

MOLÉCULAS DA AMAZÔNIA: IDENTIFICANDO ESPÉCIES, PATENTES E PRINCIPAIS ATORES DA EXPLORAÇÃO BIOTECNOLÓGICA DE BIOMOLÉCULAS DA FLORA AMAZÔNICA

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é reconhecido mundialmente por sua vasta biodiversidade que se alastra por seis diferentes biomas: amazônia, mata atlântica, pantanal, cerrado, caatinga e pampas (IBGE, 2019). A Amazônia se destaca como a maior floresta tropical do mundo, ocupando aproximadamente 60% do território nacional e apresentando um expressivo valor ecológico, social e econômico (Brasil, 2025). A sua flora constitui um patrimônio estratégico capaz de impulsionar cadeias produtivas inovadoras baseadas na bioeconomia e na bioinovação.

No entanto, o aproveitamento desse potencial enfrenta desafios históricos e contemporâneos. O Brasil é palco de episódios de biopirataria, como a retirada de recursos naturais de seu território e a apropriação de conhecimentos tradicionais sem a devida autorização e repartição de benefícios (Pozzetti e Mendes, 2014; Gomes e Sampaio, 2019). Com isso, o não monitoramento de quem utiliza os recursos da biodiversidade favorece práticas de biopirataria e a concentração de benefícios em países estrangeiros, enquanto o Brasil permanece em posição secundária no uso estratégico de sua própria riqueza natural.

Diante disso, é necessário o desenvolvimento de instrumentos que permitam monitorar a utilização dos recursos da biodiversidade nacional, identificando os atores envolvidos e assegurando maior transparência sobre a exploração científica, tecnológica e comercial da flora amazônica.

Nesse contexto, o Moléculas da Amazônia foi desenvolvido com o objetivo de centralizar, organizar e disponibilizar informações sobre espécies da flora amazônica, sua distribuição geográfica, dados moleculares, e informações científicas e patentárias. Tal integração facilita a prospecção científica e tecnológica, bem como contribui para o monitoramento do uso de recursos naturais provenientes da biodiversidade brasileira.

Logo, este estudo tem como objetivo analisar as espécies da Amazônia presentes no repositório Moléculas da Amazônia, identificando o número de moléculas e patentes associadas, e os principais países depositantes de modo a identificar os principais atores envolvidos na exploração biotecnológica da flora amazônica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A diversidade biológica, ou biodiversidade, trata-se de uma variedade de formas de vida, a qual inclui diferentes espécies, genes e ecossistemas. Essa diversidade é fundamental para a Terra, uma vez que oferece recursos essenciais para a vida como água e alimentos, bem como promove a estabilidade climática do planeta.

O conceito de biodiversidade ganhou ampla discussão em 1992 com a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) realizada no Rio de Janeiro, que passou a reconhecer a gravidade da crise ambiental e seu impacto para o planeta (Brasil, 2020). Dentre os instrumentos que surgiram a partir desta conferência, tem-se a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), que tem como principais objetivos a conservação da diversidade biológica, a utilização sustentável de seus componentes e a repartição justa e equitativa dos benefícios oriundos da utilização de seus recursos genéticos (Brasil, 2000).

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) define o termo diversidade biológica como sendo:

“[...] a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas.” (Brasil, 2000).

Tendo essa definição, o Brasil se destaca como sendo um país com uma vasta biodiversidade, que abrange aproximadamente 20% do número total de espécies do planeta (Brasil, 2025). Essa diversidade está distribuída pelos seis biomas presentes em território nacional, sendo eles: amazônia, mata atlântica, pantanal, cerrado, caatinga e pampas (IBGE, 2019).

A Amazônia é amplamente reconhecida como sendo a maior floresta tropical do mundo, abrigando uma diversidade biológica abundante. No Brasil, a Amazônia ocupa aproximadamente 60% do território nacional, estando presente nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte do Maranhão (Aragón, 2018). Além de possuir uma grande relevância ecológica, a Amazônia possui um valor econômico estratégico, capaz de sustentar cadeias produtivas inovadoras alinhadas aos princípios da bioeconomia.

A região amazônica é lar de uma gama de recursos naturais que podem ser explorados de maneira sustentável. Até setembro de 2025, já foram catalogadas 53.554 espécies de pertencentes à flora amazônica, sendo 5048 de algas, 1624 de briófitas, 1425 de samambaias e licófitas, 129 de gimnospermas, 36985 de angiospermas e 8343 de fungos (Reflora, 2025). De acordo com Barbosa (2020), essa variedade de matérias primas podem ser transformadas, por meio de bioinovação, em moléculas e compostos de alto valor agregado. Isso faz com que o Brasil se torne um país fértil para o avanço do conhecimento científico e inovação tecnológica baseado em recursos naturais. No entanto, a exploração dessa riqueza tem sido marcada por tensões entre a conservação ambiental, o desenvolvimento regional e a apropriação indevida desses recursos.

Nesse sentido, a biopirataria se apresenta como uma das maiores ameaças à soberania dos países ricos em diversidade biológica. Ela é entendida como a apropriação ilegal de recursos biológicos e de conhecimentos tradicionais associados, realizada sem autorização ou repartição justa dos benefícios (Pozzetti e Mendes, 2014; Gomes e Sampaio, 2019). A Amazônia foi palco de episódios históricos de biopirataria, como a retirada clandestina de sementes de seringueira no século XIX, que possibilitou a expansão da produção de borracha na Malásia e a substituição da produção brasileira pela produção asiática no mercado internacional (Pozzetti e Mendes, 2014).

Casos mais recentes, como o registro da marca “cupuaçu” no Japão, reforçam essas práticas. De acordo com Pozzetti e Mendes (2014), pesquisadores japoneses perceberam que a semente do cupuaçu era capaz de produzir um chocolate mais saboroso e rentável do que o produzido pelo cacau. Desse modo, ao registrar a marca, o Japão mantém o monopólio sobre a fruta e seus derivados, contribuindo para a economia local. Tal fato evidencia o impacto econômico e cultural da exploração ilícita dos recursos amazônicos, uma vez que produtos tradicionalmente associados à identidade regional passam a ser apropriados pelo mercado externo.

Diante desse cenário, monitorar os atores que utilizam os recursos da biodiversidade nacional torna-se uma estratégia fundamental para reduzir perdas e assegurar a repartição justa de benefícios. Ao permitir maior transparência sobre o uso dos recursos, tais iniciativas contribuem para a proteção da soberania nacional, estimulam a bioeconomia sustentável e ampliam as oportunidades de inserção do Brasil em cadeias globais de inovação.

3 METODOLOGIA

O presente estudo adota uma abordagem exploratória, fundamentada na análise de dados disponíveis no repositório Moléculas da Amazônia, desenvolvido para integrar informações sobre espécies da flora amazônica, suas moléculas associadas e literatura científica e patentária.

O repositório Moléculas da Amazônia é alimentado por quatro bancos de dados, sendo eles: o *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF), o NuBBEDB, o ChEMBL e o *National Center for Biotechnology Information* (NCBI). Essas fontes fornecem informações taxonômicas, moleculares e químicas que subsidiam a caracterização da biodiversidade brasileira, permitindo a integração e padronização dos dados relacionados às espécies da Amazônia.

Foram filtradas exclusivamente as espécies registradas na região da Amazônia, considerando os estados que pertencem à Amazônia Legal: Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte do Maranhão. A seleção contemplou espécies com registros de moléculas associadas, bem como patentes depositadas, permitindo a vinculação entre biodiversidade e potencial de uso biotecnológico.

As moléculas associadas às espécies amazônicas foram mapeadas e quantificadas. Em seguida, foi realizada a identificação do número de patentes relacionadas, incluindo informações sobre os países de origem. Esse processo teve como objetivo avaliar o grau de apropriação e exploração econômica das moléculas derivadas da flora amazônica.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A busca levou em consideração as espécies presentes na região da Amazônia Legal, que contempla os estados: Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e Maranhão. Ao todo, a busca retornou um total de 87 espécies, das quais 87 são nativas, e 18 são endêmicas, ou seja, são restritas à região Amazônica.

A distribuição geográfica das espécies encontradas na Amazônia Legal apresenta padrões distintos de diversidade entre os estados que compõem a região. Das 87 espécies identificadas, observa-se maior concentração nos estados do Mato Grosso, Pará e Amazonas (Tabela 1). Isso pode refletir uma maior concentração de estudos sobre a flora dessas regiões.

Por outro lado, estados como Roraima, Amapá e Tocantins apresentam o menor número de espécies, que pode estar associado a uma menor cobertura de vegetação, maior fragmentação do habitat e/ou menor intensidade de levantamentos científicos. Tais padrões reforçam a importância de estratégias regionais de conservação adaptadas às características de cada estado, de modo a garantir a preservação da flora Amazônica.

Ademais, foram encontradas 403 moléculas associadas a essas espécies. Isso indica um expressivo potencial biotecnológico presente na flora amazônica. A variedade de compostos químicos presentes nessas plantas reflete oportunidades significativas para pesquisa científica e desenvolvimento de novos produtos. Com isso, é evidente a necessidade de esforços integrados de prospecção e catalogação de moléculas, que podem não só contribuir para a conservação da biodiversidade, como também contribuir para a inovação tecnológica baseada em recursos naturais da região.

Tabela 1 - Distribuição geográfica do número de espécies e suas moléculas associadas pelos Estados pertencentes à Amazônia Legal.

UF	Nº de Espécies	Nº de Moléculas Associadas
MT	57	314
PA	56	294
AM	53	261

AC	44	229
MA	43	260
RO	43	242
TO	35	193
AP	30	198
RR	22	126

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Quanto às patentes relacionadas, a busca retornou um total de 2.354 registros de patentes, os quais estão associados a 47 espécies. Esse resultado indica que mais de 50% das espécies identificadas possuem um potencial de aplicação tecnológica reconhecido, reforçando a relevância econômica dessas espécies. Dentre essas espécies, algumas se destacam pelo número de moléculas estudadas e pelo volume de patentes registradas, como a Meliaceae *Cedrela odorata*, Anacardiaceae *Anacardium occidentale* e Meliaceae *Swietenia macrophylla* (Tabela 2).

Esses resultados indicam que o número de patentes depositadas não necessariamente reflete apenas o número de moléculas conhecidas, mas também o interesse histórico, econômico e industrial por determinadas espécies, os quais podem estar associadas à disponibilidade de compostos bioativos de alto valor. Ademais, as espécies que possuem um número reduzido de patentes podem representar oportunidades ainda pouco exploradas para inovação científica e tecnológica.

Tabela 2 - As 10 espécies da região Amazônica com o maior número de patentes associadas.

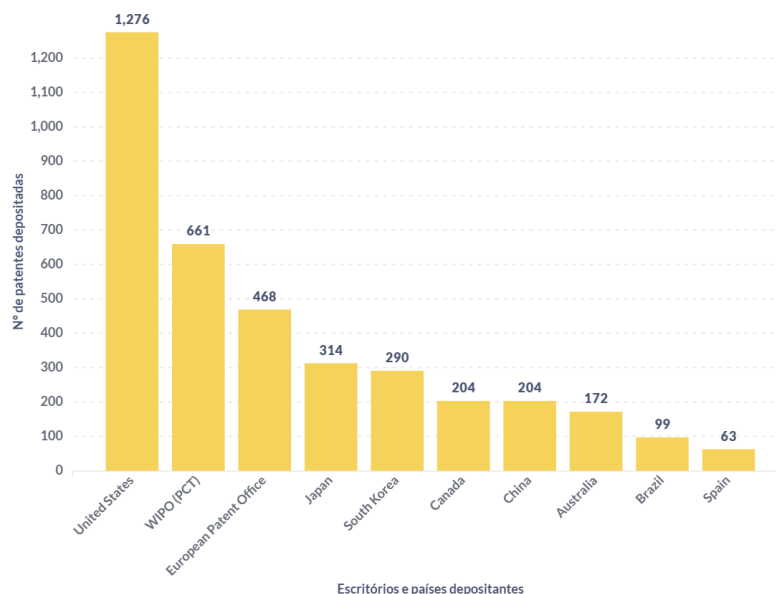
Nome Científico	Nº de Moléculas Associadas	Nº de Patentes
Meliaceae <i>Cedrela odorata</i>	6	773
Anacardiaceae <i>Anacardium occidentale</i>	9	525
Meliaceae <i>Swietenia macrophylla</i>	4	234
Rubiaceae <i>Chimarrhis turbinata</i>	1	168
Myristicaceae <i>Iryanthera juruensis</i>	8	87
Piperaceae <i>Piper crassinervium</i>	5	82
Piperaceae <i>Piper tuberculatum</i>	7	66
Fabaceae <i>Dipteryx lacunifera</i>	2	61
Sapindaceae <i>Dilodendron bipinnatum</i>	1	50
Styracaceae <i>Styrax camporum</i>	3	44

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Ao analisar a origem das patentes associadas às espécies da Amazônia Legal, observa-se que os principais depositantes estão concentrados em países com histórico em pesquisa e desenvolvimento biotecnológico. Os Estados Unidos lideram com 1.276 patentes, seguidos pelo WIPO (*World Intellectual Property Organization*) com 661, o *European Patent Office* com 468, o Japão com 314, e a Coreia do Sul com 290 patentes (Figura 1). O Brasil se encontra na nona posição, com apenas 99 patentes. Essa distribuição salienta que grande parte do potencial biotecnológico da flora amazônica está sendo registrada fora do país, refletindo

não só o interesse internacional por compostos naturais da região como a capacidade tecnológica e financeira das instituições estrangeiras em investir na prospecção e proteção de moléculas bioativas. Isso reforça que o Brasil está em posição secundária quando se trata do uso estratégico de suas riquezas naturais, estando a concentração de seus benefícios apropriada por países estrangeiros.

Figura 1 - Os 10 principais escritórios e/ou países com patentes utilizando moléculas presentes em espécies da flora amazônica.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Diante desses resultados, é necessário ressaltar a importância de mecanismos legais e éticos, que regulam o acesso e a repartição justa e equitativa de benefícios derivados da utilização dos recursos naturais advindos da biodiversidade brasileira. Isso é fundamental para garantir que o uso da biodiversidade amazônica seja sustentável e traga benefícios econômicos e sociais ao país.

Os resultados aqui apresentados são parciais e ainda não estão disponíveis para acesso. O projeto Moléculas da Amazônia está em andamento e será divulgado em um futuro próximo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das espécies da Amazônia presentes no repositório Moléculas da Amazônia evidenciou a riqueza biotecnológica da sua flora, com 87 espécies catalogadas, 403 moléculas associadas e 3.158 patentes registradas. Os dados demonstram que, embora grande parte do potencial biotecnológico esteja concentrada em algumas espécies, há oportunidades significativas para prospecção e desenvolvimento de novos compostos a partir de espécies ainda pouco exploradas.

A avaliação dos países depositantes revelou a predominância de registros de patentes por instituições estrangeiras, destacando os Estados Unidos, a WIPO e o European Patent Office, enquanto o Brasil ocupa a nona posição. Esse panorama reforça a necessidade de políticas e estratégias nacionais que incentivem a pesquisa, o registro de propriedade

intelectual e o uso sustentável da biodiversidade, garantindo que os benefícios derivados da exploração tecnológica retornem ao país.

O Moléculas da Amazônia demonstrou ser uma ferramenta estratégica para integrar dados biológicos, químicos e tecnológicos, promovendo maior transparência sobre a utilização da biodiversidade e subsidiando a tomada de decisões em pesquisa, inovação e conservação. Por meio desse sistema, é possível monitorar atores envolvidos, identificar lacunas de conhecimento e orientar esforços de exploração científica e tecnológica de forma ética e sustentável.

REFERÊNCIAS

- ARAGÓN, L. E. A dimensão internacional da Amazônia: um aporte para sua interpretação. *Rev. NERA, Presidente Prudente*, n. 42, p. 14-33, mar. 2018. DOI: 10.47946/rnera.v0i42.5676. Disponível em: <https://doi.org/10.47946/rnera.v0i42.5676>. Acesso em: 18 set. 2025.
- BARBOSA, R. A bioeconomia e a Amazônia. *Interesse Nacional*, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 31-37, ago. 2020. Disponível em: https://www.escolhas.org/wp-content/uploads/2020/07/Revista-Interesse-Nacional_BIOECONOMIA_Irice-e-Escolhas_agosto2020.pdf. Acesso em: 18 set. 2025.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança Climática. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. *Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB*. Brasília, DF, 30p. 2000. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/textoconvenoportugus.pdf>. Acesso em: 17 set. 2025.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Biodiversidade Brasileira. 2025. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira.html>. Acesso em: 18 set. 2025.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000*. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.
- POZZETTI, V. C.; MENDES, M. L. S. Biopirataria na Amazônia e a ausência de proteção jurídica. *Revista Direito Ambiental e Sociedade*, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 209-234, jan./jun. 2015. Disponível em: <https://sou.ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/3691>. Acesso em: 18 set. 2025.
- GOMES, M. F.; SAMPAIO, J. A. L. BIOPIRATARIA E CONHECIMENTOS TRADICIONAIS: AS FACES DO BIOCOLONIALISMO E SUA REGULAÇÃO. *Veredas do Direito*, Belo Horizonte, v. 16, n. 34, p. 91–121, jan./abr. 2019. DOI: 10.18623/rvd.v16i34.1274. Disponível em: <https://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/1274>. Acesso em: 18 sep. 2025.
- REFLORA. Programa REFLORA, 2025. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/PrincipalUC/PrincipalUC.do;jsessionid=338A800C5FF588B8C9739395B540A97E>. Acesso em: 18 sep. 2025.