

## INDICADORES DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO ENVOLVENDO PATRIMÔNIO GENÉTICO E CONHECIMENTOS TRADICIONAIS ASSOCIADOS À FLORA DA MATA ATLÂNTICA

**Celise Villa dos Santos<sup>1</sup>**

Instituto Nacional da Mata Atlântica  
celisevs@gmail.com

**Fábio Mascarenhas e Silva<sup>2</sup>**

Universidade Federal de Pernambuco  
fabio.mascarenhas@ufpe.br

### Resumo

Inovações baseadas na biodiversidade têm sido estimuladas por políticas públicas como solução para aumentar a eficiência econômica e competitiva do Brasil, e apontadas como mecanismo de superação dos desafios socioambientais envolvendo a mudança do clima, e a conservação dos patrimônios cultural e biológico. Dada a carência de indicadores sobre Ciência, Tecnologia e Inovação envolvendo o patrimônio genético brasileiro e os conhecimentos tradicionais associados, esse trabalho analisa de modo pioneiro as capacidades e limitações de informação públicas do Sistema Eletrônico de Gestão do Patrimônio Genético para medir a inovação de impacto tecnológico e social envolvendo a biodiversidade brasileira, tomando como estudo de caso dados sobre a flora nativa do bioma Mata Atlântica. Constata-se que o Sistema tende a concentrar informações relativas à tecnologias e produtos de base tecnológica e que, para a flora da Mata Atlântica, embora haja grande potencial de inovação em produtos e processos desenvolvidos por instituições públicas de ensino e pesquisa, poucos foram notificados ou licenciados, com a inovação concentrada no setor de cosméticos. Verifica-se entre outras limitações do SisGen, a da não publicidade de informações relativas às espécies acessadas e aos produtos desenvolvidos ou notificados, o que restringe a participação da sociedade no monitoramento e aprimoramento dos mecanismos de controle de acesso, e na definição de políticas públicas.

**Palavras-chave:** acesso à informação; biodiversidade; biomas; inovação social; SisGen.

### INDICATORS OF SCIENCE, TECHNOLOGY, AND INNOVATION INVOLVING GENETIC HERITAGE AND TRADITIONAL KNOWLEDGE ASSOCIATED WITH THE FLORA OF THE ATLANTIC FOREST

#### Abstract

Innovation based on biodiversity has been encouraged by public policies as a solution to increase Brazil's economic and competitive efficiency and, has been identified as a mechanism to address socio-environmental challenges related to climate change and the conservation of cultural and biological heritage. Given the lack of indicators on science, technology, and innovation related to Brazilian genetic heritage and associated traditional knowledge, this work analyses in a pioneering way the public information capabilities and limitations of the Electronic Genetic Heritage Management System to measure innovation with technological and social impact related to Brazilian biodiversity, using data on the native flora of the Atlantic Forest biome as a case study. Note that the System tends to concentrate information on technologies and technology-based products. And for the Atlantic Forest flora, although there is great potential for innovation in products and processes developed by public teaching and research institutions, a few have been notified or licensed, with innovation concentrated in the cosmetics sector. Among other limitations of the SisGen, there is no publication of information on the species accessed and the

<sup>1</sup> Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Pesquisadora no Instituto Nacional da Mata Atlântica (INMA).

<sup>2</sup> Doutor em Ciência da Informação pela Universidade de São Paulo (USP). Professor Associado da Universidade Federal do Pernambuco (UFPE).



products developed or notified, which limits the participation of society in the monitoring and improvement of access control mechanisms and the definition of public policies.

**Keywords:** access to information; biodiversity; biomes; social innovation; SisGen.

## **INDICADORES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DEL PATRIMONIO GENÉTICO Y CONOCIMIENTOS TRADICIONALES ASOCIADOS A LA FLORA DEL BOSQUE ATLÁNTICO**

### **Resumen**

Las innovaciones basadas en la biodiversidad han sido fomentadas por políticas públicas como una solución para aumentar la eficiencia económica y competitiva de Brasil, y se identifican como un mecanismo para superar los desafíos socioambientales relacionados con el cambio climático y la conservación del patrimonio cultural y biológico. Dada la falta de indicadores sobre Ciencia, Tecnología e Innovación que involucren el patrimonio genético brasileño y los conocimientos tradicionales asociados, este trabajo analiza de manera pionera las capacidades y limitaciones de la información pública del Sistema Electrónico de Gestión del Patrimonio Genético (SisGen) para medir la innovación con impacto tecnológico y social que involucra la biodiversidad brasileña, tomando como estudio de caso datos sobre la flora nativa del bioma Mata Atlántica. Se constata que el Sistema tiende a concentrar información relativa a tecnologías y productos de base tecnológica y que, para la flora de la Mata Atlántica, aunque existe un gran potencial de innovación en productos y procesos desarrollados por instituciones públicas de enseñanza e investigación, pocos han sido notificados o licenciados, con la innovación concentrada en el sector cosmético. Entre otras limitaciones del SisGen, no existe publicidad de información relativa a las especies accedidas y los productos desarrollados o notificados, lo que restringe la participación de la sociedad en el seguimiento y mejora de los mecanismos de control de acceso, así como en la definición de políticas públicas.

**Palabras clave:** acceso a la información; biodiversidad; biomas; innovación social; SisGen.

## 1 INTRODUÇÃO

Inovações tecnológicas são reconhecidas nas políticas públicas brasileiras como um mecanismo potencial para aumento da eficiência econômica, e indutor de incremento do nível de atividade e de competição no comércio internacional (Brasil, 1998; Brasil, 2004; Brasil, 2016). Entre essas inovações, as baseadas na exploração tecnológica da biodiversidade têm sido incentivadas pela possibilidade de promover inovações de maior valor agregado quando comparadas às inovações de base tradicional (Brasil, 2001; Fapesp, 2017; Brasil, 2018). As inovações tecnológicas na área de biotecnologia ainda seriam favorecidas no Brasil pela grande variedade de espécies distribuídas nos seis biomas, e pelos conhecimentos acumulados pelos brasileiros e povos de comunidades tradicionais sobre usos dessas espécies (Dataplant, 2023; Re flora, 2024).

Nesse contexto, o discurso do capitalismo, e da tecnociência, ainda tem se encarregado de difundir enunciações em defesa de um regime de inovação permanente, promotor de progresso tecnológico e sócio-econômico (Schumpeter, 1985) e, ao mesmo tempo, no caso de uso da biodiversidade, explorá-la de modo sustentável como forma de conservá-la (Brasil, 2002; Carayannis; Barth; Campbell, 2012).

Os indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), disponibilizados desde 2015 pelo Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI) (MCTI, 2023), têm como referência metodológica um conjunto de manuais, como o Frascati, o de Oslo e o de Patentes, todos da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) (OECD, 2009, 2015, 2018). O conjunto de indicadores para P&D disponibilizados com comparações internacionais abordam: os dispêndios governamentais e do setor empresarial em P&D, os recursos governamentais destinados à pós-graduação, o número e perfil dos recursos humanos, a produção científica de brasileiros (em quantidade de publicações e número de citações), e as patentes depositadas e concedidas no país com detalhamento para cinco áreas tecnológicas (tecnologia da informação, meio ambiente, biotecnologia, fármacos e nanotecnologia). Entre as cinco áreas selecionadas para avaliação dos indicadores de patentes pelo MCTI, quatro têm forte alinhamento com o uso da biodiversidade (meio ambiente, biotecnologia, fármacos e nanotecnologia), indicando que sua exploração é atualmente questão estratégica para o desenvolvimento científico e tecnológico no país.

Como indicadores de inovação, o MCTI adota dados da Pesquisa de Inovação tri-anual por amostragem do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), também alinhada com diretrizes internacionais da Unesco e da OECD para mensuração de inovação

(UNESCO, 2017; OECD, 2023). Essa pesquisa identifica o perfil e as características das empresas que fazem P&D contínuo, e as que implementaram inovações de produto e/ou processo. Embora essa pesquisa detalhe as empresas que realizaram inovações em biotecnologia e nanotecnologia por setor industrial/ atividade econômica, como o de fármacos, ela não identifica se as inovações envolveram o uso de recursos do patrimônio genético brasileiro (PG) ou de conhecimentos tradicionais associados (CTA).

Apesar dos indicadores de CT&I adotados pelo MCTI demonstrarem a importância das inovações relacionadas ao uso da biodiversidade para o país, não exprimem a produção científica e tecnológica envolvendo PG e CTA, nem sua conversão em inovações, ou seus impactos socioeconômicos e ambientais. Esses indicadores também não relacionam a disponibilidade de recursos da biodiversidade, ou perda desses recursos decorrente dos processos de inovação.

Uma primeira abordagem no Brasil para mensuração de inovação especificamente voltada para uso da biodiversidade foi realizada em 2016 pela Confederação Nacional da Indústria (CNI). A metodologia, que combinou dados estatísticos nacionais de produção agrícola, industrial e extrativista do IBGE, e de estatísticas de comércio externo, explicitou a exploração direta da biodiversidade tradicional baseadas na agricultura, no extrativismo vegetal e no processamento agroindustrial em aplicações de maior peso econômico para cinco Estados Brasileiros (CNI, 2016).

Entretanto, a estratégia metodológica utilizada pelo CNI não permitiu identificar segmentos onde a relação com o uso da biodiversidade é de importância econômica elevada mas envolve pouco ou nenhum um uso extrativo direto, como os que fazem uso de informação de material genético para finalidades farmacêuticas e cosméticas, por exemplo. Análises experimentais realizadas pelo IBGE sobre o uso dos ecossistemas pelos agentes econômicos com base em dados do censo agropecuário da produção da extração vegetal e da Silvicultura, e de produção agrícola municipal, também não permitiram identificar o uso de espécies da biodiversidade com baixo volume extrativo pois, quando constam nas estatísticas oficiais, normalmente estão agrupados em categorias genéricas como “outros” (Brito *et al.*, 2016; IBGE, 2021).

Outro aspecto não considerado no estudo do CNI, tampouco pelo MCTI na elaboração de indicadores de CT&I, são os usos de menor importância econômica que podem estar associados à promoção de inovação social. Inovação social que tem sido defendida como mecanismo de superação para problemas técnicos e desafios socioambientais, envolvendo a conservação dos patrimônios cultural e biológico brasileiros, ou para promoção de melhores

condições de vida e trabalho em comunidades tradicionais, ou grupos sociais na base da pirâmide social e com necessidades básicas pouco atendidas (Monteiro, 2019; Koerich; Cancellier, 2020). Estudo realizado por Nobre e outros (2023) projetou cenários para a economia da Amazônia no contexto da sustentação ecológica frente às mudanças climáticas, com conclusões podem ser replicadas para as demais regiões brasileiras, mostrando que as atividades essencialmente baseadas na biodiversidade e nos conhecimentos locais são altamente incluídas e capazes de gerar empregos. O estudo indicou ainda a necessidade de técnicas de contabilização para romper com o viés de subdimensionamento e irrelevância dessas atividades, e das inovações sociais a elas relacionadas.

A implantação do Sistema Eletrônico de Gestão do Patrimônio Genético (SisGen) em 2017 representou um avanço na possibilidade de analisar contínua e sistematicamente o acesso à biodiversidade e aos CTA, e a conversão de tecnologias em produtos no Brasil, principalmente aquelas baseadas na exploração indireta, com nenhum ou pouco uso extrativo. Regulamentado pela Lei nº 13.123 de 20/05/2015 (Brasil, 2015), o SisGen dá publicidade aos acessos e às notificações de produtos envolvendo com PG e CTA brasileiros retroativos ao ano 2000 (Brasil, 2024).

Considerando que indicadores abrangentes para a economia da biodiversidade serão essenciais para a proposição, monitoramento e avaliação das novas políticas associadas ao desenvolvimento da bioeconomia em articulação no Brasil (Brasil, 2022), este trabalho analisa a CT&I envolvendo PG e CTA brasileiros a partir dos dados abertos do SisGen, tomando como estudo de caso a flora nativa do bioma Mata Atlântica.

A Mata Atlântica é o bioma brasileiro com maior variedade de espécies vegetais (Reflora, 2024) e um *hotspot* mundial, ou seja, uma das áreas mais ricas em biodiversidade e mais ameaçadas do planeta. É também o bioma mais fragmentado e impactado pelos processos de urbanização, com cerca de 12% de vegetação nativa remanescente e 82% das espécies de flora endêmicas ameaçadas de extinção (Zupo *et al.*, 2022; Lima *et al.*, 2024). Fatos que alertam para a perda de recursos potenciais que poderiam ser explorados para desenvolvimento de produtos e tecnologias.

## 2 METODOLOGIA

Foram recuperadas em 15/02/2024 (Brasil, 2024) informações públicas de atividades de acesso e de notificações de produtos envolvendo PG e CTA brasileiros, declaradas pelos

usuários ao Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGen), e disponíveis no Módulo de Publicidade do SisGen.

A coleta dos dados foi efetuada separadamente para os seis biomas brasileiros, a partir dos seguintes campos no Módulo de Publicidade: data inicial/data final (julho/2000 a dezembro/2023), tipo de componente do patrimônio genético (flora, exceto algas), e bioma (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal). Os registros de cada coleta, contendo informações sobre titularidade, resultados obtidos com os acessos (requerimento de propriedade intelectual ou licenciamento de patente), notificações de produto, sigilo, conhecimentos tradicionais, e suas formas de obtenção (diretamente com o provedor, de fontes secundárias ou não identificável), foram exportados do SisGen em formato planilha xls utilizando recurso disponível no Módulo de Publicidade. O agrupamento dos dados originais por tipo de titularidade, e contagem de registros referentes à Mata Atlântica, foi realizado no programa de análise bibliométrica VantagePoint 5.0 (Search Technology, Inc.).

Para referência e comparação dos números de acessos e de notificações de produtos entre biomas brasileiros, foram coletados na base de dados REFLORA/CNPQ (Reflora, 2024) os números de espécies de flora nativa (exceto algas) que ocorrem em cada um dos seis biomas brasileiros em 15/02/2024.

Com o intuito de avaliar a participação das Universidades e Institutos de Pesquisa públicos brasileiros no desenvolvimento e divulgação de tecnologias sociais, foi consultado o sítio eletrônico na internet das Agências/ Núcleos de Inovação das vinte instituições com mais registros de publicações sobre a Mata Atlântica na base de dados Web of Science, no período entre 2016 e 2020 (Freitas; Sobral; Silva, 2021) (Quadro 1). Nesses sítios verificou-se a existência de portais exclusivos para divulgação de tecnologias sociais, o número total de tecnologias cadastradas, e quantas estavam relacionadas à espécies da biodiversidade brasileira.

**Quadro 1** – Instituições com mais registros de publicações sobre a Mata Atlântica (Web of Science) entre 2016 e 2020.

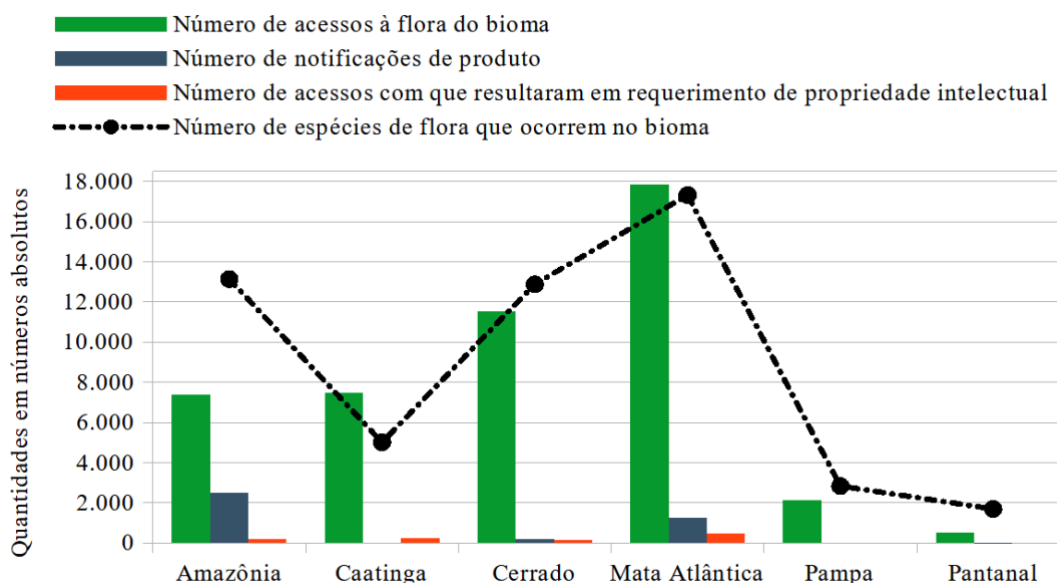
Instituição	Agência/núcleo de inovação	Número de publicações
USP -Universidade de São Paulo	AUSPIN	1534
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro	Inova UFRJ	1186
UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	AUIN	764
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas	Inova Unicamp	657
UFPE - Universidade Federal de Pernambuco	DINE - Diretoria de Inovação e Empreendedorismo	621
UFRGS - Universiade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS-SEDETEC	517
UFMG- Universidade Federal de Minas Gerais	CTIT-UFMG	477
UFPR - Universidade Federal do Paraná	SPIN-UFPR	476
UFV - Universidade Federal de Viçosa	NIT-UFV	376
UFSC -Universidade Federal de Santa Catarina	SINOVA-UFSC	328
UFMS - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul	AGINOVA	311
UESC- Universidade Estadual de Santa Cruz	NIT-UESC	305
UFES - Universidade Federal do Espírito Santo	Instituto de Inovação Tecnológica UFES	274
UFSCar Universidade Federal de São Carlos	AIN-UFSCAR	263
FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz	GESTEC NIT-Fiocruz	255
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	EMBRAPA-Inovação	244
UFPB - Universidade Federal da Paraíba	INOVA UFPB	235
JBRJ - Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro	não possui	219
UnB - Universidade de Brasília	CITT UnB	200
UFG - Univesidade Federal de Goiás	Agência UFG de Inovação	187

Fonte: Elaborado pelos autores utilizando dados de Freitas, Sobral e Silva (2021).

## 2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

São analisadas as relações entre variedade de espécies vegetais nos biomas brasileiros com os acessos à biodiversidade, além das patentes requeridas e dos produtos notificados no SisGen. Verifica-se que a Mata Atlântica é o bioma brasileiro onde ocorre a maior variedade de espécies nativas, e com maior número de acessos (17.859) e requerimentos de patentes (464), mas não é o bioma com maior número de produtos notificados (Figura 1). A Amazônia, o quarto bioma com mais acessos à flora, possui o maior número de produtos notificados em decorrência das estratégias empresariais da indústria de cosméticos Natura, que responde por 80% das notificações. A Natura também atua na Mata Atlântica com um número significativo de notificações de produtos (60% do total).

**Figura 1** – Dados sobre acessos, propriedade intelectual e produtos relacionados à flora dos biomas brasileiros.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do Re flora e do SisGen (2024).

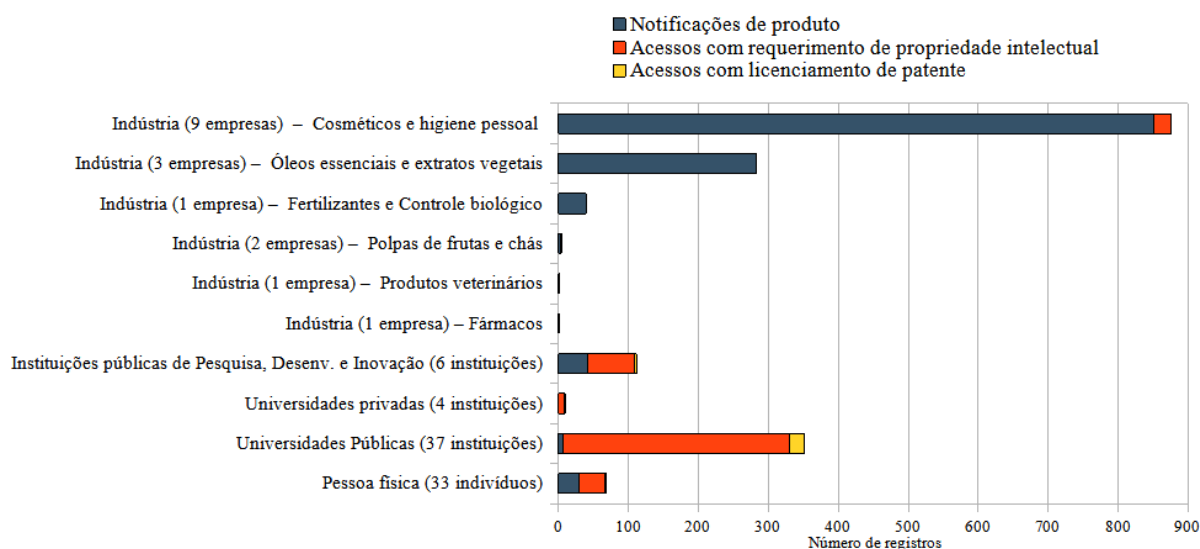
Na análise da titularidade das notificações de produto, e dos requerimentos de propriedade intelectual envolvendo a flora da Mata Atlântica, verifica-se que os titulares das notificações de produtos são predominantemente empresas brasileiras atuantes nos setores de produtos cosméticos (Natura, Dicas Cosméticos, Natuphitus, Agreste Cosmética, Harmonia Natural, Crismas Bicho S Bom, Bel Col Cosméticos, Soft Hair, JenBio, Naturally Bios), de óleos e extratos vegetais (Plantus, Terra Flor, By Samia), e da agricultura (Vittia Fertilizantes e Controle biológico). Exceto a Natura, que realizou acessos que resultaram em requerimento de proteção da propriedade intelectual para aproximadamente 3% dos produtos notificados, as demais empresas praticamente não utilizaram esse mecanismo como estratégia competitiva (Figura 2).

O perfil, conforme o SisGen, de requerimentos de patentes relativos à flora da Mata Atlântica pela indústria brasileira concentrado em um ator do setor de cosméticos revela, quando comparado aos pedidos mundiais de patentes envolvendo espécies de flora nativa ocorrentes somente na Mata Atlântica (Santos; Silva; Faria, 2023), que muitas aplicações potenciais em outras áreas como agricultura, medicina, alimentos, sistemas de tratamento de resíduos, esgoto e água, têm sido exploradas por instituições estrangeiras. Como a maioria dos pedidos de patentes nessas outras áreas não foram depositados no Brasil, e talvez nem sejam explorados neste país, não passam pelos atuais mecanismos brasileiros de controle de acesso e de exploração da biodiversidade. Pois esses mecanismos limitam-se aos pedidos de patentes no



Brasil, e não consideram o rastreamento da produção, nem da comercialização de produtos (Brasil, 2020).

**Figura 2** – Notificações de produtos e acessos à flora da Mata Atlântica que resultaram em requerimento de propriedade intelectual ou licenciamento de patente.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do SisGen (2024).

Segundo dados do SisGen, as universidades e institutos de pesquisa públicos brasileiros são as instituições que, de modo predominante, requereram proteção por propriedade intelectual para a flora da Mata Atlântica (391 requerimentos, cerca de 84% do total). Fato que revela um bom desempenho científico e tecnológico do Brasil no desenvolvimento de produtos baseados na biodiversidade da Mata Atlântica, ainda que os números de pedidos de patentes no Brasil sejam considerados baixos (De Negri, 2021). Mas, comparando-se o total de número de pedidos de propriedade intelectual dessas instituições, com o número de licenciamentos de patente (Figura 2), há baixa conversão dos produtos desenvolvidos em inovação (391 pedidos versus 24 licenciamentos).

As pressões que as universidades públicas e institutos de pesquisa têm vivenciado para se tornarem empreendedoras desenharam a atual política pública nacional para CT&I, que resultou na criação dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) com programas de proteção à propriedade intelectual e de transferência de tecnologias (Brasil, 2004; Oliveira, 2021). Nesses NITs realiza-se a gestão dos catálogos de patentes, de cultivares, de programas de computador e de desenhos industriais, com foco principal na proteção e licenciamento de tecnologias para o setor industrial.

No contexto não linear entre investimentos públicos em C&T, com o nível de inovação em uma economia (Stokes, 2005; Gonçalves; Santana, 2023), há críticas em relação às políticas de incentivo à proteção da propriedade intelectual e de transferência de tecnologia dos institutos de pesquisa brasileiros para a indústria, à exaltação a importância dos depósitos de patentes, e ao uso equivocado dos números de patentes como medida do sistema de inovação (De Negri, 2021; Mazzucato, 2011).

Por outro lado, a quantidade de notificação de produtos e de registros de acesso que resultaram em pedidos de propriedade intelectual realizados por pessoas físicas (29 e 37 registros, respectivamente) (Figura 2), indica que, inventores independentes, estão empreendendo, ou anseiam empreender um negócio utilizando patentes como estratégia competitiva (diferente do percebido no perfil empresarial). Segundo Reynolds e De Negri (2019), tecnologias desenvolvidas em universidades são de menor interesse de grandes empresas, sendo frequentemente exploradas por startups fundadas por egressos universitários.

A percepção desse fenômeno por universidades pode ser observada, por exemplo, na federal de São Carlos (UFSCar). Além de manter um cadastro de empresas filhas criadas por alunos, ex-alunos, ou surgidas a partir de pesquisas ou projetos com algum vínculo com a Universidade, a UFSCar disponibiliza em sua biblioteca comunitária um espaço físico com apoio técnico para criação, inovação e empreendedorismo de base tecnológica e social (Oliveira, 2021; AIn UFSCar, 2022; Starteca, 2024).

Ademais, algumas universidades e institutos de pesquisa públicos brasileiros, no intuito de serem protagonistas no enfrentamento dos desafios sociais e climáticos do século XXI, tem considerado seu papel social e disponibilizado catálogos de tecnologias sociais desenvolvidas internamente e não patenteadas por decisão estratégia dos NITs, ou não patenteáveis. Entre as 20 instituições com mais registros de publicações sobre a Mata Atlântica na base de dados Web of Science, no período entre 2016 e 2020 (Freitas; Sobral; Silva, 2021), três possuem um portal na internet exclusivo para disseminação de tecnologias sociais desenvolvidas internamente nas instituições. A Embrapa é a principal delas com 140 tecnologias sociais, sendo 96 relacionadas a insumos da biodiversidade brasileira. A UNESP possui 3 tecnologias (1 com espécie da biodiversidade brasileira), e a UnB um campo em construção no portal de sua agência de inovação para divulgação de tecnologias sociais (Embrapa, 2024; Unesp, 2024; UnB, 2024).

Embora os dados de notificação de produtos do SisGen confirmem que a inovação brasileira envolvendo o PG e CTA com a flora da Mata Atlântica se concentra nos setores da indústria cosmética, de óleos essenciais, e no setor agrícola (Figura 2), não se sabe, em razão

da não publicidade de informações, qual PG ou CTA está sendo explorado, mesmo que somente 5,6% (1005 de 17859) das atividades de acesso, e 6,6% (83 de 1259) das notificações de produto serem classificadas como sigilosas. A publicidade de informações do SisGen limita-se a informar o local/bioma de coleta do PG/CTA, e o tipo de produto/ material reprodutivo gerado possibilitando à sociedade a identificar somente: o número de produtos notificados por bioma/ tipo de recurso do patrimônio genético acessado (flora, fauna etc); se envolve conhecimentos tradicionais; o tipo genérico de produto/ processo gerado; e, o usuário que notificou o produto (Santos; Silva, 2023).

Há diversas implicações para a não publicidade de informações pelo SisGen sobre o nome da espécie acessada ou do CTA, ou de detalhes sobre os produtos acabados e/ou materiais reprodutivos notificados, que ocorre mesmo para os registros não resguardados pelas Leis de Sigilo Industrial ou Comercial Empresarial. Uma das implicações é a de não possibilitar uma compreensão mais abrangente de como a biodiversidade brasileira está sendo explorada, principalmente nos seus usos não extrativos diretos, como os que utilizam informação de material genético, nem os impactos dessa exploração.

Outra implicação da não publicidade de informações pelo SisGen é que o monitoramento do acesso e do cumprimento das regulamentações referentes ao consentimento de uso dos CTA, e à repartição de benefícios, restringe-se ao governo e aos poucos representantes da sociedade no CGen. A publicização das informações possibilitaria que entidades não governamentais e proprietários de conhecimentos tradicionais monitorassem, paralelamente ao governo, o acesso ao patrimônio genético, a veracidade das informações declaradas e a origem dos conhecimentos tradicionais. A esse respeito, destaca-se a origem dos conhecimentos tradicionais, pois as 338 notificações de produto registradas no SisGen envolvendo CTA relacionado à flora da Mata Atlântica, e 99% dos requerimentos de propriedade intelectual, declararam o CTA acessado como de origem não identificável.

Questão adicional a se considerar é que, como o objetivo principal do SisGen é monitorar os resultados financeiros decorrentes do acesso à biodiversidade, tendo em conta a repartição de benefícios, mesmo que sejam publicizadas pelo SisGen informações sobre as espécies e os CTAs, e produtos deles decorrentes, estas informações ainda serão restritas àqueles produtos envolvendo maior nível tecnológico, aparato industrial, e/ou maior valor agregado (Brasil, 2002). Permanecendo ainda uma lacuna para monitoramento das inovações sociais.

Para a medição da inovação social baseada na biodiversidade, indicada como estratégica para busca de alternativas para justiça social e enfrentamento aos impactos da mudança do clima (Sorrenti, 2017; Manes, 2022; Nobre *et al.*, 2023), observa-se a carência de procedimentos conceitualmente estabelecidos pela diversidade de realidades e fatores que interferem na ocorrência das inovações sociais (Justen; Cherobim; Segato, 2018). Ademais, não há dados ou contabilizações oficiais realizadas de modo contínuo ou estruturado, também pela dificuldade de se identificar as inovações promovidas por atores fora da esfera econômica, como a sociedade civil e grupos informais (IPEA, 2012a; IPEA, 2012b, Bund *et al.*, 2013, Monteiro, 2019).

Um estudo conduzido na Comunidade Européia propôs um modelo de indicadores para inovação social partindo de indicadores existentes para medição de aspectos sociais, e de inovação tecnológica, visando fornecer informações em nível macro sobre inovação social (Bund *et al.*, 2013). Esses indicadores, estruturados em três categorias ([1] das condições para a inovação, [2] das atividades empreendedoras e [3] dos resultados), possibilitariam conectar as investigações sobre inovação social e tecnológica. Nesse modelo de indicadores para inovação social identificamos os cinco elementos do modelo de inovação “hélice-quíntupla” (Carayannis; Barth; Campbell, 2012) que considera como componentes do sistema de inovação a iniciativa privada, o governo, a universidade, a sociedade civil e o meio ambiente, de forma que haja sinergia entre economia, sociedade e democracia. No modelo da Comunidade Européia (Bund *et al.*, 2013) observamos uma abordagem não tecnocrática da inovação social, que considera mas minimiza o papel das universidades e da indústria na geração e implementação de soluções inovativas (Monteiro, 2019).

Avaliando o modelo da Comunidade Européia (Bund *et al.*, 2013) para o contexto brasileiro, enquanto que para duas das três categorias de indicadores propostos, [1] e [3], há conjuntos de dados que podem ser explorados para medir as condições para inovação social e seus resultados, a partir de fontes como o IBGE e o Instituto de Pesquisas Aplicadas (IPEA), praticamente não há dados estruturados para medir as atividades empreendedoras em áreas sociais envolvendo o uso da biodiversidade. Informações sobre algumas iniciativas podem ser coletadas em bancos de dados de tecnologias sociais, como o da Fundação Banco do Brasil (Fundação Banco do Brasil, 2024), ou em documentos sínteses como o produzido pela iniciativa BIOFIN, que analisa do estado de financiamento para a bioeconomia no Brasil (BIOFIN, 2021). No entanto, são fontes de dados dispersas, sem uma sistemática ou política prévia que

contemple o intercâmbio de dados, tampouco acredita-se que estejam estabelecidos padrões de interoperabilidade entre os sistemas de informação.

Assim, frente aos atuais desafios globais relativos à conservação da biodiversidade, à manutenção do clima, e à promoção de bem estar e justiça sociais, reforça-se a necessidade de revisar formas tradicionais de conceber a regulamentação e as políticas públicas envolvendo ciência, tecnologia e inovação baseada na tradicional triple-hélice (iniciativa privada-governo-universidade) que desconsidera o meio-ambiente, e a adoção de novas formas de incentivar, medir e monitorar a exploração da biodiversidade.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além da carência de dados para a elaboração de indicadores sistêmicos de CT&I sobre uso da biodiversidade brasileira, tanto para orientar políticas públicas, como para gerir impactos do acesso e do uso da biodiversidade, verifica-se a ausência de um conjunto mínimo de informações para que a sociedade possa monitorar o respeito aos direitos relativos ao consentimento para exploração dos conhecimentos tradicionais, e a repartição de benefícios.

Apesar dos avanços com a publicidade do acesso ao PG e CTA brasileiros pelo SisGen, as informações disponíveis são limitadas e insuficientes para analisar o acesso à biodiversidade brasileira, e as inovações geradas a partir dela. As limitações ocorrem no aspecto do tipo de inovação, que tende a se concentrar naquelas que envolvem maior aparato tecnológico - tanto no seu desenvolvimento como na aplicação - seja no aspecto da compreensão do PG e CTA que estão sendo explorados, quanto nos produtos gerados por setor econômico.

Outras limitações do SisGen são o escopo nacional dos dados e a não divulgação do nome das espécies acessadas ou detalhes sobre os produtos acabados e/ou materiais reprodutivos notificados, inclusive para os registros não resguardados pelo sigilo com base nas Leis de Sigilo Industrial ou Comercial Empresarial. Outra limitação é que o SisGen recuperou (e ainda recupera) dados retroativos desde 2017, informando apenas a data de cadastro, e não a data em que o produto/ processo notificado passou a ser comercializado, comprometendo análises diacrônicas. O SisGen ainda possui limitações técnicas nos processos para extração de dados em números que ultrapassam 500 registros.

Quanto à exploração econômica da flora da Mata Atlântica, os dados do SisGen indicam que o potencial inovativo abrangendo esse patrimônio genético no Brasil concentra-se em poucos atores industriais dos setores de cosméticos, produção de óleos essenciais e agricultura.

E, embora haja grande potencial de inovação em produtos e processos desenvolvidos por instituições públicas de ensino e pesquisa, poucos produtos decorrentes dessas pesquisas foram notificados ou licenciados. Ainda que sejam uma tentativa de compreender uma realidade complexa, esses dados reforçam a percepção de que as políticas públicas e os financiamentos públicos de pesquisa no Brasil, envolvendo o desenvolvimento da economia da biodiversidade, necessita evoluir de um limitado foco de produzir ciência e tecnologia protegida (patentes) como estoque de insumos para a indústria, e voltar-se para a implantação de soluções norteadas pelo enfrentamento às mudanças climáticas, redução da pobreza e justiça social.

## REFERÊNCIAS

AIn UFSCAR - Agência de Inovação da UFSCar. **Relatório de Gestão 2021 - 2022.**

Disponível em: [https://www.inovacao.ufscar.br/pt-br/assets/arquivos/relatorios/relatorio\\_ain-ufscar\\_2021-2022.pdf](https://www.inovacao.ufscar.br/pt-br/assets/arquivos/relatorios/relatorio_ain-ufscar_2021-2022.pdf). Acesso em 02 abr. 2024.

BIOFIN Brasil. **Estado do Financiamento para a Bioeconomia no Brasil: Estado Atual e Desafios.** Brasília: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Casa das Nações Unidas no Brasil, 2021.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil - 1988. Capítulo IV - Diretrizes para a política de Ciência, Tecnologia e Inovação. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, p. 1, 05 out. 1998.

BRASIL. Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002. Institui princípios e diretrizes para a implementação da política nacional da biodiversidade. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, p. 2, 23 ago. 2002.

BRASIL. Lei nº 10.332 de 19 de dezembro de 2001. Institui mecanismo de financiamento para o programa de ciência e tecnologia [...]. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, p. 1, 20 dez. 2001.

BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, p. 2, 03 dez. 2004.

BRASIL. Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015. Regulamenta o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição Federal, o Artigo 1,[...]. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, p. 1, 21 maio 2015.

BRASIL. Lei nº 13.243 de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação [...]. **Diário Oficial da União:** seção 1, Brasília, p. 1, 12 jan. 2016.

BRASIL. MCTIC/CGEE. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022.** Brasília: DF, 2018.

BRASIL. Ministério da Economia. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Instrução Normativa INPI PR nº 118, de 12 de novembro de 2020. Institui a nova versão das diretrizes de exame de pedidos de patente na área de biotecnologia. In: **Revista Eletrônica da Propriedade Industrial**, Rio de Janeiro, n. 2664, 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho de Gestão do Patrimônio Genético. **Publicidade dos cadastros e notificações.** SisGen, Brasília, 2024.

BRASIL. **Projeto de Lei Complementar 150/22.** Ementa Institui a Política Nacional de Bioeconomia, [...]. Câmara dos Deputados: 06 dez. 2022.

BRITO, A.C.P *et al.* **Cadeias de comercialização de produtos florestais não madeireiros na região de integração Rio Capim, Estado do Pará.** Brasília, DF: IPEA, 2016.

BUND, E. *et al.* **Blueprint of social innovation metrics: contributions to an understanding of opportunities and challenges of social innovation measurement.** European Commission: TEPSIE, 2013.

CARAYANNIS, E.G.; BARTH, T.D.; CAMPBELL, D.F.J. The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. **Journal of innovation and entrepreneurship**, v. 1, p. 1-12, 2012.

CNI - Confederação Nacional da Indústria. **Uso econômico da biodiversidade pela indústria no Brasil.** Brasília: CNI, 2016.

DATAPLAMT. **Base de dados bibliográfica das plantas nativas usadas pelos brasileiros.** Belo Horizonte, 2023.

DE NEGRI, F. **New Pathways for Innovation in Brazil.** Rio de Janeiro: IPEA/ Wilson Center Brazil Institute, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-021-9>. Acesso em: 01 ago. 2024.

EMBRAPA. **Inovação Social.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/inovacao-social>. Acesso em 02 abr. 2024.

FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. **Biota Fapesp program -Brazilian Biodiversity Research: a promising future.** São Paulo, 2017.

FREITAS, J.L.; SOBRAL, N.V.; SILVA, F. M. Indicadores de Coautoria nas Publicações sobre a Mata Atlântica: Análise Bibliométrica Na Web Of Science. In: XXI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 21., 2021. **Anais...** Rio de Janeiro: PPGCI IBICT UFRJ, 2021. Disponível em: <https://enancib.ancib.org/index.php/enancib/xxienancib/paper/view/331/418>. Acesso em: 01 ago. 2024

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Banco de Tecnologias Sociais - BTS.** Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/>. Acesso em 18 abr. 2024.

GONÇALVES, B.S; SANTANA, J.R. A influência dos investimentos públicos estaduais em ciência, tecnologia e inovação no desenvolvimento regional: uma análise em painel no período de 2000 a 2012. **P2P e Inovação**, v. 9, n. 2, p. 274-292, 2023. Disponível em: <https://enancib.ancib.org/index.php/enancib/xxienancib/paper/view/331/418>. Acesso em: 01 ago. 2024

IBGE. **Contas econômicas Ambientais 3. Produtos florestais não madeireiros 2006/2016.** Contas Nacionais n. 79, 2021. ISBN 978-65-87201-57-3

IBGE. **Pesquisa de inovação: 2017.** Rio de Janeiro: IBGE, 2020. ISBN: 9788524045288

IPEA. **Projeto: Economia Baseada em Biomass (2012-2013).** 2012a. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/redeipea/index.php?option=com\\_content&view=article&id=82:projeto-rede-urbana-do-brasil-2&catid=89:projetos-de-pesquisa&Itemid=206](https://www.ipea.gov.br/redeipea/index.php?option=com_content&view=article&id=82:projeto-rede-urbana-do-brasil-2&catid=89:projetos-de-pesquisa&Itemid=206). Acesso em: 21 out. 2023.

IPEA. **Projeto: Matriz-Insumo Produto Regional (2012-2013).** 2012b. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/redeipea/index.php?option=com\\_content&view=article&id=98:matri](https://www.ipea.gov.br/redeipea/index.php?option=com_content&view=article&id=98:matri)



z-insumo-produto-regional&catid=89:projetos-de-pesquisa&Itemid=206. Acesso em: 21 out. 2023.

JUSTEN, G.S.; CHEROBIM, A.P.M.S.; SEGATO, A.P. Métricas para inovação social: estudo acerca de possibilidades e limites para mensuração. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 20., 2018. **Anais...** ISSN: 2359-1048. Disponível em: <https://engemausp.submissao.com.br/20/anais/arquivos/245.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2024.

KOERICH, G.V.; CANCELLIER, E.L.P.L. Inovação Frugal: origens, evolução e perspectivas futuras. **Cadernos Ebape. Br**, v. 17, p. 1079-1093, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1679-395174424>. Acesso em: 01 ago. 2024.

LIMA, R.A.F. *et al.* Comprehensive conservation assessments reveal high extinction risks across Atlantic Forest trees. **Science**, v. 383, n. 6679, p. 219-225, 2024. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abq5099>. Acesso em: 01 ago. 2024.

MANES, S. *et al.* Nature-based solutions promote climate change adaptation safeguarding ecosystem services. **Ecosystem Services**, v. 55, p. 101439, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101439>. Acesso em: 01 ago. 2024.

MAZZUCATO, M. The entrepreneurial state. **Soundings**, v. 49, n. 49, p. 131-142, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.3898/136266211798411183>. Acesso em: 01 ago. 2024.

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Indicadores Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação 2022**. Brasília: MCTI, 2023. Disponível em: [www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/indicadores](http://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/indicadores). Acesso em: 25 out. 2023.

MONTEIRO, A. O que é a Inovação social? Maleabilidade conceitual e implicações práticas. **Dados**, v. 62, p. e20170009, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/001152582019187>. Acesso em: 01 ago. 2024.

NOBRE, C. A. *et al.* **Nova Economia da Amazônia**. São Paulo: WRI Brasil, 2023.

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. **Manual de Frascati 2015: Diretrizes para o recolhimento e comunicação de dados de pesquisa e de desenvolvimento experimental**. Brasil: FI Group, 2015.

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. **OECD Business Innovation Indicators 2023 Edition: Statistical Highlights**. OECD Directorate for Science, Technology and Innovation, 2023.

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. **OECD Patent Statistics Manual**. France: OECD Publishing, 2009.

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. **Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition**. Paris/Eurostat, Luxembourg: OECD Publishing, 2018.

OLIVEIRA, M. M.. **Cultura empreendedora nas áreas de ciências exatas e tecnológicas da UFSCar**. 2021. 290 p. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) - Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021.

REFLORA. **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

REYNOLDS, E. B.; DE NEGRI, F. Universities as engines of innovation: the context for tech transfer in case studies from Brazil and the US. In: REYNOLDS, E. B.; SCHNEIDER, B. R.; ZYLBERBERG, E. **Innovation in Brazil: advancing development in the 21st century**. London: Routledge, 2019. p. 144-167.

SANTOS, C.V.; SILVA, F.M. Tecnologias e produtos decorrentes do acesso ao patrimônio genético brasileiro e aos conhecimentos tradicionais associados: estudo dos recursos informacionais relativos à Mata Atlântica. **Em Questão**, v. 29, p. e-130145, 2023. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/EmQuestao/article/view/130145>. Acesso em: 01 ago. 2024.

SANTOS, C.V.; SILVA, F.M.; FARIA, L.I.L. The Brazilian Atlantic Forest genetic resources in patents and the challenges to control the economic use of biodiversity. **World Patent Information**, v. 74, p. 102218, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0172219023000480>. Acesso em: 01 ago. 2024.

SCHUMPETER, J. A. O Fenômeno Fundamental do Desenvolvimento Econômico. In: **A Teoria do Desenvolvimento Econômico**. Rio de Janeiro: Nova Cultural, 1985.

SORRENTI, S. *et al.* **Non-wood forest products in international statistical systems**. Rome: FAO, 2017.

STARTECA. Biblioteca Comunitária da UFSCar. **Starteca - espaço empreendedor**. Disponível em: <https://www.bco.ufscar.br/starteca>. Acesso em: 02 abr. 2024.

STOKES, Donald E. **O quadrante de Pasteur: a ciência básica e a inovação tecnológica**. Campinas: Unicamp, 2005.

UNB. **Vitrine Tecnológica. Socialtech**. Disponível em: <https://www.cdt.unb.br/pt-br/tecnologias-protetidas/socialtech>. Acesso em 02 abr. 2024.

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Summary Report of the 2015 UIS Innovation Data Collection**. Montreal, Quebec: UNESCO Institute for Statistics, 2017.

UNESP. **Inovação Social**. Disponível em: <https://auin.unesp.br/inovacao-social/>. Acesso em 02 abr. 2024.

ZUPO, T. *et al.* Trends and knowledge gaps on ecological restoration research in the Brazilian Atlantic Forest. **Restoration Ecology**, v. 30, n. 8, p. e13645, 2022. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/rec.13645>. Acesso em: 01 ago.2024.