

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DO USO DO FRUTO DO BARU (DIPTERYX ALATA VOG.) MELHORAR AS CONDIÇÕES DE VIDA DAS COMUNIDADES QUILOMBOLAS E EXTRATIVISTAS NO BRASIL



<https://doi.org/10.56238/arev6n3-342>

Data de submissão: 27/10/2024

Data de publicação: 27/11/2024

Tatiane Luciano Balliano

Universidade Federal de Alagoas, Av. Lourival de Melo Mota, s/n, Tabuleiro de Martins, Maceió-AL,57072-970, Brasil.
E-mail: tlb@qui.ufal.br

Sannyele Alcantara Emiliano

Universidade Federal de Alagoas, Av. Lourival de Melo Mota, s/n, Tabuleiro de Martins, Maceió-AL,57072-970, Brasil.

Ricardo Soletti

Universidade Federal de Alagoas, Av. Lourival de Melo Mota, s/n, Tabuleiro de Martins, Maceió-AL,57072-970, Brasil.

João Inácio Soletti

Universidade Federal de Alagoas, Av. Lourival de Melo Mota, s/n, Tabuleiro de Martins, Maceió-AL,57072-970, Brasil.

Renata Maria Rosas Garcia Almeida

Universidade Federal de Alagoas, Av. Lourival de Melo Mota, s/n, Tabuleiro de Martins, Maceió-AL,57072-970, Brasil.

Mariana Moura Moutinho

Laboratório de Tecnologia Cervejeira de Bioprocessos e Catálise em Energias Renováveis, Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 70910-900, Brasil.

Munique Gonçalves Guimarães

Laboratório de Tecnologia Cervejeira de Bioprocessos e Catálise em Energias Renováveis, Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 70910-900, Brasil.

Grace Ferreira Ghesti

Laboratório de Tecnologia Cervejeira de Bioprocessos e Catálise em Energias Renováveis, Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 70910-900, Brasil.

RESUMO

Barueiro (*Dipteryx alata* Vog.) é uma espécie de planta arbórea nativa da região fértil do Cerrado brasileiro. é uma grande promessa para o cultivo e desenvolvimento tecnológico devido aos seus usos versáteis e à reutilização completa de suas peças. Dada a sua importância local, é essencial um maior apoio à investigação, uma vez que a espécie tem potencial para gerar produtos de elevado valor e oferecer uma fonte de rendimento sustentável aos seus produtores. Este estudo é uma análise prospectiva de artigos e patentes sobre o barueiro, destacando que a maioria das tecnologias apresenta baixos níveis de maturidade tecnológica (TRL 3-4) e permanece em fase de bancada, com a maioria

das patentes depositadas por universidades. A colaboração entre as comunidades extrativistas e a academia é crucial para a transferência de conhecimento, criação cooperativa e desenvolvimento de projetos para centros de processamento, treinamento e geração descentralizada de energia, apoiando assim os ODS e os princípios da economia circular, agregando valor e melhorando o bem-estar da comunidade. Uma vez estabelecidas essas cooperativas e processos, a solicitação de indicação geográfica pode aumentar ainda mais o valor dos produtos à base de baru.

Palavras-chave: Prospecção Tecnológica. Novos produtos alimentícios. Baru. *Dipteryx alata* vog.

1 INTRODUÇÃO

O barueiro (*Dipteryx alata* Vog.) é uma espécie arbórea que pertence a regiões férteis do cerrado brasileiro, que é considerado o segundo maior bioma do Brasil, responsável por abrigar cerca de 5% da flora mundial, e um terço da biodiversidade nacional (Pineli et al., 2015). Dependendo da localização geográfica onde essa espécie é encontrada, ela pode ser conhecida por diferentes nomes, como: barujó, baruzeiro, baruí, coco-feijão, cumbaru, cumaru, pau cumaru e baru (Botezelli et al., 2000). Esta planta produz o fruto "baru", cuja polpa tem um sabor adocicado que envolve uma amêndoa comestível (Da Cruz et al., 2011).

Atualmente, a castanha de baru é colhida por meio do extrativismo por comunidades quilombolas, grupos étnico-raciais descendentes principalmente de africanos escravizados que escaparam da escravidão. Reconhecidos pelo Estado brasileiro, eles possuem direitos territoriais especiais sob a Constituição Federal de 1988 e o Decreto nº 4.887/2003, que lhes concede direitos de propriedade sobre suas terras tradicionais. Historicamente marginalizadas, essas comunidades enfrentaram recursos e oportunidades limitados, levando a disparidades socioeconômicas em comparação com outras regiões (Pineli et al., 2015).

Muitas comunidades quilombolas ainda enfrentam acesso limitado a serviços essenciais como saúde, educação, saneamento e infraestrutura. Esses desafios decorrem de fatores como discriminação racial, recursos econômicos e territoriais restritos, políticas governamentais insuficientes e representação política limitada. Também é essencial reconhecer que as comunidades quilombolas são diversas, com realidades diferentes influenciadas pela localização, história e políticas locais. (Evaristo et al., 2021). [4].

Com suas diversas aplicações, o baru é uma espécie altamente promissora para cultivo e avanço tecnológico, pois todas as suas partes podem ser reutilizadas. Sua madeira densa é utilizada para a construção de cercas, postes, vigas, caibros e tábuas de piso, bem como na fabricação de carrocerias e ferramentas agrícolas (Sano et al., 2004). A casca contém três valiosos triterpenos pentacíclicos - lupeol, lupen-3-ona e betulina - usados para tratar dores nas costas (Sano et al., 2004). A polpa comestível e a amêndoa são ricas em nutrientes, e a amêndoa, representando 5% da produção do fruto, é economicamente viável para a extração de óleo, atendendo às indústrias alimentícia, química e farmacêutica devido ao seu alto teor de lipídios (Brandão & CEMIG, 2001; Lemos, 2012). A presença generalizada da castanha-de-baru no Cerrado e seu uso como suplemento alimentar por comunidades rurais têm despertado o interesse tecnológico no desenvolvimento de novos produtos alimentícios de alto valor agregado a partir dessa espécie, como . Seu cultivo local oferece uma fonte de renda

sustentável e benefícios para a saúde dos consumidores (Hiane et al., 1992; Jesus et al., 2011; Magalhães, 2011).

O uso de novas matérias-primas naturais aprimora os produtos alimentícios existentes, garantindo enriquecimento nutricional de baixo custo e promovendo a reutilização do produto (Bowles & Demiate, 2006). Barras de cereais, pães, bolos, iogurtes e sorvetes são opções populares e convenientes para incorporar frutas regionais como o baru, o que pode aumentar o valor nutricional, aumentar o valor de mercado da fruta e apoiar a preservação das espécies e o desenvolvimento regional sustentável (Soares Júnior et al., 2007).

Dado o potencial do baru (*Dipteryx alata* Vog.), este estudo realizou uma análise prospectiva das pesquisas sobre a fruta até 2020. Os artigos foram revisados para as principais áreas de pesquisa, aplicações promissoras do setor de alimentos, principais fontes de financiamento e patentes relacionadas. Foi realizada uma revisão bibliográfica em bases de dados como Scopus, Web of Science e Capes Periodicals, e foram revisadas patentes no INPI, OMPI e Questel Orbit. O estudo teve como objetivo explorar tecnologias que possam aumentar a renda das comunidades extrativistas quilombolas por meio do processamento de baru de valor agregado, apoiando os princípios da economia circular, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa e alinhando-se às metas dos ODS.

2 MÉTODOS E MATERIAIS

A previsão tecnológica, por meio de métodos qualitativos e quantitativos, apoia o planejamento estratégico, prevendo cenários futuros com base em fatores socioeconômicos, culturais, legais e ambientais. Este estudo utilizou a prospectiva como ferramenta para monitorar pesquisas e patentes em andamento, realizando buscas em bases de dados como Periódicos da Capes, Web of Science e Scopus com as palavras-chave "Baru" e "*Dipteryx alata*".

A pesquisa de patentes envolveu bancos de dados como INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial), OMPI e Questel Orbit, analisando títulos, resumos e reivindicações para mapear desenvolvimentos tecnológicos, patentear empresas e inventores.

As buscas foram realizadas entre janeiro e maio de 2024, considerando resultados da primeira pesquisa registrada (1999) até o presente. A prospecção foi feita por meio da coleta, processamento e análise dos dados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de várias bases de dados referentes a artigos sobre o tema de pesquisa estão resumidos na Tabela 1. Foram identificados 1.112 artigos na base de dados nacional Capes Periódicos

para a palavra-chave "Baru" no título, mas apenas 103 foram relevantes. Cerca de 385 artigos estavam em indonésio, onde "baru" significa "novo". Os 727 artigos restantes não estão apenas relacionados ao tópico, pois também fazem referência a um vulcão chamado "Barú" no Panamá e em vários lugares da Malásia. Além disso, o Capes Periódicos inclui diferentes softwares de gerenciamento de referências, resultando em lançamentos duplicados. Em contrapartida, as demais bases de dados forneceram resultados mais refinados, com 112 artigos na Web of Science e 179 na Scopus, embora alguns não fossem pertinentes ao tema da pesquisa.

O baru, cientificamente denominado *Dipteryx alata*, é uma fruta nativa do cerrado brasileiro, e esse termo específico foi usado para refinar os resultados da pesquisa. No Periódico Capes, foram encontrados 152 resultados relacionados à tecnologia estudada, sendo 90 na Web of Science e 94 na Scopus. Quando a busca foi expandida para incluir resumos, o número de resultados aumentou, pois muitos estudos avaliam várias espécies de plantas por suas semelhanças em regionalidade, propriedades fitoquímicas ou aplicações. No entanto, a combinação de palavras-chave de títulos e resumos levou a uma redução nos resultados, pois alguns artigos foram excluídos, tornando essa abordagem menos eficaz para as pesquisas. As respostas do banco de dados estão resumidas na Tabela 1.

Tabela 1: Escopo da pesquisa de artigos

		Base de dados		
		Camadas periódicas	Web of Science	Scopus
TÍTULO	Baru	1112	237	413
	<i>Dipteryx alata</i>	267	142	94
ABSTRAIR	Baru	13509	635	1087
	<i>Dipteryx alata</i>	438	133	199

À medida que o desenvolvimento científico e a expansão tecnológica continuam a crescer, a proteção da propriedade intelectual por meio de patentes tornou-se cada vez mais importante para salvaguardar direitos e incentivar o investimento. As patentes foram pesquisadas usando palavras-chave no título, resumo e reivindicações, semelhante à abordagem usada para artigos. Foi necessário incluir reivindicações de patentes, pois alguns estudos podem fazer referência a Baru (*Dipteryx alata*), mesmo que não fosse o foco principal.

O número de patentes encontradas foi notavelmente baixo, já que a pesquisa sobre Baru só começou em 1995. Cada patente foi cuidadosamente analisada devido ao número limitado de respostas, resultando em uma contagem refinada daquelas relevantes para a pesquisa. Por fim, um total de 22 documentos foram identificados em todos os bancos de dados, conforme detalhado na Tabela 2.

Tabela 2: Escopo da Pesquisa de Patentes

		Database		
		INPI	OMPI	Órbita Questel
TÍTULO	Baru	16	1534	290
	<i>Dipteryx alata</i>	8	3	4
ABSTRIR	Baru	20	5033	69
	<i>Dipteryx alata</i>	11	5	6
REIVINDICAÇÕES	Baru	-	5	17
	<i>Dipteryx alata</i>	-	3	3

A evolução anual de artigos e patentes, representadas pelas Figuras 1 e 2 respectivamente, confirmam que o Baru (*Dipteryx alata*) é uma tecnologia de conceito recente, com forte tendência de crescimento no aspecto científico.

O primeiro artigo surgiu na década de 1990, quando projetos de financiamento na região central do Brasil começaram a investir em pesquisas identificando espécies vegetais e frutas com potencial socioeconômico (Sano et al., 1999).

As pesquisas sobre *baru* (*Dipteryx alata*) estão aumentando devido a fatores como políticas públicas que melhoram o acesso ao ensino superior, notadamente a lei de inclusão social ("Lei nº 12.711 de 29/08/2012"), que tem impulsionado o número de egressos realizando pesquisas valiosas. Além disso, a "Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005", que promove o biodiesel a partir de biomassa, estimulou estudos sobre biomassa adequadas. Consequentemente, mais de 40% das publicações de *baru* estão no setor agrícola, refletindo essas influências.

Figura 1: Evolução anual dos artigos

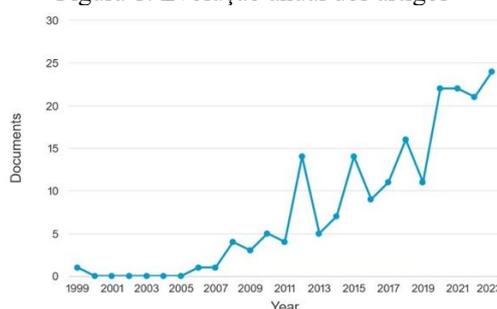
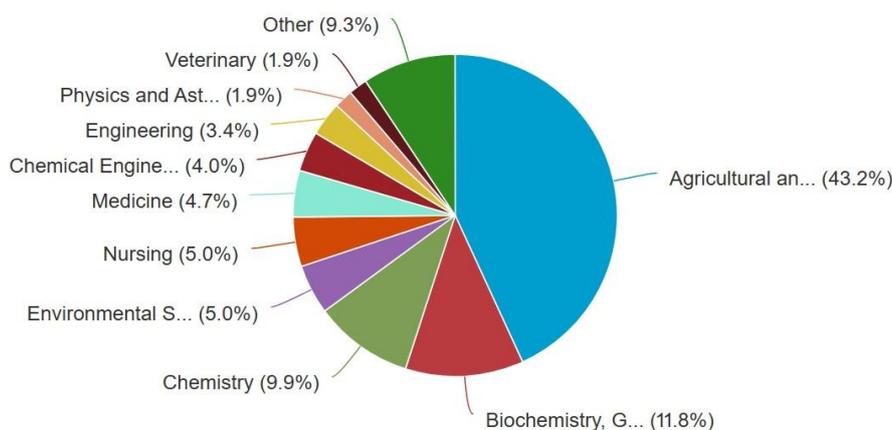
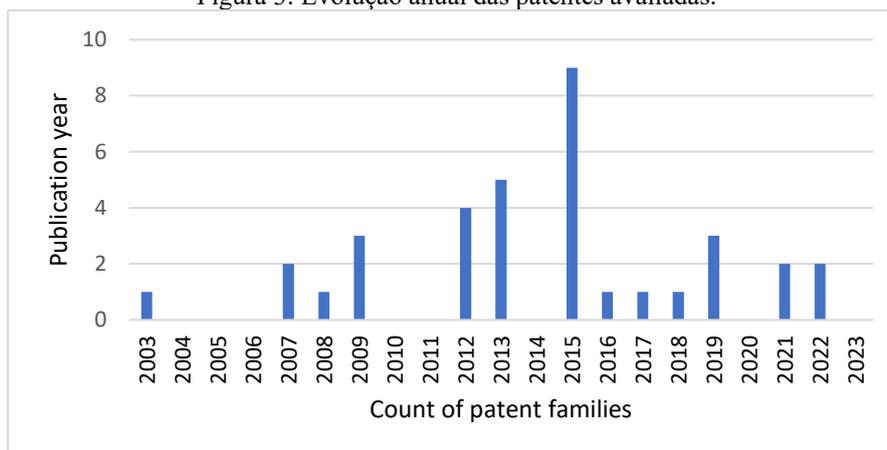


Figura 2. Área de conhecimento dos artigos



Considerando que nem todas as invenções podem ser patenteadas; para se qualificar, elas devem apresentar novidade, aplicabilidade industrial e atividade inventiva. Isso explica por que a primeira patente relacionada ao Baru (*Dipteryx alata*) foi depositada quase uma década após a publicação do primeiro artigo (Figura 3). O depósito de uma patente requer experiência na espécie, incluindo conhecimento de seu manuseio, composição e usos. A primeira patente, intitulada "Máquina para extração de amêndoas de frutas com pericarpo lenhoso" (Udonor, 2003), concentra-se na extração de amêndoas de Baru e outras frutas semelhantes com pequenas adaptações. Esta patente foi registrada em 2003, mas foi revogada em 2012.

Figura 3: Evolução anual das patentes avaliadas.

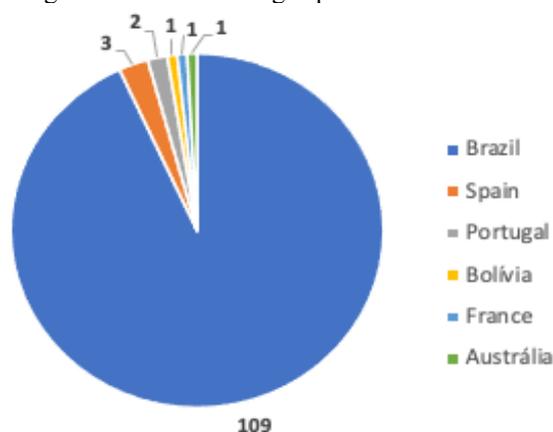


Após o pedido inicial de patente, o progresso na tecnologia relacionada ao Baru foi lento até um avanço em 2013. Esse avanço foi ligado à cientista de alimentos Miriam Rejane Bonilla Lemos, da Universidade de Brasília, em 2012 (Lemos, 2012), que demonstrou que o Baru não é apenas saboroso e nutritivo, mas também possui propriedades antioxidantes significativas que podem ajudar

a combater doenças inflamatórias e crônico-degenerativas, incluindo artrite, câncer, diabetes, hipertensão e problemas cardiovasculares (Ignat et al., 2011). Ela também descobriu que os óleos de amêndoa Baru são ricos em compostos essenciais para a saúde, como ômega 3, 6 e 9.

A análise dos documentos revelou que o Brasil é o líder na publicação de artigos e patentes sobre Baru, como mostra a Figura 4, seguido por Espanha e Portugal, que não são comparáveis em termos de produção de pesquisa. O Brasil domina a produção de artigos científicos e detém todos os depósitos de patentes, destacando sua acessibilidade à pesquisa sobre o tema.

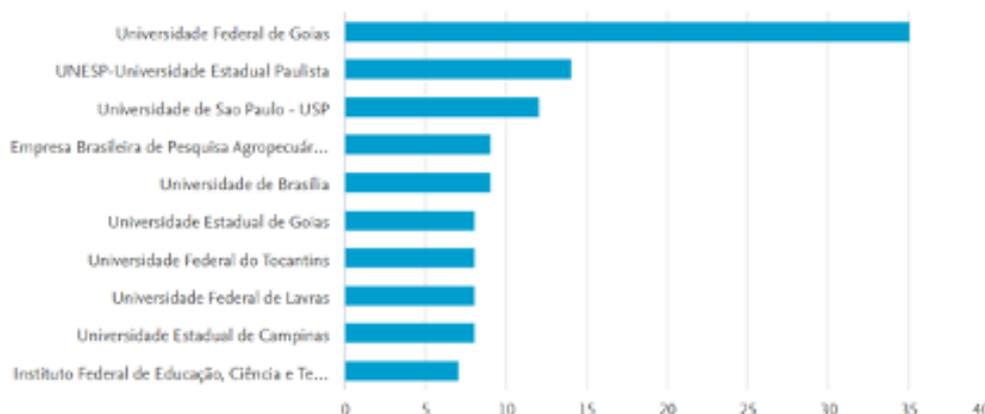
Figura 4: Locais de artigos publicados sobre Baru



No Brasil, as publicações de artigos são predominantemente produzidas por instituições das regiões Centro-Oeste e Sudeste, conforme ilustrado na Figura 5. A maioria dessas publicações vem de instituições de pesquisa, particularmente universidades brasileiras que promovem pesquisas voltadas para o desenvolvimento socioeconômico do país. Notavelmente, a Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) são reconhecidas como influenciadoras significativas no desenvolvimento do empreendedorismo no país. (Brasil Júnior/AIESEC/BRASA/enactus/RedeCsF, 2016).

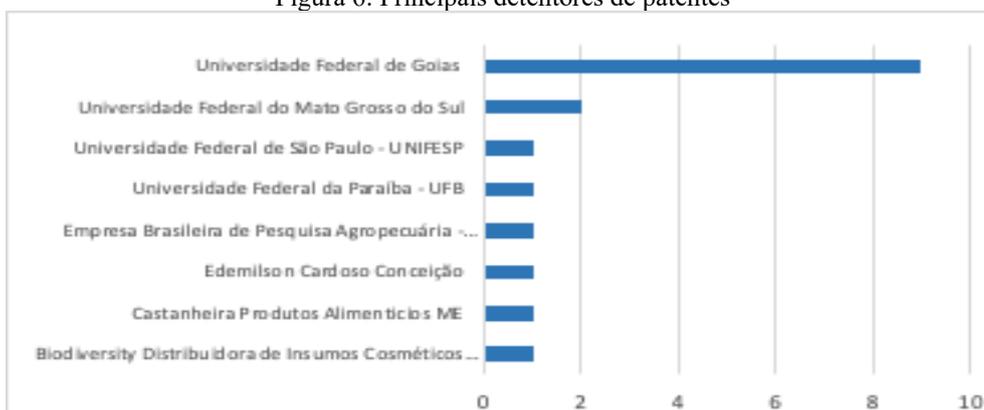
Entre as instituições, a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) ocupa o quarto maior lugar na publicação de artigos. A EMBRAPA é uma organização pública de pesquisa vinculada ao Ministério da Agricultura, com foco em inovação tecnológica na agricultura brasileira.

Figura 5: Documentos de artigos por afiliação.



As universidades brasileiras são as principais detentoras de patentes e lideram as publicações acadêmicas, conforme ilustrado na Figura 6. Destaca-se que dois patenteados estão fora da academia: Cardoso da Conceição Edemilson, que detém a patente de um creme hidratante com óleos de semente de Baru (Conceição et al., 2007), destacando qualidades sensoriais únicas, e a Castanheira Produtos Alimentícios ME, que detém a patente de um processo de criação de sobremesas congeladas comestíveis utilizando polpa de Baru (Martins, 2010), marcando um uso inovador desse ingrediente em guloseimas congeladas.

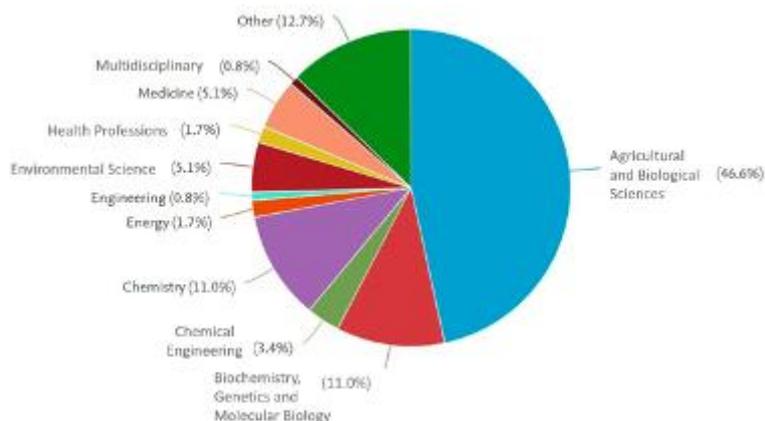
Figura 6: Principais detentores de patentes



Em relação às principais áreas de estudos relacionadas aos temas de pesquisa (Figura 7), nota-se os aspectos ambientais, sustentáveis, sociais e econômicos do fruto como alternativa sustentável para extração (Magalhães, 2014), incluindo suas diversas técnicas (Fetzer et al., 2018), dada a sua ocorrência comum na região do cerrado brasileiro, explorando assim a possibilidade de geração de renda para os produtores locais. Além disso, os artigos foram relacionados a aspectos como a caracterização de diferentes partes desse fruto (polpa, endocarpo e sementes), sua fenologia, bem como o conteúdo nutricional em seus tecidos, para ser utilizado em diversos setores, principalmente na

indústria alimentícia, uma vez que o óleo de suas sementes é comparável em teor de ácidos graxos ao azeite (Siqueira et al., 2016), e sua farinha é capaz de reduzir o teor de gordura quando substituída em receitas que pedem farinha de trigo (Paglarini et al., 2018).

Figura 7: Campos de estudo de Baru (*Dipteryx alata*)



A avaliação da toxicidade das novas tecnologias é crucial, especialmente para os medicamentos e os produtos alimentares. A pesquisa com a planta de baru inclui avaliações de segurança *in vitro* e *in vivo*. (Alonço & Candalaft, 2015; Nazato et al., 2010).

O potencial produtivo do baru reside em seu teor de lipídios e proteínas, comparável ao da castanha verdadeira (amêndoas, avelãs, castanhas, castanhas de caju, castanha do Brasil, macadâmias, nozes e pistache), tornando-o adequado para uso culinário em produtos como paçocas, biscoitos, barras de cereais, granola, bolos e pães (Naves, 2010).

O cozimento é um dos métodos culinários mais antigos, e os ingredientes essenciais geralmente são farinha de trigo, água, sal e fermento, além de ingredientes enriquecedores como açúcar, gordura, ovos, aromatizantes e especiarias (Brasil, 2017). À medida que a tecnologia avançou, muitos desses ingredientes foram substituídos para melhorar o perfil nutricional dos produtos de panificação e atrair o interesse do consumidor (Miamoto, 2008). Consequentemente, inúmeros estudos exploraram o uso da farinha de baru como substituto dos ingredientes tradicionais, levando à criação de produtos com valor nutricional significativamente melhorado.

Soares (Soares, 2018) desenvolveu biscoitos desenvolvidos com 20% de farinha de baru, encontrando aumento de lipídios, proteínas, fibras e minerais em comparação com biscoitos comerciais. O teor de proteína aumentou significativamente de 2,75 g para 4,02 g por 100g, com forte aceitação do consumidor e mais de 30% de intenção de compra. Os biscoitos com farinha de amêndoa de baru oferecem benefícios nutricionais e sensoriais, apoiando sua promoção junto aos consumidores.

Demonstrando a viabilidade do preparo dessas receitas, Rocha & Cardoso Santiago (Rocha & Cardoso Santiago, 2009) demonstraram a viabilidade do uso da casca e da polpa de baru no pão, substituindo com sucesso as farinhas comuns para criar um produto com boa textura e aparência, teor energético reduzido e aumento de 58,2% na fibra alimentar.

Da mesma forma, Lima (Lima et al., 2010) desenvolveu barras de cereais com polpa e sementes de baru, atingindo níveis de fibra alimentar (15g/100g) que superam as barras comerciais, que contêm cerca de 6g/100g. Isso destaca o potencial do baru no mercado de barras de cereais.

Com a crescente conscientização sobre a saúde do consumidor, a indústria alimentícia está inovando opções mais saudáveis. Rojas et. al. (Rojas et al., 2018) desenvolveram uma maionese enriquecida com ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) usando sementes de chia microencapsuladas, sementes de abóbora e óleo de baru, produzindo uma maionese mais saudável que mantém a textura comercial.

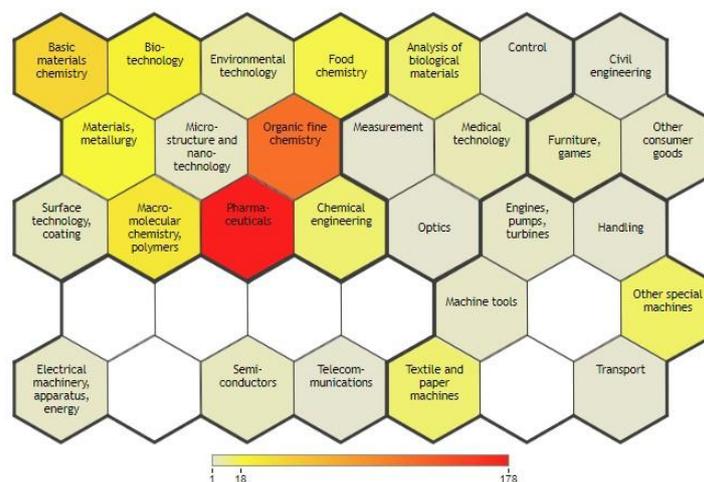
Em resumo, como o baru apresenta potencial no mercado de alimentos, é necessário estimar sua vida útil, ou seja, avaliar o período em que podem ocorrer alterações em sua composição que possam ser prejudiciais à saúde. Alves et al. (Alves et al., 2010) examinaram a vida útil do baru, descobrindo que ele é climatérico (continua a amadurecer após a colheita). Eles observaram que substâncias antinutricionais como taninos e ácido fítico diminuem com o tempo, enquanto o conteúdo nutricional permanece estável.

Sousa et al. (Sousa et al., 2012) recomendam as sementes de baru como uma adição nutritiva a uma dieta balanceada, proporcionando qualidade proteica superior e eficiência alimentar em comparação com outras sementes comestíveis, indicando seu potencial econômico.

Dados os usos versáteis do baru, seu potencial tecnológico é significativo. A proteção da propriedade intelectual é recomendada para essas oportunidades. Nesse sentido, o presente trabalho avaliou as patentes existentes neste tema.

Este estudo revisou patentes relevantes, identificando aplicações em cinco setores: indústria química, maquinário, química orgânica fina, biotecnologia e produtos farmacêuticos (Figura 8).

Figura 8: Áreas de atuação das patentes que empregam o fruto do Baru (*Dipteryx alata*).



Como retratado anteriormente, o setor de química de alimentos é dominante em patentes relacionadas ao baru, abrangendo produtos como sobremesas congeladas de polpa de baru (Martins, 2010), iogurte congelado (Candido et al., 2018), brownies sem glúten com farinha de baru (Pereira et al., 2017) e canjicas caramelizadas/não caramelizadas com amêndoas de baru, em várias formas dietéticas (regular, diet ou sem lactose) (Damiani et al., 2013a; Damiani et al., 2013e)

Alimentos funcionais, conhecidos por benefícios à saúde além da nutrição básica (Europe et al., 1999; Oliveira et al., 2016) estão ganhando popularidade, especialmente as opções sem glúten e lactose. Os alimentos funcionais podem atuar no sistema nervoso regulando o apetite e também estão associados à prevenção de doenças como diabetes, hipertensão, câncer, anemia e agregação plaquetária (Mitsuoka, 2014).

Alimentos probióticos, como o leite, apoiam a saúde fornecendo microrganismos benéficos (Ferreira et al., 2014). Considerando as potenciais aplicações do baru, Arelhano et al., em colaboração com a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, desenvolveram um iogurte congelado a partir de leite fermentado com castanha de baru torrada, semelhante a um sorvete, mas com valor nutricional agregado.

Atualmente, com o aumento do número de indivíduos intolerantes, há uma preocupação maior em relação ao desenvolvimento de produtos que atendam às necessidades dos consumidores, pois até 66% dos consumidores afirmam que pagariam mais por alimentos sem ingredientes indesejáveis (Nielsen, 2017). Aproveitando a oportunidade de mercado, Borges et al. desenvolveram brownies sem glúten com farinha de baru, oferecendo alta nutrição e textura e sabor superiores. Este produto utiliza resíduos da extração de óleo prensado a frio, apoiando a produção sustentável e de baixo custo.

Da mesma forma, Damiani et al. (Damiani et al., 2013a-f) produziram sobremesas de canjica, uma iguaria tradicional brasileira, com amêndoas de baru em opções sem lactose e com restrição de açúcar, incluindo variedades caramelizadas, proporcionando uma escolha adequada para aqueles com restrições alimentares.

Na indústria alimentícia, as amêndoas Baru são altamente valorizadas, mas a extração representa um desafio. As dificuldades enfrentadas pelos extratores no corte do fruto e na extração da amêndoa levaram à pesquisa para o desenvolvimento de técnicas para tornar o processo de polpação mais eficaz e eficiente, pois a polpa, por ser muito seca, é difícil de ser removida, explicando por que o setor de máquinas ocupa o segundo lugar nas áreas de pesquisa. Entre as patentes encontradas estão uma "descascadora de castanha de Baru" (Guimarães, 2012), uma "máquina elétrica semiautomática para craqueamento e processamento de Baru (Rodrigues, 2010)" e uma "máquina extratora de amêndoas para frutos com pericarpo lenhoso" (Udonor, 2003), visando melhorar a eficiência da extração de amêndoas.

Outras tecnologias de baru se concentram nas propriedades do óleo de baru, que incluem alta atividade antioxidante e anti-inflamatória e compostos fenólicos ricos, reconhecidos como antioxidantes naturais, capazes de prevenir várias doenças crônico-degenerativas (Ignat et al., 2011). Esses atributos tornam o óleo de baru promissor para a indústria de cosméticos, exemplificado pelas patentes de "sabonete líquido antimicrobiano" (Soares et al., 2016 e "creme hidratante nutricional" (Conceição et al., 2007).

Em biotecnologia, uma patente descreve um processo de criação de uma bebida alcoólica fermentada a partir da polpa de baru (Ferreira et al., 2013) que mistura polpa de baru com sacarose, água e levedura para produzir uma bebida semelhante ao vinho.

Outra patente, "Processo para obtenção de um gel a partir da ozonização de óleos vegetais" (Beatriz et al., 2017) é inovadora para a criação de um organogel com aplicações farmacêuticas, cosméticas e sanitizantes. Este gel de óleo ozonizado tem propriedades antimicrobianas e regenerativas, adequado para aplicação direta na pele ou ferida sem a necessidade de bases farmacêuticas adicionais.

Das 22 patentes encontradas, todas são brasileiras, com depositantes principalmente da região Centro-Oeste, incluindo universidades, centros de pesquisa e empresas. A maioria das patentes (56%) está pendente, provavelmente devido aos entraves burocráticos no processo de patenteamento do Brasil, enquanto 44% foram revogadas, possivelmente por falta de qualidades inovadoras. As patentes da indústria alimentícia ainda estão em análise pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

Soma-se a isso o número de patentes ser menor do que o número de publicações devido aos requisitos de patenteabilidade do Brasil (Lei nº 9.279/1996), à cultura de patentes limitada e ao baixo nível de prontidão tecnológica (TRL) dessas inovações.

As tecnologias têm baixo TRL (entre 3-4) e os estudos são apenas em nível de bancada, já que a maioria das patentes brasileiras foram depositadas por universidades. Portanto, a colaboração entre as comunidades extrativistas (notadamente as comunidades quilombolas) e a academia é crucial. Tais parcerias poderiam fomentar cooperativas e desenvolver projetos de centros de processamento, capacitação comunitária e geração descentralizada de energia, melhorando a qualidade de vida. Atualmente, as comunidades vendem apenas castanha de baru, mas novos produtos como nutracêuticos, farinha de baixo índice glicêmico e leite sem lactose podem ser produzidos para atingir os mercados vegano e intolerante à lactose (Borges et al., 2024). Além disso, o uso de cascas de baru como biocombustível por meio da gaseificação pode criar uma fonte de energia sustentável, reduzindo o impacto ambiental. Evaristo e coautores encontraram biomassa suficiente no Centro-Oeste do Brasil para geração descentralizada de energia, potencialmente melhorando as condições de vida da comunidade e reduzindo passivos ambientais (Evaristo et al., 2022).

Uma análise abrangente dos aspectos técnicos, econômicos e sociais deste projeto seria benéfica, juntamente com a exploração de parcerias com instituições de pesquisa, agências governamentais e empresas locais. Essa colaboração pode apoiar a implementação e o desenvolvimento contínuo do projeto. Inicialmente, o uso da energia do mesocarpo baru poderia atender às necessidades energéticas da comunidade extrativista de forma acessível e confiável. No entanto, a flexibilidade deve ser mantida para se adaptar à medida que surgem novos usos para o mesocarpo, como alimentos ou aplicações avançadas de energia.

Um modelo de produção sustentável de baru alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), princípios de química verde e uma estrutura de economia circular podem maximizar os benefícios. O uso do mesocarpo para energia não apenas minimiza o desperdício na produção de baru, mas também garante que a geração de energia seja renovável e ecologicamente correta. Essa abordagem sustentável pode apoiar o desenvolvimento da comunidade quilombola e, ao mesmo tempo, servir de exemplo para outras iniciativas de produção rural e sustentável em todo o mundo.

Figura 9: Economia circular para a comunidade de extrativismo Baru



4 CONCLUSÕES

Os estudos indicam que Baru (*Dipteryx alata Vog.*) é um recurso pouco explorado tanto no contexto acadêmico como econômico, apresentando um potencial significativo para novos empreendimentos e desenvolvimento tecnológico. Apesar do papel de destaque do Brasil nesse setor devido à sua acessibilidade à espécie, os resultados têm sido modestos, como evidenciado pelo número limitado de patentes depositadas desde o primeiro artigo publicado.

A pesquisa destaca que há poucas aplicações para o Baru como matéria-prima, enfatizando a necessidade de promover novas informações e pesquisas em campos econômicos emergentes. Isso é essencial para atrair investimentos que possam melhorar o cenário de ciência e tecnologia do Brasil, a pesquisa e o desenvolvimento social e o uso de políticas governamentais que apoiem comunidades isoladas, como os quilombolas. Os resultados sugerem que políticas públicas, como a integração de outras biomassas na matriz energética e a melhoria do acesso educacional para a comunidade quilombola, levaram ao aumento da produção de pesquisas e patentes para esse fruto antes menos conhecido.

Consequentemente, é proposto um modelo de produção sustentável de castanha de Baru, alinhado aos princípios dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da química verde e da economia circular. Este modelo prevê a utilização do mesocarpo para geração de energia dentro de uma estrutura de economia circular. Tal abordagem poderia não apenas promover o desenvolvimento sustentável dentro das comunidades quilombolas, mas também servir como um exemplo inspirador para outras comunidades rurais e iniciativas de produção sustentável em todo o mundo.

CONFIRMAÇÕES

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Decanato de Pesquisa e Inovação (DPI/UnB) e à Pós-graduação da Universidade de Brasília (DPG/UnB) pelo apoio financeiro. Agradecemos também à CAPES, Finep, IQ/UnB, FORTEC, PROFNIT, à Rede de Marketing de Parceiros Familiares e Colectores do Cerrado.

DECLARAÇÕES

Não há conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

- ALONÇO, G. C.; CANDALAFI, M. M. Salgado contendo óleo e torta desengordurada de baru (*Dipteryx alata* Vog.). Universidade Estadual de Campinas, 2015.
- ALVES, A. M.; DE MENDONÇA, A. L.; CALIARI, M.; DE ANDRADE CARDOSO-SANTIAGO, R. 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. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/pat.v40i3.6343>.
- BOTEZELLI, L.; CLAUDIO DAVIDE, A.; MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (baru). *CERNE*, v. 6, n. 1, p. 9–18, 2000. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74460102>.
- BOWLES, S.; DEMIATE, I. M. Physicochemical characterization of the soymilk byproduct - Okara. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 26, n. 3, p. 652–659, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0101-20612006000300026>.
- BRANDÃO, M.; CEMIG, C. E. de M. G. Guia ilustrado de plantas do Cerrado de Minas Gerais. Livraria Nobel, Empresa das Artes, 2001.
- BRASIL, F. I. Ingredientes enriquecedores para panificação - Dossiê Panificação. *Revista Fi*, v. 42, p. 13, 2017. Disponível em: http://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201711/2017110916886001512043790.pdf.
- BRASIL JÚNIOR; AIESEC; BRASA; ENACTUS; REDECSF. Universidades empreendedoras. 1. ed. P. Rio Verde, L. Delgado, S. Zanini, J. Betzel, L. Costa, D. Pimentel, I. Brandão (Eds.). Brasil Júnior - Confederação Brasileira de Empresas Juniores, 2016.
- CONCEIÇÃO, E. C. da; DE FREITAS, O.; DE SOUZA GIL, E.; CAIXETA, E. D. V.; PAULA, J. R. de; BARA, M. T. F.; ASQUIERI, E. R. Creme hidratante (emulsão cosmética) contendo óleo de sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.) (Patent No. BRPI0701184). 2007.
- DA CRUZ, K. S.; DA SILVA, M. A.; DE FREITAS, O. D.; NEVES, V. A. Partial characterization of proteins from baru (*Dipteryx alata* Vog.) seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 91, n. 11, p. 2006–2012, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.4410>.
- DAMIANI, C.; ALVES DA SILVA, F.; RIBEIRO MACHADO, D. Canjica caramelizada, com amêndoa de baru - diet (Patent No. BR102013023347). 2013a. Disponível em: <https://www.escavador.com/patentes/7261/canjica-caramelizada-com-amendoa-de-baru-diet>.
- DAMIANI, C.; ALVES DA SILVA, F.; RIBEIRO MACHADO, D. Canjica sem caramelo, com amêndoa de baru - sem lactose (Patent No. BR102013023352). 2013b. Disponível em: <https://www.escavador.com/patentes/7271/canjica-sem-caramelo-com-amendoa-de-baru-sem-lactose>.
- EUROPE, P. I.; EUROPEAN, T.; CONCERTED, C.; SCIENCE, F. F.; EUROPE, I.; ACTION, C. et al. Scientific concepts of functional foods in Europe consensus document. *British Journal of Nutrition*, v. 81, n. 4, p. S1–S27, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0007114599000471>.
- EVARISTO, R. B. W.; VIANA, N. A.; GUIMARÃES, M. G.; VALE, A. T.; MACEDO, J. L.; GHESTI, G. F. Evaluation of waste biomass gasification for local community development in central region of Brazil. *Biomass Conversion and Biorefinery*, v. 12, p. 2823–2834, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13399-020-00821-y>.
- FERREIRA, C. M.; VIEIRA, A. T.; VINOLO, M. A. R.; OLIVEIRA, F. A.; CURTI, R.; MARTINS, F. D. S. The central role of the gut microbiota in chronic inflammatory diseases. *Journal of Immunology Research*, v. 2014, p. 12, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2014/689492>.

- FERREIRA, N. B. S.; ASQUIERI, E. R.; DAMIANI, C. Processo para elaboração de um fermentado alcoólico de polpa de baru (*Dipteryx alata* Vog.) (Patent No. BR102013008434). 2013.
- FETZER, D. L.; CRUZ, P. N.; HAMERSKI, F.; CORAZZA, M. L. Extraction of baru (*Dipteryx alata* Vogel) seed oil using compressed solvents technology. *Journal of Supercritical Fluids*, v. 137, p. 23–33, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2018.03.004>.
- GUIMARÃES, L. E. Decorticadora de castanha de baru (Patent No. BR202012019052). 2012.
- HIANE, P. A.; RAMOS, M. I. L.; MENDES RAMOS, F. M.; PEREIRA, J. G. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos de alguns frutos nativos do estado de Mato Grosso do Sul. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v. 10, n. 1, p. 8, 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/cep.v10i1.14403>.
- IGNAT, I.; VOLF, I.; POPA, V. I. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry*, v. 126, n. 4, p. 1821–1835, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.026>.
- JESUS, P. P. de; SILVA, J. S.; MARTINS, J. P.; RIBEIRO, D. D.; ASSUNÇÃO, H. F. da. Transição agroecológica na agricultura familiar: Relato de experiência em Goiás e Distrito Federal. *Campo - Território: Revista de Geografia Agrária*, v. 6, n. 11, p. 363–375, 2011.
- LEMONS, M. R. B. Caracterização e estabilidade dos compostos bioativos em amêndoas de baru (*Dipteryx alata* Vog.), submetidas a processo de torrefação. 2012. Universidade de Brasília.
- LIMA, J. C. R.; FREITAS, J. B.; CZEDER, L. de P.; FERNANDES, D. C.; NAVES, M. M. V. Qualidade microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru. *Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v. 28, n. 2, p. 331–343, 2010.
- MAGALHÃES, R. M. Obstáculos à exploração do baru no Cerrado Goiano: Sustentabilidade comprometida? 2011. Universidade de Brasília.
- MAGALHÃES, R. M. The almond baru's production chain (*Dipteryx alata* vog.) in Cerrado: An analysis of the sustainability of its exploitation. *Ciencia Florestal*, v. 24, n. 3, p. 665–676, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-509820142403014>. Acesso em: 17 fev. 2025.
- MARTINS, B. D. A. Processo para fabricação de gelado comestível com polpa de baru e gelado comestível com polpa de baru. Patent No. BRPI1004993, 2010.
- MIAMOTO, J. de B. M. Obtenção e caracterização de biscoitos tipo cookie elaborado com farinha de inhame (*Colocasia esculenta* L.). 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras. Disponível em: <https://doi.org/616.89-008.47:616->. Acesso em: 17 fev. 2025.
- MITSUOKA, T. Development of functional foods: Intestinal microbiota, intestinal bacteria, intestinal bacteriology, functional foods. *Bioscience of Microbiota, Food and Health*, v. 33, n. 3, p. 117–128, 2014.
- NAVES, M. M. V. Revisão sistemática destaca as nozes e as sementes comestíveis, em especial a amêndoa de baru, nativa do Cerrado brasileiro, como alimentos ricos em compostos benéficos à saúde. *Revista de Nutrição*, v. 23, n. 2, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1415-52732010010300002>. Acesso em: 17 fev. 2025.
- NAZATO, V. S.; RUBEM-MAURO, L.; VIEIRA, N. A. G.; DOS SANTOS ROCHA-JUNIOR, D.; SILVA, M. G.; LOPES, P. S.; DAL-BELO, C. A.; COGO, J. C.; DOS SANTOS, M. G.; DA CRUZ-HÖFLING, M. A.; OSHIMA-FRANCO, Y. In vitro antiophidian properties of *Dipteryx alata* Vogel bark extracts. *Molecules*, v. 15, n. 9, p. 5956–5970, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules15095956>. Acesso em: 17 fev. 2025.
- NIELSEN. O que há na comida e na mente do brasileiro? FMCG e Varejo, 2017. Disponível em: <https://www.nielsen.com/br/pt/insights/report/2016/o-que-ha-em-nossa-comida-e-mente/>. Acesso em: 17 fev. 2025.

OLIVEIRA, L.; POÍNHOS, R.; SOUSA, F.; SILVEIRA, M. G. Construção e Validação de um Questionário para Avaliação da Percepção sobre Alimentos Funcionais. *Acta Portuguesa de Nutrição*, v. 7, p. 14–17, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.21011/apn.2016.0704>. Acesso em: 17 fev. 2025.

PAGLARINI, C. D. S.; QUEIRÓS, M. de S.; TUYAMA, S. S.; MOREIRA, A. C. V.; CHANG, Y. K.; STEEL, C. J. Characterization of baru nut (*Dipteryx alata* Vog) flour and its application in reduced-fat cupcakes. *Journal of Food Science and Technology*, v. 55, n. 1, p. 164–172, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2876-1>. Acesso em: 17 fev. 2025.

PINELI, L. de L. de O.; CARVALHO, M. V.; AGUIAR, L. A.; OLIVEIRA, G. T.; CELESTINO, Sô. M. C.; BOTELHO, R. B. A.; CHIARELLO, M. D. Use of baru (Brazilian almond) waste from physical extraction of oil to produce flour and cookies. *LWT - Food Science and Technology*, v. 60, n. 1, p. 50–55, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.09.035>. Acesso em: 17 fev. 2025.

ROCHA, L. S.; CARDOSO SANTIAGO, R. de A. Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipteryx alata* vog.) na elaboração de pães. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 29, n. 4, p. 820–825, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0101-20612009000400019>. Acesso em: 17 fev. 2025.

RODRIGUES, J. L. F. Máquina elétrica semi-automática de quebrar e processar baru (*Dipteryx alata*) Patent No. BRPI1004477, 2010.

ROJAS, V. M. et al. Formulation of mayonnaises containing PUFAs by the addition of microencapsulated chia seeds, pumpkin seeds and baru oils. *Food Chemistry*, v. 274, p. 220–227, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.015>. Acesso em: 17 fev. 2025.

SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. Baru: biologia e uso. *Documentos, Embrapa Cerrados*, v. 116, p. 62, 2004. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br>. Acesso em: 17 fev. 2025.

SANO, S. M.; VIVALDI, L. J.; SPEHAR, C. R. Diversidade morfológica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 34, n. 4, p. 513–518, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-204x1999000400001>. Acesso em: 17 fev. 2025.

SIQUEIRA, A. P. S.; CASTRO, C. F. de S.; SILVEIRA, E. V.; LOURENÇO, M. F. de C. Qualidade química do óleo da amêndoa de baru (*Dipteryx alata*). *Ciencia Rural*, v. 46, n. 10, p. 1865–1867, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150468>. Acesso em: 17 fev. 2025.

SOARES JÚNIOR, M. S. et al. Qualidade de Biscoitos Formulados com Diferentes Teores de Farinha de Amêndoa de Baru (*Dipteryx alata* Vog.). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 37, n. 1, p. 51–56, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/pat.v37i1.1869>. Acesso em: 17 fev. 2025.

SOARES, L. V. *Elaboração e Caracterização de Biscoitos Enriquecidos com Farinha de Amêndoa de Baru*. 2018. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

SOARES, N. R.; DAMIANI, C.; MARQUES, A. R.; NICOLAU, E. S. Sabonete Líquido Antimicrobiano a Base de óleo de Baru. Patent No. BR102016015731, 2016.

SOUSA, A. G. de O.; FERNANDES, D. C.; NAVES, M. M. V. Eficiência alimentar e qualidade proteica das sementes de baru e pequi procedentes do Cerrado brasileiro. *Revista Do Instituto Adolfo Lutz*, v. 71, n. 2, p. 274–280, 2012.

UDONOR, M. Máquina extratora de amêndoas de frutos de pericarpo lenhoso. Patent No. BRPI0305582, 2003.