diferentes partes dessa planta podem ser utilizadas com diversos fins. Essa espécie tem sofrido efeitos deletérios devido à intensa ocupação agrícola vivenciada no Cerrado, sobretudo, porque há irrisórias áreas de conservação com a presença de *D. alata*. O objetivo deste trabalho é salientar os potenciais de utilização do baru para a saúde humana. Os bancos de dados consultados para esta revisão foram: Periódico Capes, Pubmed, Lilacs e Scielo. As amêndoas do baru são sementes comestíveis, quando submetidas à prévia torrefação e nelas são encontrados os ácidos graxos insaturados linolênico, oléico, gadoleico, fítico e erúxico. O ácido linoléico extraído da amêndoa do baru pode ser convertido em ácido araquidônico e eicosanoides que são metabolizados em substâncias pró-inflamatórias e estimuladoras de agregação plaquetária. Porém outros ácidos graxos insaturados encontrados no baru têm demonstrado ação anti-inflamatória no sistema cardiovascular, auxiliando na diminuição das concentrações de colesterol sanguíneo. Também apresenta papel anti-inflamatório relevante na prevenção do envelhecimento cutâneo e na proteção tecidual ao estresse oxidativo.

Palavras-chave: Ácidos graxos. Nutrição. Preservação. Agroextrativismo. Cerrado.

Abstract: the baru, *Dipteryx alata* Vogel, is a species from the Cerrado that plays a relevant role for human and animal nutrition, as well as for herbal use. Different parts of this plant can be used for different purposes. This species has suffered deleterious effects due to the intense agricultural occupation experienced in the Cerrado, especially because there are negligible conservation areas with the presence of *D. alata*. The objective of this work is to highlight the potential use of baru for human health. The databases consulted for this review were: Periodic Capes, Pubmed, Lilacs and Scielo. Baru almonds are edible seeds, when subjected to previous roasting and found in them. linolenic, oleic, gadoleic, phytic and erucic unsaturated fatty acids. Linoleic acid extracted from baru almond can be converted into arachidonic acid and eicosanoids which are metabolized to pro-inflammatory and platelet aggregation stimulating substances. However, other unsaturated fatty acids found in baru have shown anti-inflammatory action in the cardiovascular system, helping to lower blood cholesterol concentrations. It also has a relevant anti-inflammatory role in the prevention of skin aging and tissue protection against oxidative stress. Other relevant uses of baru are landscaping, crafts and construction.

Keywords: Nutrition. Fatty Acids. Preservation. Agroextractivism. Cerrado.

INTRODUÇÃO

Dipteryx alata Vogel, o baru, é uma espécie do Cerrado, cujo uso é muito variado. As amêndoas tornam-se sementes comestíveis, quando submetidas à prévia torrefação e a casca de tronco é utilizada para infusões. *D. alata* possui papel relevante para a ali-

mentação humana e animal, bem como para uso fitoterápico^{1,2}. *D. alata* é uma espécie arbórea que ocorre em ambientes de Cerradão e de Mata de Galeria, nas regiões de transição entre Matas de Galeria/Estacional e Cerrados³.

DOI 10.18224/evs.v48i1.8306

*Autor correspondente: flavioayres@yahoo.com

Recebido: junho, 2020 | Aceito: setembro, 2021 | Publicado: dezembro, 2021



Este artigo está licenciado com uma Licença Creative Commons. Atribuição Sem Derivações 4.0 CC BY-NC-ND.

De modo geral, a ocorrência de *D. alata* se dá em solos adequadamente drenados e com textura arenoargilosa. É nativa do Brasil com maior ocorrência nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, mas *D. alata* também pode ser encontrado no Tocantins, no Pará, em Rondônia, no Maranhão, na Bahia, no Piauí e em São Paulo, entretanto também pode ser encontrada em algumas regiões de outros países como no complexo pantaneiro do Paraguai, na Bolívia e no Peru^{4,5,6,7}. Dentre os potenciais de infusões da casca do tronco de *D. alata*, foram descritos efeitos medicinais como ações antiespasmódica e antirreumática, a regulação do ciclo menstrual e tônico muscular, além de possíveis efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios e anticancerígenos^{8,9}. É uma espécie que tem sofrido efeitos deletérios devido à intensa ocupação agrícola vivenciada no Cerrado, sobretudo, porque há irrisórias áreas de conservação com a presença de *D. alata*⁴. Com a expansão do mercado de produtos naturais, amplia-se o campo de pesquisa para plantas nativas corroborando com sua preservação e extrativismo de forma sustentável. Diante disso, essa revisão de literatura objetivou o levantamento de dados sobre as aplicabilidades de *D. alata* na saúde humana.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo consiste em uma revisão de literatura acerca das características botânicas, aspectos ecológicos e potenciais usos cosméticos e farmacêuticos de *D. alata*. Foram utilizados periódicos de anais de congressos, dissertações de mestrado e artigos das bases de dados: *Public Medline or Publisher Medline* (Pubmed), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Periódico Capes e Lilacs, sem exclusão de idiomas e definição de data para a busca.

RESULTADOS

Foram encontrados 565 artigos sobre *D. alata*, sendo que, 31 estavam no Pubmed, 446 nos Periódicos Capes, 60 no SciELO e 16 no Lilacs. Após a seleção dos trabalhos que melhor se adequavam ao estudo, 27 foram utilizados para compor esta revisão.

Características botânicas e ecológicas de *D. alata*

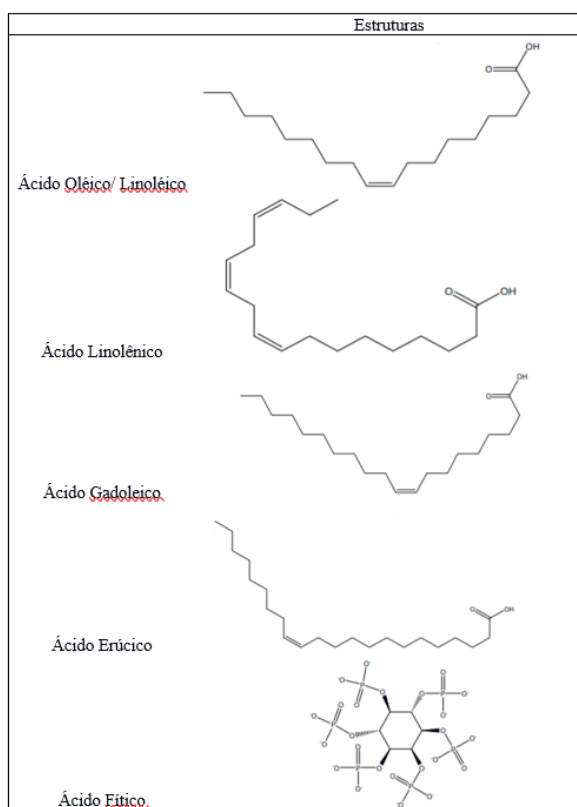
D. alata também conhecido como cumbaru ou cumaru, pertence à família Fabaceae⁴. A árvore do baru

possui em média cerca de 15 metros de altura, podendo chegar até 25 metros. Seu caule apresenta cor creme ou cinza clara, geralmente com aspecto liso, mas pode apresentar placas irregulares descamantes e com reentrâncias. As folhas são do tipo alternas, compostas, pinadas, pecioladas, com aspecto em raque alada e não possuem estípulas. As flores se apresentam como inflorescências, com cerca de 0,8 centímetros de comprimento e são consideradas hermafroditas¹⁰. Essa espécie produz frutos de julho a outubro. O fruto do barueiro é uma drupa, com cerca de 3 a 6 cm de comprimento, de aspecto ovóide, de coloração marrom e que não se altera quando maduro. Em cada fruto há uma única semente com aspecto elipsóide, com seu tegumento de cor amarela, porém podendo alcançar as cores vermelhas ou quase pretas. Os roedores constituem os principais agentes dispersores dessa espécie^{11,4}.

D. alata possui uma elevada tolerância ecológica a alterações ambientais como as mudanças climáticas e, conseqüentemente, sofre poucos efeitos dessas mudanças em sua diversidade genética^{7,10}. Há plantios para fins de conservação no Brasil, sobretudo em São Paulo. Em Goiás, há um banco de germoplasma, vinculado a Universidade Federal de Goiás, composto por plantas de *D. alata* de diversas regiões brasileiras⁴. Não obstante, estudos têm mostrado que é recomendável que as ações prioritárias de conservação para *D. alata* ocorra em áreas de Cerrado na região do Brasil Central conhecida como Vale do Araguaia^{7,12}.

Usos nutricional, econômico e potencial de *D. alata*

A polpa de *D. alata* representa quase 30% da massa do fruto e possui como principais componentes: amidos (~38%) e fibras vegetais (~29%)^{1,13}. Essa polpa também pode ser utilizada para obtenção de bebida alcoólica. O fruto dessa planta também é consumido por animais na estação seca, especialmente pelo gado bovino¹⁴. A amêndoa de *D. alata* tem sido utilizada também na fabricação de paçoca, pé-de-moleque e rapaduras. Essa amêndoa possui uma ótima quantidade de conteúdo lipídico e protéico, com presença de aminoácidos essenciais - aqueles obtidos apenas pela dieta alimentar e que não são sintetizados pelo organismo. Esse conteúdo nutricional é semelhante às melhores sementes comestíveis presentes na alimentação humana^{15,16}.

Quadro 1. Estruturas químicas dos ácidos presentes na amêndoa de *D. alata*

Fonte: Bailão et al. (2015), Raposo (2010), Casa Nove & Medeiros (2011), Adkins & Kelly (2010).

Nota: os ácidos graxos insaturados são os que apresentam em sua cadeia de carbono uma ou mais dupla ligação, podem ser monoinsaturados e poliinsaturados, onde respectivamente, contém uma dupla ligação e duas ou mais ligações. As principais série são ω -3, ω -6 e ω -9 que trazem como benefícios quando ingeridos, aumentam o nível de colesterol LDL, diminuem risco de doenças cardiovasculares, melhora fatores hemodinâmicos e também efeitos antirritímico, antiinflamatórios e antiaterosclerótico que irão reduzir nível de trigliceróis.

Os ácidos graxos insaturados encontrados na amêndoa de *D. alata* são importantes na redução de fatores de risco para doenças cardiovasculares, bem como na diminuição das concentrações de VLDL e LDL - colesterol. Nas amêndoas, são encontrados os ácidos graxos insaturados: ácido oléico, linolênico, gadoleico, fítico e erúxico^{1,3,17}, conforme mostrado no Quadro 1. O ácido linoléico pode ser convertido em ácido araquidônico e eicosanoides que são metabolizados em substâncias pró-inflamatórias e estimuladoras de agregação plaquetárias. Já o ácido linolênico é um precursor do ácido eicosapentaenóico e do ácido oco-sahexaenóico, que reduzem as respostas inflamatórias³.

Outro uso relevante de *D. alata* é o paisagismo, pois essa planta possui uma ampla copa e sombreamento na primeira metade da estação seca, com quedas das folhas (caducifólia) no fim desta estação. Também tem sido considerado um vegetal adequado para recuperação de áreas degradadas, devido às características de grande massa foliar, rápido crescimento vegetal, com poucas exigências de adubação e manutenção. A madeira tem alta densidade e durabilidade, por isso pode ser indicada para construção civil e na produção de carrocerias⁴.

Uso fitoterápico de componentes de *D. alata*

O óleo das sementes (amêndoas) de *D. alata*, geralmente, apresenta os seguintes constituintes, além dos ácidos graxos: fitoesteróides, monoterpênos e sesquiterpênos, tocotrienóis, compostos fenólicos, derivados do tocoferol (vitamina E), limonênos, elemenos, cariofilenos, campesterol, estigmasterol, cicloartenol, dentre outros. Esse óleo é obtido por prensagem hidráulica e mecânica ou por solventes. A tabela 1 mostra alguns dos componentes das amêndoas do baru. A concentração dessas substâncias pode variar entre barueiros, conforme condições climáticas de cultivo, variedade populacional do vegetal e sistemas de extração e refino do óleo^{18,19}. Tradicionalmente, os habitantes da região central do Brasil utilizam a infusão da casca de *D. alata* como anti-diarréico, no tratamento de doenças reumatológicas, doenças febris e na regulação do ciclo menstrual²⁰. Os efeitos reguladores do ciclo menstrual e antirreumático do baru podem estar associados com as ações estrogênicas e anti-inflamatórias de fitoesteróides e de cariofilenos. Porém, poucos trabalhos têm sido realizados para avaliar as propriedades anti-inflamatórias do óleo de baru¹⁹.

Tabela 1. Composição da Amêndoa de *D. alata* Vogel

Componentes	Valores
Lipídeos	397 - 437 g kg ⁻¹
Proteínas	238 - 281 g kg ⁻¹
Aminoácidos	83- 103%
Cálcio	1.104 - 1.492 mg kg ⁻¹
Ferro	39.3 - 58.8 mg kg ⁻¹
Zinco	41.1 - 54.1 mg kg ⁻¹

Fonte: Fernandes et al. (2010).

Nota: níveis dos componentes na composição da amêndoa de *D. Alata*.

Na medicina popular, o óleo da amêndoa de *D. alata* tem sido utilizado no tratamento de picadas de serpente, especialmente *Bothrops jararacussu* (surucucu). Esse óleo apresenta elevados teores de ácidos linoléicos e oléicos, mas também foram encontrados quatro triterpenóides, nove isoflavonóides, três compostos fenólicos, uma chalcona e uma aurona. Alguns desses componentes podem ter papel protetor contra o bloqueio neuromuscular causado pela toxina presente na picada de *B. jararacussu*²¹.

O óleo de *D. alata* possui também papel importante na redução de lesões do fígado (como esteatose hepática) e de vasos sanguíneos (como aterosclerose) oriundas de desordens dislipidêmicas²⁰. Outra relevância fitoterápica de extratos de *D. alata* é como agente leishmanicida, com reduções de aproximadamente 95% carga parasitária de *Leishmania amazonensis* e com baixa citotoxicidade em células dos mamíferos estudados (camundongos). Os principais fitoquímicos encontrados nesses extratos vegetais incluíam: cumarinos, flavonóides, alcalóides triterpenetos, taninos, quinonas, esteróides e saponinas²².

Uso dermocosmético de *D. alata*

Os cosméticos são preparações naturais ou sintéticas para serem utilizados na pele, cabelo, unhas, lábios e outros tecidos, cujo objetivo é higienizar, alterar a aparência e/ou corrigir odores²³. O termo cosmeceútico foi cunhado por Albert Kligman, que reconheceu o uso de cosmético com benefício terapêutico na aparência da pele e anexos, porém sem que tenha ações medicamentosas, como as drogas. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) ainda não reconhece o termo cosmeceútico sendo, portanto, utilizado “dermocosmético”²⁴.

A indústria de estética e cosmética é um dos segmentos que mais crescem no mundo e o mercado brasileiro tem sido considerado muito promissor. O Brasil é o terceiro maior mercado de cosméticos em escala mundial. Nesse sentido, a pesquisa com dermocosméticos se faz necessária, visto que a demanda é muito grande²⁵. O uso de óleo de *D. alata* como ativo dermocosmético ainda não é amplo, é comparável ao óleo de argan que consiste num dos principais óleos para hidratação capilar e efeitos de selagem cuticular após transformações capilares em procedimentos como relaxamentos, descolorações, colorações e escovas progressivas sem formol. Os tipos e a concentração de ácidos graxos e outros compostos do óleo de *D. alata* são bastante semelhantes ao óleo de argan, de origem do Marrocos. As semelhanças encontradas entre o óleo de *D. alata* e o óleo de argan incluem: ácido linoléico (30%), ácido oléico (49%) e ácido palmítico (6%), diferenciando apenas no ácido graxo linolênico²⁶.

O óleo de *D. alata* também possui relevante papel na prevenção do envelhecimento cutâneo e na proteção tecidual ao estresse oxidativo. Esses efeitos ocorrem devido às propriedades antioxidantes de extratos do barueiro, que apresentam elevados níveis de ácido fítico e compostos fenólicos presentes no óleo desse vegetal^{17, 18, 27}.

A espécie *D. alata* possui diversas aplicabilidades e praticamente todos os seus componentes podem ser utilizados, tanto na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética, quanto para o agroextrativismo, entretanto, observa-se um grande potencial do baru sobre a saúde humana, por ser uma rica fonte de antioxidantes, proteínas e lipídios. Sendo assim nota-se a necessidade de preservação da espécie e da elaboração de novos estudos sobre suas aplicações multifuncionais e potenciais utilizações de seus componentes.

REFERÊNCIAS

1. Fernandes, D. C.; Freitas, J. B.; Czedler, L. P.; Naves, M. M. V. Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savanna. *Journal of the science of food and agriculture*, v. 90, p. 1650-1655, 2010.
2. Siqueira, E. M. A.; Marin, A. M. F.; Cunha, M. S. B.; Fustinoni, A. M.; Santana, L. P.; Arruda, S. F. Consumption of baru seeds [*Dipteryx alata* Vog.], a Brazilian savanna nut, prevents iron-induced oxidative stress in rats. *Food Research International*, v. 45, p. 427–433, 2012.
3. Souza, R. G. M.; Gomes, A. C.; Castro, I. A.; Mota, J. F. A baru almond-enriched diet reduces abdominal adiposity and improves high-density lipoprotein concentrations: a randomized, placebo-controlled trial. *Nutrition*, v. 55-56, p. 154-160, 2018.
4. Sano, S. M.; Brito, M. A.; Ribeiro, J. F. *Dipteryx alata*. In: BRASIL. *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade, 2018.
5. Santos, G. G.; Silva, M. R.; Lacerda, D. B. C. L.; Martins, D. M. O. ; Almeida R. A. Aceitabilidade e qualidade físico-química de paçocas elaboradas com amêndoa de baru. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 42, n. 2, p. 159-165, 2012.
6. Collevatti, R. G.; Telles, M. P. C.; Nabout, J. C.; Chaves, L. J.; Soares, T. N. Demographic history and the low genetic diversity in *Dipteryx alata* (Fabaceae) from Brazilian Neotropical savannas. *Heredity*, v. 111, p. 97–105, 2013.
7. Diniz-Filho, J. A.; Rodrigues, H.; Telles, M. P. C.; Oliveira, G.; Terribile, L. C.; Soares, T. N.; Nabout, J. C. Correlation between genetic diversity and environmental suitability: taking uncertainty from ecological niche models into account. *Molecular Ecology Resources*, v. 15, p. 1059–1066, 2015.
8. Arakaki, A. H.; Scheidt, G. N.; Portella, A. C.; Arruda, E. J.; Costa, R. B. The baru (*Dipteryx alata* Vog.) as alternative for sustainability in the area of Cerrado forest fragment in the Mato Grosso South. *Interações*, v. 10, n. 1, p. 31-39, 2009.
9. Lemos, M. R. J. *Caracterização e estabilidade dos compostos bioativos em amêndoas de baru (Dipteryx alata Vog.), submetidas a processo de torrefação*. Tese de doutorado. Brasília: Universidade de Brasília, 2012.
10. Oliveira, M. I. B.; Sigrist, M. R. Fenologia reprodutiva, polinização e reprodução de *Dipteryx alata* Vogel (Leguminosae-Papilionoideae) em Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 31, p. 195-207, 2008.
11. Ragusa-Netto, J. Seed removal of *Dipteryx alata* Vog. (Leguminosae: Faboideae) in the edge and interior of Cerrado. *Brazilian Journal of Biology*, v. 77, n. 4, p. 752-761, 2017.
12. Nabout, J.; Soares, T.; Diniz-Filho, J. Combining multiple models to predict the geographical distribution of the Baru tree (*Dipteryx alata* Vogel) in the Brazilian Cerrado. *Brazilian Journal of Biology*, v. 70, n.4, p. 911-919, 2010.
13. Alves, A. M.; Mendonça, A. L.; Caliari, M.; Santiago, R. A. Avaliação química e física de componentes do baru (*Dipteryx alata* Vog.) para estudo da vida de prateleira. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 40, n.3, p. 266-273, 2010.
14. Ribeiro, A. E. C.; Ascheri, D. P. R.; Ascheri, J. L. R. Aplicação da metodologia de superfície de resposta para a seleção de uma bebida alcoólica fermentada de polpa de baru. *Revista Agroecologia*, v. 2, n. 1, p. 57–72, 2011.
15. Cruz, K. S.; Silva, M. A.; Freitas, O. ; Neves, V. A. Partial characterization of proteins from baru (*Dipteryx alata* Vog) seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 91, p. 2006-2012, 2011.
16. Nunes, A. A.; Favaro, S. P.; Miranda, C. H. B.; Neves, V. A. Preparation and characterization of baru (*Dipteryx alata* Vog) nut protein isolate and comparison of its physico-chemical properties with commercial animal and plant protein isolates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 97, p.151–157, 2017.

17. Martins, F. S.; Borges, L. L.; Paula, J. R.; Conceição, E. D. Impact of different extraction methods on the quality of *Dipteryx alata* extracts. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 23, n. 3, p. 521-526, 2013.
18. Bailão, E. F. L. C.; Devilla, I. A.; Conceição, E. D.; Borges, L. L. Bioactive compounds found in brazilian cerrado fruits. *International Journal Molecular Science*, v. 16, n. 10, p.760-783, 2015.
19. Martins, A.; Leão, M.; Mello, I. ; Parizzoto, C.; Ribeiro, F. Análises da composição química do baru (*Dipteryx alata* Vog). *Anais do 55º Congresso Brasileiro de Química*, 2 a 6 de novembro de 2015, Goiânia, 2015.
20. Reis, M. A.; Novaes, R. D.; Baggio, S. R.; Viana, A. L. M.; Salles, B. C. C.; Duarte, S. M. S.; Rodrigues, M. R.; Paula, F. B. A. Hepatoprotective and Antioxidant Activities of Oil from Baru Almonds (*Dipteryx alata* Vog.) in a Preclinical Model of Lipotoxicity and Dyslipidemia. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018.
21. Puebla, V. P.; Oshima, Y.; Franco, L. M.; Santos, M. G.; Silva, R. V.; Rubem-Mauro, L.; Feliciano, A. S. Chemical Constituents of the Bark of *Dipteryx alata* Vogel, and Active Species against *Bothrops jararacussu*. *Molecules*, v. 15, p.193-204, 2010.
22. Ribeiro, T. G.; Chavez-Fumagalli, M. A.; Valadares, D. G.; Franca, J. R.; Lage, P. S.; Duarte, M. C.; Andrade, P. H. R.; Martins, V. T.; Costa, L. E. ; Arruda, A. L. A.; Faraco, A. A. G.; Coelho, E. A. F.; Castilho, R. O. Antileishmanial activity and cytotoxicity of Brazilian plants. *Experimental Parasitology*, v. 143, p. 60 – 68, 2014.
23. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005*. Aprova o Regulamento Técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. Brasília, DF: ANVISA, 2005. Disponível em http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0270_22_09_2005.html. Acesso em 23 de novembro de 2019.
24. Costa, A. *Tratado Internacional de Cosmecêuticos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.
25. Kede, M. P. V; Sabatovich, O. *Dermatologia Estética*. 3ª Ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.
26. Matos, I. O. ; Dourado, D. ; Pereira, N. P. Prospecção de óleos fixos da flora brasileira e africana na cosmetologia sustentável. *Visão Acadêmica*, v.16, n.2, p. 18-37, 2015.
27. Pineli, L. L. O. ; Carvalho, M. V.; Aguiar, L. A.; Oliveira, G. T.; Celestino, S. M. C.; Botelho, R. B. A.; Chiarrello, M. Use of baru (*Dipteryx alata*) waste from physical extraction of oil to produce flour and cookies. *LWT - Food Science and Technology*, v. 60, p. 50-55, 2015.
28. Raposo, H. F. Efeito dos ácidos graxos n-3 e n-6 na expressão de genes do metabolismo de lipídeos e risco de aterosclerose. *Revista de Nutrição*, n.23, n.5, p.871-879, 2010.
29. Casa Nova, M. A.; Medeiros, F. Recentes evidências sobre os ácidos graxos poli-insaturados da família ômega-3 na doença cardiovascular. *Revista do Hospital Universitário Pedro Ernesto*, v.1, n.11, p.74-80, 2011.
30. Adkins, Y.; Kelly, D. S. Mechanisms underlying the cardioprotective effects of omega-3 polyunsaturated fatty acids. *The Journal Nutritional Biochemistry*, v.21, p.781-792, 2010.