

CAPÍTULO 8

RESINAS AMAZÔNICAS: PROPRIEDADES, APLICAÇÕES E SUSTENTABILIDADE



<https://doi.org/10.22533/at.ed.135162517038>

Data de aceite: 03/09/2025

Jaciara Rodrigues Santos

Laboratório de Pesquisa, Instituto Federal do Maranhão, Maranhão, Imperatriz, Brasil

Antônia Millena de Oliveira Lima

Laboratório de Pesquisa, Instituto Federal do Maranhão, Maranhão, Imperatriz, Brasil

Ana Angélica Mathias Macêdo

Laboratório de Pesquisa, Instituto Federal do Maranhão, Maranhão, Imperatriz, Brasil

RESUMO: Resinas amazônicas são substâncias naturais de origem vegetal, utilizadas por comunidades tradicionais da floresta, tais como: medicamentos, incensos, adesivos e repelentes. Este capítulo apresenta uma abordagem multidisciplinar sobre as propriedades físico-químicas, usos tradicionais, aplicações tecnológicas e perspectivas sustentáveis de resinas extraídas das espécies nativas, como: *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (breu branco), *Copaifera spp.* (copaíba), *Croton lechleri* Müll.Arg. (sangue-de-dragão), *Hymenaea courbaril* L. (jatobá) e *Brosimum parinarioides* Ducke (leite de

amapá). A diversidade química desses compostos, rica em terpenos, flavonoides e alcaloides, confere-lhes potencial terapêutico e industrial. Práticas extrativistas de baixo impacto e o uso de tecnologias limpas se mostram economicamente viáveis sem comprometer o ecossistema. Assim, as resinas se destacam como pilares da bioeconomia amazônica, integrando conservação ambiental, valorização cultural e desenvolvimento tecnológico. Para garantir o uso sustentável, é essencial fortalecer políticas públicas, garantir direitos territoriais e investir em cadeias produtivas locais baseadas na sociobiodiversidade.

PALAVRAS-CHAVE: Resinas naturais; Amazônia; Terpenos; Bioeconomia; Sustentabilidade.

**RESINAS AMAZÔNICAS:
PROPRIEDADES, APLICAÇÕES E
SUSTENTABILIDADE**

ABSTRACT: Amazonian resins are natural substances of plant origin used by traditional forest communities as medicines, incense, adhesives, and repellents. This chapter presents a multidisciplinary approach to the physicochemical properties, traditional

uses, technological applications, and sustainable perspectives of resins extracted from native species such as: *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (white pitch), *Copaifera spp.* (copaiba), *Croton lechleri* Müll.Arg. (dragon's blood), *Hymenaea courbaril* L. (jatoba), and *Brosimum parinarioides* Ducke (amapá milk). The chemical diversity of these compounds, rich in terpenes, flavonoids, and alkaloids, gives them therapeutic and industrial potential. Low-impact extractive practices and the use of clean technologies prove to be economically viable without compromising the ecosystem. Thus, the resins stand out as pillars of the Amazonian bioeconomy, integrating environmental conservation, cultural valorization, and technological development. To guarantee their sustainable use, it is essential to strengthen public policies, ensure territorial rights, and invest in local productive chains based on socio-biodiversity.

KEY-WORDS: Natural resins; Amazon; Terpenes; Bioeconomy; Sustainability.

INTRODUÇÃO ÀS RESINAS AMAZÔNICAS

As resinas amazônicas são substâncias naturais de origem vegetal, secretadas por árvores como resposta a danos físicos ou agentes patógenos. As exsudações formam barreiras protetoras e apresentam uma complexa composição química, rica em: terpenos, compostos fenólicos, ácidos resínicos e outros metabólitos secundários, que conferem propriedades antimicrobianas, cicatrizantes, adesivas e aromáticas (Siani *et al.*, 2017). Na Amazônia brasileira, destacam-se espécies resinosas pertencentes às famílias Burseraceae, Fabaceae, Euphorbiaceae e Moraceae, amplamente distribuídas em florestas de terra firme e várzeas (Medeiros; Vieira, 2008; Daly *et al.*, 2012).

Especialmente, as provenientes de espécies do gênero *Protium* (Burseraceae), exibem usos tradicionais em comunidades indígenas e ribeirinhas. São empregadas em cerimônias xamânicas, com propriedades terapêuticas que incluem ação analgésica, anti-inflamatória e cicatrizante, sendo utilizadas no tratamento de dores de cabeça, para imobilização de fraturas, descongestionamento nasal e como repelentes naturais (Arruda *et al.*, 2020; Vieira *et al.*, 2015).

Povos indígenas e comunidades ribeirinhas historicamente utilizam-nas em rituais, repelentes, vedantes de canoas, vernizes artesanais e sobretudo, como medicamentos para tratar inflamações, feridas e doenças respiratórias (David *et al.*, 2023; Alexiades, 2002). São saberes, transmitidos de geração em geração e formam um sistema etnobotânico que, ao longo dos séculos, tem contribuído para a conservação e manejo sustentável das espécies vegetais.

Além disso, relatos etnobotânicos destacam o uso ceremonial como incenso e proteção espiritual em rituais curativos (Vieira *et al.*, 2015). Sua versatilidade se estendeu à economia local, com comercialização contínua ao longo de séculos, tanto para fins medicinais quanto para elaboração de vernizes e produtos artesanais (Arruda *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2017).

Nas últimas décadas, o avanço da ciência dos materiais, aliado ao crescente interesse pela bioeconomia e pela sustentabilidade, reacendeu o interesse industrial. Estudos mostram que possuem potencial de aplicação em formulações farmacêuticas,

cosméticas, alimentícias e industriais (Siani *et al.*, 2017; Veiga Junior *et al.*, 2002). Assim, as resinas naturais da Amazônia representam um elo entre tradição e inovação, biodiversidade e tecnologia, consolidando-se como recursos estratégicos para o desenvolvimento de cadeias produtivas sustentáveis na região.

Amazônia: berço de biodiversidade química

O Bioma Amazônico é reconhecido pela vasta extensão e biodiversidade incomparável, desempenhando um papel crucial na regulação climática global e na manutenção de ecossistemas essenciais para a vida no planeta. Abrangendo aproximadamente 6,7 milhões de quilômetros quadrados (De Negri, 2024) distribuídos por seis países: Brasil, Peru, Bolívia, Equador, Colômbia e Venezuela. A Amazônia representa cerca de 30% das florestas tropicais remanescentes no mundo, abrigando uma parcela significativa da biodiversidade global (Gomes, 2022).

No Brasil, o conceito de Amazônia Legal foi criado em 1966 e inclui os estados: Amazonas, Acre, Pará, Amapá, Roraima, Rondônia, Mato Grosso, Maranhão, Goiás e Tocantins, cobrindo cerca de 58,9% do território nacional distribuído por 775 municípios (Figura 1) e abrigando 67% das florestas tropicais do mundo com cerca de um terço de toda a biodiversidade do planeta, incluindo uma vasta variedade de pássaros, peixes, insetos, mamíferos, répteis, anfíbios e espécies vegetais. A diversidade de insetos, por exemplo, pode ultrapassar 30 milhões de espécies, enquanto a flora amazônica conta com mais de 50.000 espécies, representando aproximadamente 20% da vegetação mundial (Laura, 2022).

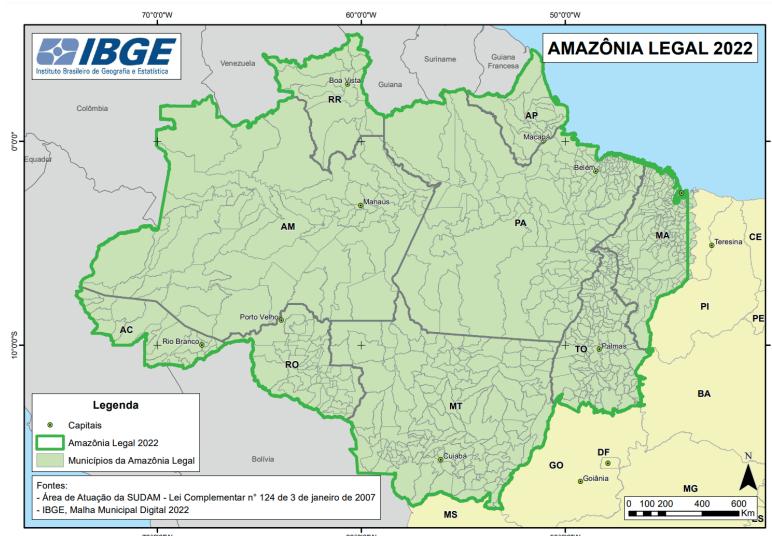


Figura 1: Municípios que compõem a Amazônia Legal.

Fonte: IBGE, 2022.

A biodiversidade da Amazônia não se limita apenas à variedade de organismos vivos, mas também à riqueza química associada a esses organismos. A biodiversidade química se refere a uma variedade de compostos naturais produzidos por: plantas, fungos, bactérias e outros seres vivos, muitos dos quais possuem aplicações medicinais, industriais e biotecnológicas (Silva *et al.*, 2021). Estas composições incluem alcaloides, flavonoides, terpenoides e outros metabólitos secundários que desempenham funções ecológicas essenciais, como defesa contra predadores, comunicação entre organismos e adaptação a condições ambientais adversas.

Esta riqueza química da Amazônia fornece matéria-prima para a descoberta de novos medicamentos, cosméticos e bioproductos sustentáveis. Plantas medicinais como *Uncaria tomentosa* (Willd. ex Schult.) DC (unha-de-gato) e a *Bertholletia excelsa* Bonpl (castanha-do-pará) contêm compostos bioativos com propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e antimicrobianas (Oliveira *et al.*, 2020). Além disso, os microrganismos do solo amazônico são uma fonte promissora de enzimas e metabólitos com potencial para aplicação na indústria farmacêutica e agrícola.

O que são resinas?

De origem orgânica ou sintética, as resinas consistem em uma substância líquida ou viscosa, com propriedades que permitem sua transformação de um estado líquido ou pastoso para um estado sólido, geralmente rígido ou semirrígido quando exposta ao ar. Dois principais tipos de resinas dominam o mercado: as resinas sintéticas, fabricadas por meio de diversas reações químicas e, frequentemente, provenientes de fontes não renováveis e as resinas naturais, obtidas diretamente de árvores, raízes, sementes, frutos e em situações específicas, de alguns insetos (Araújo, 2021).

As resinas naturais são substâncias insolúveis em água que são secretadas por diversas espécies de plantas, incluindo coníferas e leguminosas. Segundo Langenheim (2003), resina é como uma mistura solúvel em lipídios de compostos secundários terpenoides e/ou fenólicos voláteis e não voláteis que são geralmente secretadas em estruturas especializadas localizadas internamente ou na superfície da planta e têm potencial importância nas interações ecológicas.

A biossíntese das resinas ocorre preferencialmente nos canais secretores presentes no floema, tecido condutor localizado logo abaixo do súber. Essas duas camadas compõem o que é chamado de casca da árvore (Figura 2). Os canais secretores são estruturas especializadas que produzem e armazenam resina. Quando a árvore é ferida ou atacada por insetos, esses canais liberam resina como uma resposta de defesa, protegendo a planta contra patógenos e pragas. A resina exsudada pode se acumular na superfície da árvore, especialmente em áreas onde a casca foi danificada, formando massas ou “nódulos” de resina (Langenheim, 2003).

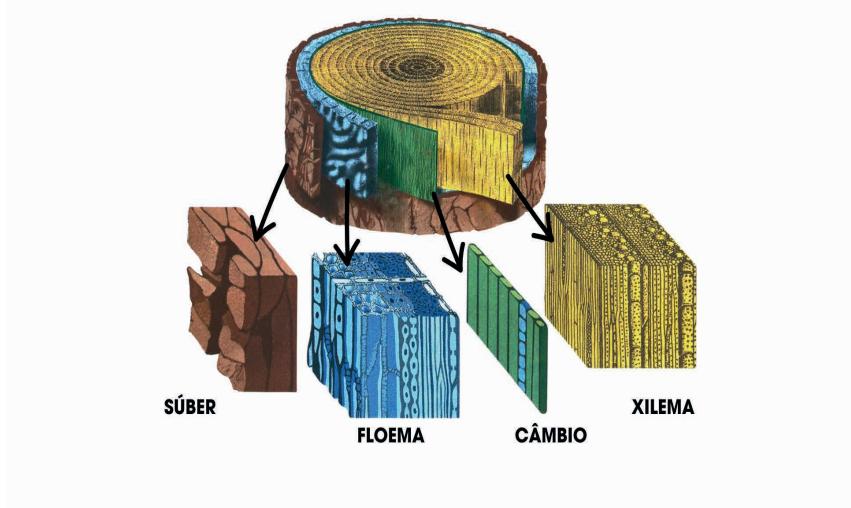


Figura 2: Estrutura anatômica do caule: tecidos relacionados à condução de seiva e à produção de resina

Fonte: Adaptado de Santos, 2017.

A composição química das resinas naturais é diversificada, predominando terpenoides e fenólicos. Os terpenoides, a maior classe de compostos vegetais, são sintetizados por meio de duas vias biossintéticos principais: o caminho do ácido mevalônico (MVA) e o caminho do 1-desoxi-D-xilulose 5-fosfato (DOXP ou DXP). Estes compostos podem variar de monoterpenos e sesquiterpenos voláteis, que conferem fluidez e atuam como plastificantes na resina, a diterpenos e triterpenos mais complexos, frequentemente presentes em resinas mais viscosas.

Mono- e sesquiterpenos são componentes dos óleos essenciais, conhecidos por suas fragrâncias, apesar de não serem essenciais para o metabolismo da planta. Além dos terpenóides, os compostos fenólicos também desempenham um papel significativo, nas resinas que ocorrem na superfície dos órgãos vegetais, onde atuam como proteção e possuem grande potencial para aplicações medicinais.

Os terpenoides são encontrados em todas as plantas e podem ser primários ou secundários. Os primários atuam no crescimento e desenvolvimento das plantas, como exemplo, alguns sesquiterpenos são precursores de importantes reguladores do crescimento, tais como: os ácidos abscísico e giberélico, mas também os carotenoides que funcionam como pigmentos na fotossíntese e proteção contra danos oxidativos. Em contraposição, a maioria dos aproximadamente 30.000 terpenoides conhecidos são compostos secundários, que não têm funções diretas no crescimento ou desenvolvimento das plantas. Em vez disso, são produzidos a partir de intermediários do metabolismo

primário. No entanto, desempenham papéis importantes na defesa das plantas contra predadores e patógenos (Romeo, 2013).

Essa diversidade química se dá, justamente, devido à variedade de terpenóides presentes em coníferas, como a Pinaceae, onde os monoterpenos dominam. Já nas leguminosas (Fabaceae), os sesquiterpenos são mais comuns. Por outro lado, as resinas da família Burseraceae são variadas, contendo tanto monoterpenos quanto sesquiterpenos, o que lhes confere um aroma singular.

Além de seu papel na natureza, as resinas naturais têm uma longa história de uso comercial, remontando à Idade da Pedra (3500 a.C.). Ao longo dos séculos, foram empregadas em aplicações navais, servindo como impermeabilizantes para cordas, lonas e madeira, contribuindo para a eficácia e durabilidade das embarcações utilizadas na exploração e comércio marítimo (Araújo, 2021).

Por sua vez, as resinas sintéticas são polímeros com alto peso molecular sintetizados artificialmente, sendo compostos formados pela combinação de átomos de carbono, hidrogênio, oxigênio e enxofre. A estrutura molecular destas resinas possui combinações que variam de acordo com a disposição dos átomos de carbono, podendo ser classificada em três formas: linear, ramificada e reticulada (Figura 3).

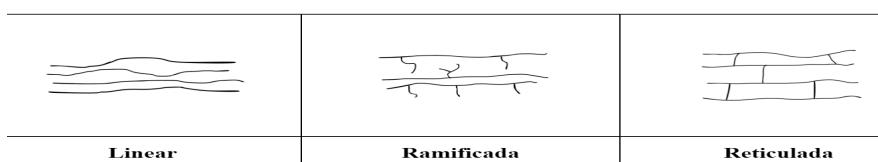


Figura 3: Classificação das cadeias poliméricas.

Fonte: Adaptado de Carrasquero, (2004).

Estas podem ser formadas através de reações de poliadição ou de policondensação. A resina resultante do processo de poliadição, também chamada de resina polimerizada, é feita quebrando a ligação dupla insaturada do composto monomérico através de um iniciador e combinando-a novamente em ligação covalente, formando uma macromolécula polimérica. Polietileno (PE), cloreto de polivinila (PVC), poliestireno (PS), polipropileno (PP), ácido polimetacrílico (PMMA) e acrilonitrila butadieno estireno (ABS), dentre outros são exemplos de resinas de poliadição (Zhang, 2011).

Por sua vez, a resina de policondensação é feita combinando dois ou três tipos de compostos monoméricos em grupos funcionais, que são eliminados de pequenas moléculas após serem aquecidos ou catalisados. Exemplos comuns de resinas de policondensação são resina fenólica (PF), resina de ureia-formaldeído (UF), resina epóxi (EP), poliéster insaturado (UP), resina de poliuretano (PU) e resina de silicone (SI).

Ao serem aquecidas, as resinas sintéticas sofrem mudanças, por isso classificadas em termoplástica e termofixa. A estrutura molecular da resina termoplástica é do tipo linear e de cadeia ramificada, enquanto a resina termofixa possui estrutura molecular do tipo cadeia reticulada. Considera-se termoplástica, quando amolece ao ser aquecida e endurece ao esfriar. Este processo pode ser repetido várias vezes sem alterar a propriedade e a aparência do material. e ser moldada, não voltará a amolecer se for aquecida novamente, ou seja, só pode ser moldada uma única vez. (Yang, 2020).

As resinas são úteis em diversas aplicações industriais devido às suas propriedades versáteis, desde embalagens até eletrônicos e automóveis. No entanto, faz-se necessário reconhecer que, apesar das vantagens, as resinas sintéticas apresentam desvantagens significativas, tais como a toxicidade dos compostos utilizados na fabricação, preocupações ambientais, fragilidade sob radiação UV e resistência limitada em determinadas condições ambientais (Shin; Kalaitzidou, 2019).

PRINCIPAIS RESINAS AMAZÔNICAS E SUAS CARACTERÍSTICAS

Breu Branco (*Protium heptaphyllum* Aubl. Marchand)

Protium é um gênero composto por mais de 100 espécies diferentes, incluindo o *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand, conhecido popularmente como breu branco ou almecega. Essas espécies são frequentemente encontradas em habitats de florestas tropicais úmidas, incluindo a Amazônia e pertencem à família Burseraceae, uma família de plantas angiospermas comumente referida como a família dos bálsamos (Daly *et al.*, 2012).

A árvore do breu branco (*Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand) é encontrada, principalmente na região amazônica, sendo uma árvore de porte pequeno, pode atingir de 10 a 20 metros de altura. tronco é robusto, com diâmetro variando entre 40 e 60 centímetros, destacando-se pela casca de tonalidade vermelho-escura, mas também por sua resina aromática de coloração branco-esverdeada a amarelo-clara, que é liberada do tronco após incisão e solidifica quando em contato com o ar.

Resinas da família Burseraceae contém grandes proporções de monoterpenos e sesquiterpenos, conferindo-lhes um alto grau de fragrância característico, além de apresentarem propriedades antimicrobianas, antioxidantes e anti-inflamatórias. Dentre os povos indígenas da região amazônica, essas resinas eram utilizadas para fins medicinais como analgésico natural, cicatrizante de feridas e anti-inflamatório em casos de dores no corpo, mas também eram empregadas na impermeabilização de canoas e utensílios de madeira, oferecendo proteção contra a umidade, fungos e insetos, o que aumentava significativamente a durabilidade no ambiente florestal. (Ferreira, 2024).

Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.)

Hymenaea courbaril L. conhecida como jatobá, do tupi “árvore do fruto duro”, é uma árvore nativa das Américas, originária do México, porém com área de distribuição geográfica estendendo-se desde a costa ocidental do centro do México, ao sul da Bolívia e sul da área central do Brasil. Pertencente à família Fabaceae, pode atingir grandes alturas, atingindo de 30 a 40 metros, suas folhas são compostas por 2 folíolos, semideciduas, coriáceas, com seis a 14 cm de comprimento e 3 a 5 cm de largura e ocorre de forma dispersa nas matas de terra firme e de certas várzeas altas, mais frequentemente em solos argilosos e pobres (Francis, 2000).

O gênero *Hymenaea* é composto por diversas espécies arbóreas e caracteriza-se por apresentar espécies com grande porte, madeira densa e durável, além de notável produção de resinas com propriedades bioativas e aplicações históricas e comerciais. As árvores desse gênero geralmente possuem folhas compostas por dois folíolos, flores vistosas e frutos lenhosos ricos em polissacarídeos. Um traço marcante das espécies de *Hymenaea* é a capacidade de produzir resinas duras, conhecidas popularmente como copal, cuja fossilização ao longo do tempo resulta na formação do âmbar (Langenheim, 2003).

A resina de jatobá, produzida pelo processo de sangria, é comumente chamada Jutaicica ou copal-da-América e possui cor translúcida variável do amarelo-claro ao castanho e sem odor, utilizada como mecanismo de defesa contra agentes patógenos e infecções (Ribeiro Júnior, 2021). A resina é rica em terpenos e diterpenos e historicamente, tem registros de usos como verniz, combustível, incenso, impermeabilizante e até mesmo para obras de arte (Embrapa, 2004). Além de produzir a resina para fins comerciais, a árvore do jatobá também é usada para reflorestamento, reposição de mata ciliar e arborização de parques. A madeira é comercializada para uso na construção civil e marcenaria (Schwartz, 2018).

Sangue de Dragão (*Croton lechleri* Müll.Arg)

Árvore de médio porte, podendo atingir de 10 a 20 metros de altura, com tronco cilíndrico de casca lisa e folhas alternas, ovadas e de coloração verde-escura. A distribuição geográfica se estende por toda a Amazônia, incluindo Brasil, Colômbia, Peru e Equador, onde cresce em florestas úmidas de terra firme e áreas de transição (Pollitos, 2007).

O gênero *Croton*, segundo maior gênero da família Euphorbiaceae, é composto por cerca de 1.200 espécies. Está distribuído nas Américas e apresenta importância medicinal e ecológica. Dentre suas espécies, há o *Croton lechleri* Müll.Arg, popularmente conhecida como sangue de dragão, nomeada devido a cor vermelho-escuro, que exsuda do tronco, ao ser cortado, formando uma seiva viscosa e altamente resinosa (Alexiandes, 2002).

A resina de sangue de dragão contém uma composição química rica em alcaloides, flavonoides, lignanas e diterpenos, destacando-se pelo alto teor de taspina, um alcaloide de grande interesse farmacológico (Milanowski, 2002). A resina apresenta propriedades

antimicrobianas, anti-inflamatórias, cicatrizantes e antioxidantes, sendo utilizada tradicionalmente por comunidades indígenas amazônicas como cicatrizante natural, aplicando-a diretamente sobre cortes e lesões para acelerar o processo de regeneração tecidual (Rossi, 2023).

Copaíba (*Copaifera* ssp.)

Árvore nativa das Américas, encontrada na Amazônia e em outras regiões tropicais da América do Sul. Pertencente à família Fabaceae e comumente conhecida como copaibeira ou pau-d'óleo, pode atingir entre 15 e 40 metros de altura, com tronco reto e copa densa. O nome “copaíba” tem origem no termo tupi “cupa-yba”, que significa “árvore de depósito” ou “árvore que tem jazida”, em referência ao óleo armazenado em seu interior (Biavatti, 2006).

O gênero *Copaifera*, pertencente à família Fabaceae, abrange árvores nativas das Américas, com ampla distribuição na região amazônica e em outras áreas tropicais da América do Sul (Biavatti, 2006). Popularmente conhecidas como copaibeiras ou pau-d'óleo, essas espécies podem atingir de 15 a 40 metros de altura, apresentando tronco reto e copa densa.

A óleo-resina, conhecida como bálsamo de copaíba, é extraída do tronco por meio de incisões. Trata-se de um óleo líquido com viscosidade variável, podendo apresentar coloração amarelada a marrom. A resina oleosa da copaíba é composta majoritariamente por uma mistura de terpenos e sesquiterpenos, compostos que conferem ao óleo suas propriedades anti-inflamatórias, antimicrobianas e antioxidantes. Todavia, a composição química da resina pode variar conforme a espécie de *Copaifera*, a localização geográfica e as condições ambientais, influenciando a cor, a especificidade e a bioatividade do óleo (Veiga *et al.*, 2002).

Leite do Amapá (*Brosimum parinarioides* Ducke)

Pertencente à família Moraceae e tendo como habitat toda a Amazônia, o *Brosimum parinarioides* Ducke é uma planta de grande porte podendo atingir até 40 metros de altura com um tronco reto e casca rugosa, com folhas pequenas simples, alternas e coriáceas, apresentando coloração verde-escura na face superior e mais clara na inferior. O leite de amapá é geralmente extraído por meio de incisões no tronco da árvore, sendo coletado e consumido puro ou diluído em água.

O leite de amapá conhecido por comunidades amazônicas como “leite de amapá-doce”, possui notável valor nutricional e funcional. Estudos sobre sua composição centesimal demonstram que é um alimento energético, contendo compostos bioativos com potencial antioxidant, sem apresentar toxicidade ou efeito hemolítico em modelos *in vitro* (Palheta *et al.*, 2015). Já as análises fitoquímicas, utilizando ressonância magnética nuclear

(RMN) revelam que o látex é composto principalmente por cis-isopreno, ácidos graxos saturados e insaturados, e ésteres de triacilglicerol, compostos que podem contribuir para suas propriedades bioativas (Miguez; Tavares, 2011).

As comunidades tradicionais utilizam o leite do amapá como tonificante e tônico restaurador, especialmente para recuperação pós-parto, em crianças desnutridas, idosos e trabalhadores (David *et al.*, 2023). Também, é comum o uso diário para tratar problemas respiratórios, gastrite, anemia, feridas e fortalecer o organismo. A presença do látex nas feiras de Belém, em garrafadas coloridas, evidencia sua relevância econômica e cultural, sendo um importante produto não-madeireiro (Silva; Fantini, 2011). As normas tradicionais orientam a colheita durante períodos de chuvas e em formatos sustentáveis como: incisões superficiais e cuidadosas, não extrair de árvores debilitadas ou jovens demais, para evitar danos à planta (Plowden, 2005).

APLICAÇÕES INDUSTRIALIS E TECNOLÓGICAS DAS RESINAS AMAZÔNICAS

As resinas extraídas de espécies amazônicas demonstram potencial para aplicações industriais e tecnológicas, especialmente quando integradas a biopolímeros, biocompósitos e filmes funcionais. As resinas de *Protium* (breu branco) são ricas em triterpenos e compostos aromáticos que conferem capacidade adesiva e resistência à umidade, sugerindo alto potencial quando combinadas a fibras vegetais e biofibras amazônicas, formando biocompósitos com excelente desempenho mecânico e estabilidade térmica, aptos para substituírem materiais convencionais em painéis estruturais, revestimentos impermeáveis e embalagens rígidas (Leite-Barbosa *et al.*, 2024).

Além disso, resinas aromáticas atuam como ligantes naturais em vernizes e selantes, protegendo superfícies de madeira e canoas contra fungos, insetos e fungicidas, ampliando sua utilidade tradicional para aplicações modernas em manutenção e restauro de patrimônios culturais e edificações, preservando a estética natural do material com base ecológica sustentável e biodegradável (Siani *et al.*, 2017).

Por sua vez, a oleoresina de copaíba utilizada em formulações com Poliacetato de vinila (PVA) ou quitosana, possui propriedades antimicrobianas e antioxidantes. Estudos mostraram que filmes biodegradáveis contendo óleo de copaíba apresentam barreira eficaz contra microrganismos e radicais livres, além de boa resistência mecânica, sendo potenciais embalagens ativas para alimentos (Scatolino *et al.*, 2022).

Combinadas a hidrogéis, como base PVA ou quitosana, as resinas amazônicas - sobretudo copaíba e breu branco - são exploradas em sistemas de liberação controlada devido à riqueza em compostos bioativos (terpenos, flavonoides, taspina). Esses sistemas liberam lentamente ingredientes terapêuticos com ação anti-inflamatória, cicatrizante e antimicrobiana, tornando-se promissores em aplicações dermatológicas e odontológicas, além de serem biocompatíveis e biodegradáveis (Scatolino *et al.*, 2022).

SUSTENTABILIDADE E IMPACTO AMBIENTAL DAS RESINAS AMAZÔNICAS

A sustentabilidade na extração de resinas amazônicas está relacionada à forma como os recursos naturais são manuseados pelas populações tradicionais e aos mecanismos de controle e valorização implementados por políticas públicas e redes de comercialização. Embora a coleta de resinas seja considerada uma atividade de baixo impacto quando comparada ao desmatamento ou à mineração, práticas mal-condizidas, tais como: incisões profundas ou frequentes no mesmo tronco podem comprometer seriamente a regeneração das árvores, bem como a longevidade e a biodiversidade da floresta (Medeiros; Vieira, 2008).

Estudos de longo prazo, como o realizado por Benathar *et al.* (2021), indicam que a extração descontrolada de oleoresina de *Copaifera ssp.* pode reduzir significativamente a produção anual de óleo e comprometer a vitalidade da árvore, especialmente em populações mal manejadas. Em contrapartida, modelos de manejo sustentável baseados em calendários de extração rotativa, respeito ao diâmetro mínimo de coleta e técnicas de sangria não destrutivas têm sido eficazes na manutenção da produtividade a longo prazo (Siani *et al.*, 2017).

A sustentabilidade na exploração das resinas amazônicas exige um equilíbrio delicado entre conservação ambiental, valorização cultural e inovação científica. Ao reconhecer o potencial econômico das resinas e assegurar meios éticos e sustentáveis de sua exploração, é possível consolidar um modelo de desenvolvimento baseado na biodiversidade, que respeite a floresta e garanta renda digna e protagonismo às populações que a habitam.

9 produtivos locais fortalecem a autonomia dos extrativistas e evitam que o lucro se concentre apenas nas etapas finais da cadeia. Entretanto, diversos desafios ainda precisam ser superados. A ausência de infraestrutura básica, o difícil acesso a crédito e a insegurança fundiária dificultam a consolidação de cadeias produtivas mais justas e sustentáveis.

Soma-se a concorrência com modelos predatórios de uso da terra, como o avanço de monoculturas e da pecuária extensiva, que ameaçam diretamente os territórios tradicionais e os modos de vida que mantêm a floresta em pé (Reuters, 2024). A bioeconomia, nesse cenário, surge como uma alternativa estratégica e necessária, mas que só será bem-sucedida se for centrada na floresta e em seus povos.

CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS

As resinas amazônicas, provenientes de espécies como *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand, *Copaifera spp.*, *Croton lechleri* Müll.Arg, *Hymenaea courbaril* L. e *Brosimum parinarioides* Ducke apresentam uma diversidade química notável e funcional, sendo compostas por monoterpenos, diterpenos, triterpenos e outros metabólitos secundários com propriedades antimicrobianas, antioxidantes, cicatrizantes, adesivas e bioativas. Essas características justificam o crescente interesse industrial nos segmentos de cosméticos, farmacêuticos, embalagens biodegradáveis e revestimentos naturais. O

uso tradicional das resinas por povos amazônicos, aliado ao reconhecimento científico de suas propriedades, reforça o valor do conhecimento ancestral como base para a inovação sustentável.

Do ponto de vista científico e tecnológico, as resinas amazônicas representam um campo fértil para inovação. Há perspectivas promissoras na engenharia de materiais, na produção de biofilmes, adesivos ecológicos, nanocarreadores de fármacos e até mesmo no desenvolvimento de sensores e biomateriais. Investir em pesquisas interdisciplinares, infraestrutura laboratorial na região e políticas de incentivo à produção local é essencial para que os insumos naturais deixem de ser apenas matérias-primas e se transformem em produtos agregando-lhes valor comercial, promovendo uma bioeconomia que respeita e mantém viva a floresta.

REFERÊNCIA

- ALEXIADES, MIGUEL N. Sangre de drago (*Croton lechleri*). **Tapping the Green Market: Certification and Management of Non-timber Forest Products**, 2002.
- ARAÚJO, B. A., DE FREITAS, L. S., SARMENTO, K. K. F., BEZERRA, V. R., DE LIMA, C. A. P., & DE MEDEIROS, K. M. A aplicação de polímeros biodegradáveis como uma alternativa sustentável. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 9, pág. e49010918248-e49010918248, 2021.
- BENATHAR, I. S. C.R., VIEIRA, G. Potential of *Copaifera* spp. oleoresin for sustainable extraction in the Eastern Amazon. **Environment, Development and Sustainability**, v. 23, p. 10275-10287, 2021.
- BIAVATTI, M. W., DOSSIN, D., DESCHAMPS, F. C., LIMA, M. D. P Análise de óleos-resinas de copaíba: contribuição para o seu controle de qualidade. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, p. 230-235, 2006.
- DA SILVA FERREIRA, R. G., GUILHON-SIMPLICIO, F., ACHO, L. D. R., BATISTA, N. Y., DO CARMO GUEDES-JUNIOR, F., FERREIRA, M. S. L., LIMA, E. S. Anti-hyperglycemic, lipid-lowering, and anti-obesity effects of the triterpenes α and β-amyrrenones in vivo. **Avicenna Journal of Phytomedicine**, v. 11, n. 5, p. 451, 2021.
- DALY, DOUGLAS CHARLES DE BURGH; FINE, PAUL VAN ANTUÉRPIA; MARTÍNEZ-HABIBE, MARIA CRISTINA. Burseraceae: um modelo para estudo da flora amazônica. **Rodriguésia**, v. 63, pág. 021-030, 2012.
- DAVID, A. M. S. FARIAS, A. L. F., JÚNIOR, S. L. S., DOS SANTOS FARIAS, J. E., DE CASTRO CANTUÁRIA, P. Conhecimento tradicional e uso do leite de amapá (*Brosimum parinarioides*) por comunidades amazônicas. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 25, p. 1–12, 2023.
- DELLA COLETTA, L. **Estudo da fixação biológica do nitrogênio em leguminosas (família Fabaceae) arbóreas tropicais através do enriquecimento isotópico do 15N**. 2010. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado-Universidade de São Paulo (USP). Centro de Energia Nuclear na Agricultura Piracicaba.
- FERNANDES, JOSÉ MARTINS; GARCIA, FLÁVIA CRISTINA PINTO. Leguminosae em dois fragmentos de floresta estacional semidecidual em Araponga, Minas Gerais, Brasil: arbustos, subarbustos e trepadeiras. **Rodriguésia**, v. 59, n. 3, p. 525-546, 2008.

FERREIRA, P. G., HÜTHER, C. M., SANTOS, W. C., FOREZI, L. D. S. M., DA SILVA, F. D. C., FERREIRA, V. F. Aqui tem Química: Parte VIII. Produtos Florestais não-Madeireiros (PFNM). **Revista Virtual de Química**, v. 16, n. 1, 2024.

FRANCIS, J. K. *Hymenaea courbaril L. Algarrobo, locust. Bioecología de Arboles Nativos y Exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales*, p. 279, 2000.

GOMES, L. F. Uso do escaneamento a laser aerotransportado como ferramenta para monitoramento de variáveis estruturais de florestas manejadas na Amazônia. 2022.

HIEDA, S. M. A família Euphorbiaceae na Reserva Biológica Municipal da Serra do Japi, Jundiaí, SP. 2012.

LAURA, ANA. "IBGE - Educa I Jovens." IBGE Educa Jovens, 2022, educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomas-brasileiros.html.

LEITE-BARBOSA, O. PINTO, C. C. D. O., LEITE-DA-SILVA, J. M., DE AGUIAR, E. M. M. M., & VEIGA-JUNIOR, V. F. Polymer Composites Reinforced with Residues from Amazonian Agro-Extractivism and Timber Industries: A Sustainable Approach to Enhancing Material Properties and Promoting Bioeconomy. **Polymers**, v. 16, n. 23, p. 3282, 2024.

LANGENHEIM, J. H. Plant resins: chemistry, evolution, ecology, and ethnobotany. (**No Title**), 2003.

MILANOWSKI, D. J., WINTER, R. E., ELVIN-LEWIS, M. P., L., W. H. Graphic Distribution of Three Alkaloid Chemotypes of *Croton l echleri*. **Journal of Natural Products**, v. 65, n. 6, p. 814-819, 2002.

MEDEIROS, S. R.; VIEIRA, G. Sustainability of extraction and production of copaiba (*Copaifera multijuga* Hayne) oleoresin in Manaus, AM, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 256, n. 3, p. 282-288, 2008.

MIGUEZ, EDUARDO; TAVARES, MARIA. The NMR study of the latex extracted from *Brosimum parinarioides*. 2011.

MONGABAY. Raw materials become high-value bioeconomy goods at an Amazon science park. Disponível em: <https://news.mongabay.com/2024/08/raw-materials-become-high-value-bioeconomy-goods-at-an-amazon-science-park/>

OSAKADA, A. Desenvolvimento inicial de sangue-de-dragão (*croton lechleri müll. arg.*) sob diferentes classes de solos, corretivos e níveis de luminosidade na Amazônia central. 2009.

PALHETA, R. A., DA CRUZ FILHO, R. F., CARNEIRO, A. L. B., TEIXEIRA, M. F. S. Composição nutricional e controle de qualidade do leite de amapá doce (*Brosimum parinarioides DUCKE*). **Bol Centro Pesq Processamento Alimentos**, v. 33, n. 2, p. 1-8, 2015.

PERES, I. S., CONCEIÇÃO, K. A., SILVA, L. A., KHOURI, N. G., YOSHIDA, C. M., CONCHA, V. O., SEVERINO, P. Sangue de Dragão: propriedades antioxidantes para nutracêuticos e farmacêuticos. **Rendiconti Lincei. Ciência Física e Naturali**, v. 1, pág. 131-142, 2023.

POLLITOS, PERCY AMILCAR ZEVALLOS; TOMAZELLO FILHO, MARIO. Espécies lenhosas do gênero *Croton L.*(Euphorbiaceae) no Estado do Acre. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S2, p. 177-179, 2007

PLOWDEN, J. C. **The ecology, management and marketing of non-timber forest products in the Alto Rio Guamá indigenous reserve (eastern Brazilian Amazon)**. The Pennsylvania State University, 2001.

REUTERS. **Can the bioeconomy help save the Amazon from deforestation?** 18 dez. 2024. Disponível em: <https://www.reuters.com/sustainability/land-use-biodiversity/can-bioeconomy-help-save-amazon-deforestation-2024-12-18>

RIBEIRO, ROBSON DAUMAS; LIMA, HAROLDO CAVALCANTE DE. Riqueza e distribuição geográfica de espécies arbóreas da família Leguminosae e implicações para conservação no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 1, p. 111-127, 2009.

RIBEIRO JÚNIOR, RONALDO LUÍS MACHADO. Extração E Aplicação Dos Óleos Essenciais De Syzgium Cumini (Jambolão) E Hymenaea Courbaril (Jatobá) Como Biopesticida No Controle De Larvas De Plonococcus Citri. 2021.

ROSSI, JÉSSICA; DE SOUZA, SABRINA PIRES; MACHADO, KARINA ELISA. Perspectivas do Uso de Croton lechleri: Revisão Sistemática na Prevenção do Envelhecimento Cutâneo. **ID on line. Revista de psicologia**, v. 17, n. 67, p. 77-92, 2023.

ROMEO, JOHN T.; SAUNDERS, JAMES A.; BARBOSA, PEDRO (Ed.). **Phytochemical diversity and redundancy in ecological interactions**. Springer Science & Business Media, 2013.

RODRIGUES, ANA BEATRIZ MATOS; GIULIATTI, NATHÁLIA MELO; JÚNIOR, ANTÔNIO PEREIRA. Aplicação de metodologias de recuperação de áreas degradadas nos biomas brasileiros. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 1, p. 333-369, 2020.

SIANI, ANTONIO C.; MORAES, ROSEANE; JUNIOR, VALDIR F. V. Toward establishing the productive chain for triterpene-based Amazonian oleoresins as valuable non-timber forest products. **Open Journal of Forestry**, v. 7, n. 2, p. 188-208, 2017.

SILVA, M.S.; FANTINI, A. C.; SHANLEY, P.. Látex de amapá (*Parahancornia fasciculata* (Poir) Benoit, Apocynaceae): remédio e renda na floresta e na cidade. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 6, p. 287-305, 2011.

SHIN, J., & KALAITZIDOU, K. (2019). **Environmental and Health Impact of Thermoset Resins and Their Composites**. In *Handbook of Composites from Renewable Materials* (pp. 63-93). Wiley-VCH.

SCHWARTZ, Gustavo. Jatoba—*Hymenaea courbaril*. In: **Exotic Fruits**. Academic Press, 2018. p. 257-261.

SCATOLINO, M. V., BUFALENO, L., DIAS, M. C., MENDES, L. M., DA SILVA, M. S., TONOLI, G. H. D., JUNIOR, F. T. A. Copalba oil and vegetal tannin as functionalizing agents for açai nanofibril films: valorization of forest wastes from Amazonia. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 44, p. 66422-66437, 2022.

VEIGA JUNIOR, Valdir F.; PINTO, Angelo C. O gênero copaífera L. **Química nova**, v. 25, p. 273-286, 2002.

YANG, D., GUO, J., SUN, L., SHI, F., LIU, J., & TANIKAWA, H. (2020). Urban buildings material intensity in China from 1949 to 2015. **Resources, Conservation and Recycling**, 159, 104824.

ZHANG, Haimei (Ed.). **Building materials in civil engineering**. Elsevier, 2011.