



**Investigações  
Experimentais**

**AVALIAÇÃO DOS DADOS SOBRE  
A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA  
2022**

Presidente da República  
**Luiz Inácio Lula da Silva**

Ministra do Planejamento e Orçamento  
**Simone Nassar Tebet**

## **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE**

Presidente  
**Marcio Pochmann**

Diretora-Executiva  
**Flávia Vinhaes Santos**

### **ÓRGÃOS ESPECÍFICOS SINGULARES**

Diretoria de Pesquisas  
**Cimar Azeredo Pereira**

Diretoria de Geociências  
**Claudio Stenner**

Diretoria de Tecnologia da Informação  
**Marcos Vinícius Ferreira Mazoni**

Centro de Documentação e Disseminação de Informações  
**José Daniel Castro da Silva**

Escola Nacional de Ciências Estatísticas  
**Paulo de Martino Jannuzzi**

### **UNIDADE RESPONSÁVEL**

Diretoria de Geociências  
Coordenação de Meio Ambiente  
**Therence Paoliello de Sarti**

Ministério do Planejamento e Orçamento  
**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE**  
Diretoria de Geociências  
Coordenação de Meio Ambiente



**Investigações  
Experimentais**

Informações Geocientíficas  
Experimentais

# **Avaliação dos dados sobre a biodiversidade brasileira**

2022



Rio de Janeiro  
2023

**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE**

Av. Franklin Roosevelt, 166 - Centro - 20021-120 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

ISBN 978-85-240-4590-5

© IBGE. 2023

Estas informações geocientíficas são classificadas como experimentais e devem ser usadas com cautela, pois são informações novas que ainda estão em fase de teste e sob avaliação. Elas são desenvolvidas e publicadas visando envolver os usuários e partes interessadas para avaliação de sua relevância e qualidade.

Em virtude do prazo disponível para o cumprimento do cronograma editorial, os originais desta publicação não foram submetidos aos protocolos completos de normalização e editoração, sendo o seu conteúdo finalizado pela Unidade Responsável.

**Ficha catalográfica elaborada pela Gerência de Biblioteca, Informação e Memória do IBGE**

---

Avaliação dos dados sobre a biodiversidade brasileira : 2022 / IBGE, Coordenação de Meio Ambiente. - Rio de Janeiro : IBGE, 2023. 77 pp. - (Investigações Experimentais. Informações Geocientíficas Experimentais).

Inclui glossário.  
ISBN 978-85-240-4590-5

1. Biodiversidade - Avaliação. 2. Espécies. 3. Indicadores ambientais. I. IBGE. Coordenação de Meio Ambiente. II. Série.

CDU 574

AMB

---

## Sumário

Apresentação .....	4
Introdução .....	5
Notas técnicas.....	14
Aquisição dos dados e triagem inicial.....	15
Avaliação da completude da informação .....	17
Análise da completude das informações .....	23
Análises complementares .....	29
Resultados e discussão .....	31
Referências .....	64
Anexo .....	71
Glossário .....	73
Equipe técnica.....	76

### Convenções

-	Dado numérico igual a zero não resultante de arredondamento;
..	Não se aplica dado numérico;
...	Dado numérico não disponível;
x	Dado numérico omitido a fim de evitar a individualização da informação;
0; 0,0; 0,00	Dado numérico igual a zero resultante de arredondamento de um dado numérico originalmente positivo; e
-0; -0,0; -0,00	Dado numérico igual a zero resultante de arredondamento de um dado numérico originalmente negativo.

## Lista de siglas

ALA - Atlas of Living Australia

BC250 - Base Cartográfica Contínua do Brasil na escala 1 :250.000

*bdc* - Biodiversity Data Cleaning

BFG - Brazil Flora Group

CDB - Convenção sobre Diversidade Biológica

CNUDM - Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar

COP - Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica

GBIF - Global Biodiversity Information Facility

GBO - Global Biodiversity Outlook

GSPC - Estratégia Global para a Conservação de Plantas (do inglês, Global Strategy for Plant Conservation)

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMbio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IPBES - Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (do inglês, Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services)

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

JBRJ - Jardim Botânico do Rio de Janeiro

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

PELD - Pesquisa Ecológica de Longa Duração

PORTALBIO - Portal da Biodiversidade

SCBD - Secretariado da Convenção sobre Diversidade Biológica

SEEA - Sistema de Contabilidade Econômico-Ambiental

SiBBR - Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira

SISBIO - Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade

SISGEN - Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado

UEB - Unidade espacial básica

## Apresentação

Os desafios ambientais atuais para orientação de políticas públicas demandam conhecimento científico sobre a biodiversidade. Diante disso, o IBGE lançou as primeiras contas de ecossistemas em 2020, unindo-se a um esforço internacional para a mensuração dos ecossistemas e sua importância para a sociedade. Dentre os temas abordados estão as contas temáticas de biodiversidade, tratando das espécies ameaçadas de extinção, que refletem a relevância do tema para o Brasil, um dos países mais biodiversos do mundo. Avanços para outras contas no tema da biodiversidade dependem da avaliação dos dados primários disponíveis, cujas lacunas são um dos principais desafios. A mobilização dos dados das coleções biológicas, a partir de sua informatização e agregação em bancos de dados disponibilizados online é uma das principais estratégias para reduzi-las. No Brasil, iniciativas de informatização ganharam força em meados dos anos 2000 e, desde então, grandes avanços têm sido feitos. Atualmente, mais de 23 milhões de registros de ocorrências de espécies no Brasil estão disponíveis online, concentrados no Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira - SiBBr, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, uma infraestrutura nacional de dados e conteúdo em biodiversidade. O objetivo dessa pesquisa experimental é a avaliação da qualidade e cobertura de dados sobre biodiversidade disponibilizados no SiBBr, com a proposição de métricas especializadas que auxiliem na identificação de lacunas no conhecimento, definição de prioridades de pesquisa e seleção de áreas que já disponham de dados considerados suficientes para definição de estudos-piloto.

***Claudio Stenner***

Diretor de Geociências

## Introdução

O Brasil é um dos 17 países designados como megadiversos<sup>1</sup>, que, juntos, concentram mais de 70% da biodiversidade conhecida (Mittermeier *et al.*, 1997). Em função de suas dimensões continentais, o Brasil contempla uma grande variedade de ecossistemas e, conseqüentemente, de espécies da fauna e flora que eles abrigam. A vida e o bem-estar humanos são intimamente dependentes da manutenção dos serviços dos ecossistemas<sup>2</sup> derivados da biodiversidade, bem como das oportunidades proporcionadas pela sua conservação, uso sustentável e patrimônio genético. Entretanto, os impactos causados pela crescente demanda de recursos pela população humana e pelas alterações ambientais que isso acarreta, têm levado a uma acelerada erosão da biodiversidade em todos os níveis de organização e em diferentes escalas (Millennium Assessment Board, 2005). Mudanças na cobertura e uso da terra, introdução de espécies exóticas invasoras e mudanças climáticas estão entre as principais ameaças à biodiversidade e, caso não sejam enfrentadas, colocarão em grave risco o funcionamento dos ecossistemas que suportam a vida humana na Terra (Intergovernmental [...], 2018). O enfrentamento eficaz dessas ameaças depende da tomada urgente de ações cientificamente embasadas, fundamentadas em diagnósticos e monitoramento dos sistemas naturais que permitam uma gestão adaptativa dos recursos naturais e se valham das melhores informações disponíveis.

---

<sup>1</sup> Brasil, Colômbia, México, Venezuela, Equador, Peru, Estados Unidos, África do Sul, Madagascar, República Democrática do Congo, Indonésia, China, Papua Nova Guiné, Índia, Malásia, Filipinas e Austrália.

<sup>2</sup> Para a série das publicações do IBGE no marco do System of Environmental-Economic Accounting— Ecosystem Accounting (Nações Unidas, 2021), adotou-se a expressão “ecossistemas” como tradução para o português de “ecosystem”, que, comumente, é mencionado na literatura brasileira como “ecossistêmicos”. Apesar de terem a mesma essência, esse destaque é dado devido aos serviços prestados pelos ecossistemas aos benefícios humanos, conforme conceito consolidado, internacionalmente, pela iniciativa Millennium Ecosystem Assessment (2005). Tal avaliação é, em grande parte, responsável pela inserção dessa abordagem nas agendas políticas das nações e a base de estudos que medem, avaliam e valoram os diversos aspectos relacionados à dependência da sociedade dos processos ecológicos da natureza (Odum; Odum, 2000; Costanza *et al.*, 2017).

A busca pela efetividade das ações de conservação, bem como a compreensão do impacto do conjunto de fatores que afetam a biodiversidade e a capacidade produtiva dos ecossistemas têm exigido respostas em diferentes escalas (ICMBIO, 2018) e têm justificado os esforços para a proteção da biodiversidade em escala planetária (ICMBIO, 2013). Da mesma forma, com frequência, os benefícios advindos da biodiversidade se estendem para além do território nacional, o que gera responsabilidades por sua manutenção perante a comunidade internacional. Nesse contexto, uma série de iniciativas globais surgem como uma tentativa de estruturar uma governança ambiental no nível internacional voltada para os interesses comuns envolvidos na gestão dos recursos naturais entre os países (Moura *et al.* 2016). O Brasil, por liderar o ranqueamento dos países megadiversos, se destaca no cenário ambiental internacional sendo signatário de vários acordos multilaterais e assumindo compromissos internacionais, dentre eles a Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB e a adoção da Agenda 2030, com seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS.

### A atuação do Brasil frente aos Compromissos Internacionais

A CDB, é um tratado de colaboração internacional, assinado por 196 países, incluindo o Brasil, que tem por objetivo a conservação e a utilização sustentável da biodiversidade e a repartição justa e equitativa dos benefícios decorrentes de sua utilização, respeitando os direitos das comunidades tradicionais detentoras de conhecimentos associados à biodiversidade. Cada uma das Partes (países signatários) deve avaliar e relatar ao Secretariado da CDB, a cada quatro anos, como está a implementação da convenção em seu país. Com base nesses relatórios nacionais e em outras informações, a CDB publica, periodicamente, uma avaliação global da implementação da convenção, denominada Panorama Global da Biodiversidade (Global Biodiversity Outlook - GBO).

A quinta edição do Panorama Global da Biodiversidade (Global Biodiversity Outlook - GBO-5) (SCBD, 2020) relatou avanços tímidos em relação às chamadas Metas de Aichi<sup>3</sup>, que foram a base do Plano Estratégico para a Biodiversidade para o período de 2010-2020. Esse resultado, conseqüentemente, compromete o alcance das metas dos ODS, especialmente aqueles relacionados com a biodiversidade, bem como prejudica os esforços direcionados à mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. No entanto, o relatório destaca também algumas boas práticas para o alcance da visão pretendida para 2050, de viver em harmonia

---

<sup>3</sup> Em 2010 os países signatários da CDB adotaram o Plano Estratégico para a Biodiversidade 2011-2020 em Nagoya, Japão. Esse plano estratégico inclui uma "visão compartilhada, uma missão, objetivos estratégicos e 20 metas ambiciosas porém alcançáveis, coletivamente conhecidos como as Metas de Aichi. Para informações mais detalhadas sobre o tema, acessar: Global Biodiversity Outlook 4, disponível em: <<https://cites.eerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=4f0c0533ddf36aa4fd4316078fb421bb38bf6e4a>>

com a natureza. A incorporação dos valores da biodiversidade nas contas nacionais econômicas e ambientais (Meta 2), que evoluiu de menos de 50 países em 2006 para 90 países em 2021, está entre os avanços observados (SCDB, 2020; Dias, 2021).

O tema da contabilidade ambiental tem sido foco recente de avanços internacionais, e o Brasil têm participado ativamente desses progressos. Atualmente, estão sendo desenvolvidas, testadas ou planejadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, em conjunto com instituições especializadas, como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA e a Empresa de Pesquisa Energética - EPE, as contas de água, energia, terra, biodiversidade, de extensão e condição de ecossistemas. A abrangência geográfica desses estudos é nacional, com resultados divulgados para diferentes recortes territoriais (Contas [...], 2022a; Contas [...], 2022b).

Outro ponto positivo, mencionado no GBO-5, foi a ampliação dos registros de ocorrências de espécies (Meta 19<sup>4</sup>), com mais de 1,6 bilhões de registros disponibilizados, referentes a mais de 1,7 milhões de espécies, em um esforço que se iniciou há algumas décadas com iniciativas como o Sistema Global de Informação sobre Biodiversidade (Global Biodiversity Information Facility<sup>5</sup> - GBIF). O GBIF tem promovido o acesso à informação sobre biodiversidade contida nos museus e herbários e mais recentemente em outras fontes de informação (Dias, 2021), como as observações de Ciência Cidadã<sup>6</sup>. No Brasil, destacam-se a publicação do Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil, em 2010 e o lançamento do projeto Flora e Funga do Brasil 2020<sup>7</sup> (BFG, 2018).

Outras iniciativas comprometidas com a divulgação de informações importantes para o monitoramento da biodiversidade brasileira também têm se consolidado nos últimos anos. Uma delas é o Portal da Biodiversidade<sup>8</sup> - PORTALBIO, que disponibiliza dados e informações sobre a biodiversidade do país gerados ou recebidos pelo Ministério do Meio Ambiente e suas instituições vinculadas. Destacam-se, também, programas de pesquisa e monitoramento, como o programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração - PELD<sup>9</sup>, que articula uma rede de sítios de referência para a pesquisa científica em Ecologia de Ecossistemas; o Programa

<sup>4</sup> Meta Global de Aichi 19: Até 2020, o conhecimento, a base científica e tecnologias ligadas à biodiversidade, seus valores, funcionamento, situação e tendências e as consequências de sua perda terão sido melhorados, amplamente compartilhados, transferidos e aplicados (SCBD, 2010).

<sup>5</sup> Para informações mais detalhadas sobre o tema, acessar: <https://gbif.org>

<sup>6</sup> Para informações mais detalhadas sobre o tema, acessar: Ciência Cidadã, disponível em: <https://sibbr.gov.br/cienciadada/oquee.html#:~:text=A%20ci%C3%AAncia%20cidad%C3%A3%20consiste%20na,ambiental%2C%20onde%20qualquer%20pessoa%20em>

<sup>7</sup> O Flora e Funga do Brasil é um projeto coordenado pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro, uma autarquia pública federal vinculada ao Ministério do Meio Ambiente. Para informações mais detalhadas sobre o tema, acessar: Flora e Funga do Brasil, disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>

<sup>8</sup> A partir do Portal da Biodiversidade, é possível a pesquisa, visualização, download e análise de registros dos bancos de dados de biodiversidade atualmente disponíveis. Para mais informações acessar: Portal da Biodiversidade, disponível em: <https://portaldabiodiversidade.icmbio.gov.br/portal/>

<sup>9</sup> Para informações mais detalhadas sobre o tema, consultar: <https://www.gov.br/cnpq/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/peld>

Monitora<sup>10</sup>, voltado ao monitoramento do estado da biodiversidade e serviços dos ecossistemas associados e o Programa de Pesquisa em Biodiversidade - PPBio<sup>11</sup>, constituído por redes regionais que utilizam metodologias e protocolos padronizados para o inventário e monitoramento da biodiversidade. Ressalta-se, ainda, a importância de sistemas como o Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO<sup>12</sup>, o Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado - SISGEN<sup>13</sup>, e o Sistema Nacional de Informações Florestais - SNIF<sup>14</sup> que gerenciam registros produzidos por pesquisadores e usuários da biodiversidade.

Os avanços alcançados nesse tema foram apresentados no 6º Relatório Nacional do Brasil para a CDB (Brasil, 2023), chamando a atenção a boa avaliação que recebeu a Meta Nacional de Biodiversidade 19<sup>15</sup>, que trata da produção e estruturação do conhecimento científico sobre biodiversidade. Foram destaques o fomento à pesquisa científica e à formação de recursos humanos, além da integração e sistematização de bases de dados sobre biodiversidade, com destaque para a criação do Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira - SiBBR, criado em 2014, sob coordenação do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e que atua como nó brasileiro do GBIF, disponibilizando dados de instituições nacionais de ensino e pesquisa, públicas ou privadas, projetos e programas de pesquisas e redes temáticas.

---

<sup>10</sup> O Programa Monitora, instituído pela Instrução Normativa ICMBio n.º 3/2017, e, reformulado pela Instrução Normativa ICMBio n.º 2/2022, conta uma estrutura que engloba três subprogramas - Terrestre, Aquático e Continental e o Marinho e Costeiro. Para informações mais detalhadas sobre o tema, consultar: Programa Monitora, disponível em: <<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento>>

<sup>11</sup> O PPBio foi criado em 2004 com o objetivo de intensificar estudos sobre biodiversidade no Brasil, descentralizar a produção científica dos centros desenvolvidos academicamente, integrar atividades de pesquisa e divulgar os resultados para diferentes finalidades, como gestão ambiental e educação. Ele está estruturado em três componentes principais: Inventários, Coleções e Temáticos e possui diversos Núcleos Regionais e Projeto Parceiros pelo país. Mais informações em: <https://ppbio.inpa.gov.br/>

<sup>12</sup> O SISBIO (<https://www.icmbio.gov.br/cpb/index.php/sisbio>) tem por objetivo fixar normas para coleta de material biológico, captura ou marcação de animais silvestres in situ, manutenção temporária de espécimes de fauna silvestre em cativeiro, transporte de material biológico, recebimento e realização de pesquisa em unidade de conservação federal ou em cavidade natural subterrânea.

<sup>13</sup> Para informações mais detalhadas sobre o tema, acessar: SISGEN, disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/patrimonio-genetico/sisgen>>

<sup>14</sup> Para informações mais detalhadas sobre o tema, acessar: SNIF, disponível em: <<https://www.snif.gov.br>>

<sup>15</sup> Meta Nacional de Biodiversidade 19: "Até 2020 as bases científicas, e as tecnologias necessárias para o conhecimento sobre a biodiversidade, seus valores, funcionamento e tendências e sobre as consequências de sua perda terão sido ampliados e compartilhados, e o uso sustentável, a geração de tecnologia e inovação a partir da biodiversidade estarão apoiados, devidamente transferidos e aplicados. Até 2017 a compilação completa dos registros já existentes da fauna, flora e microbiota, aquáticas e terrestres, estará finalizada e disponibilizada em bases de dados permanentes e de livre acesso, resguardadas as especificidades, com vistas à identificação das lacunas do conhecimento nos biomas e grupos taxonômicos" (Comissão Nacional de Biodiversidade, 2013). Para conhecer o texto completo das 20 metas nacionais de biodiversidade acesse: Resolução CONABIO n.º 6, disponível em: <[https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80049/Conabio/Documentos/Resolucao\\_06\\_03set2013.pdf](https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80049/Conabio/Documentos/Resolucao_06_03set2013.pdf)>

## O Quadro Global de Biodiversidade Pós-2020

Como substituição ao Plano Estratégico para a Biodiversidade 2011-2020, foi aprovado em 2022, na 15ª Conferência das Partes da CDB - COP – 15, o Quadro Global de Biodiversidade Kunming-Montreal<sup>16</sup>. Seus objetivos são: 1) fornecer um marco global orientado para resultados, para o desenvolvimento de metas e objetivos nacionais, e/ou regionais e para atualizar, conforme necessário, as políticas, estratégias e planos de ação nacionais de biodiversidade e; 2) facilitar a implementação, o monitoramento e a revisão periódica do progresso em nível global (SCBD, 2022a). Busca, ainda, promover coerência, cooperação e complementaridade entre a CDB e seus protocolos, outras convenções relacionadas com biodiversidade e outros acordos e instituições relevantes, além de complementar e apoiar a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (SCBD, 2022a).

O novo marco contempla quatro objetivos de longo prazo para 2050, com 23 metas globais de biodiversidade, a serem atingidas até 2030. A urgência em melhorar a geração e a acessibilidade dos dados de biodiversidade, que já era enfatizada, é relembra na nova estratégia, com destaque para a necessidade de assegurar sua qualidade e atualização. A meta 21 trata da disponibilização de dados, informações e conhecimentos aos tomadores de decisão, profissionais e ao público em geral. Os países estabelecerão metas/indicadores nacionais de acordo com esta estrutura e o progresso em direção ao alcance das metas nacionais e globais será revisado regularmente (SCBD, 2022b).

Para se monitorar o alcance das metas foi estabelecida uma listagem de indicadores no arcabouço de monitoramento para o Quadro Global de Biodiversidade Kunming-Montreal (SCBD, 2022b). No referido documento, os indicadores estão divididos em diferentes níveis, e podem ser complementados por indicadores nacionais e subnacionais.

Entre os insumos para a geração de indicadores confiáveis para dirigir esses esforços estão os dados primários de biodiversidade, que constituem observações de espécies particulares em determinados pontos no tempo e no espaço. Embora já se tenha avançado na mobilização desses dados a partir das iniciativas supracitadas, ainda há um passivo de dados não publicados ou publicados de forma incompleta, o que pode limitar sua utilidade para determinados estudos

---

<sup>16</sup> Para informações mais detalhadas sobre o tema, acessar: CBD/COP/15/L.25, disponível em: <<https://www.cbd.int/doc/c/e6d3/cd1d/daf663719a03902a9b116c34/cop-15-l-25-en.pdf>>

## Situação dos dados de Biodiversidade

Pode-se dizer que, além de ameaçada, a biodiversidade é insuficientemente documentada, uma combinação que pode levar à sua subestimação e à perda de oportunidades de registrar espécies antes que elas sejam extintas (Stropp *et al.*, 2020). São reconhecidas sete principais lacunas do conhecimento sobre biodiversidade (Hortal *et al.*, 2015), relacionadas à falta de conhecimento sobre: número de espécies existentes (lacuna lineana), distribuição geográfica da maioria das espécies (lacuna wallaceana), abundância das espécies e suas dinâmicas populacionais (lacuna prestoniana), relações de parentesco entre as espécies e a evolução de seus atributos (lacuna darwiniana), atributos das espécies e suas funções ecológicas (lacuna raunkiaerana), resposta e tolerâncias das espécies às condições abióticas (lacuna hutchinsoniana) e interações ecológicas entre as espécies (lacuna eltoniana).

Há um número considerável de espécies já coletadas, mas que ainda não foram identificadas ou descritas; espécies que teriam sido extintas sem que fossem cientificamente reconhecidas e espécies ainda por descobrir e descrever. Mesmo a tarefa de catalogar o que já foi levantado tem se mostrado desafiadora e parte dos registros disponibilizados estão comprometidos pela inexatidão no georreferenciamento, imprecisões taxonômicas, metadados incompletos, diferenças no esforço relativo de coleta entre diferentes áreas (Beck *et al.*, 2013; Goodwin *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2017; Troudet *et al.*, 2017; Zizka *et al.*, 2018), entre outros fatores. Dessa forma, o número bruto de registros publicados nas diferentes plataformas não necessariamente vai refletir o número de registros que podem ser utilizados diretamente para algumas aplicações, a depender do tipo de informação exigida para a análise pretendida. Assim como se tem observado em outras áreas do conhecimento na transição para o paradigma *Big Data* (Kitchin, 2014), o advento de tecnologias que permitem uma produção e mobilização cada vez mais expressiva de informações traz consigo desafios na gestão desses grandes e heterogêneos conjuntos de dados (Bingham *et al.*, 2017). Mesmo quando bem implementados, esses bancos de dados revelam, não raro, lacunas espaciais, temporais e taxonômicas, até em áreas bem estudadas, onde foram realizados levantamentos mais detalhados (Colli Silva *et al.*, 2020).

O conhecimento sobre a biodiversidade é inerentemente complexo e, portanto, produzir um quadro completo é um grande desafio (Hortal *et al.*, 2015), especialmente em um país com as dimensões e diversidade do Brasil. Não se trata, portanto, de recobrir cada quadrícula do território com dados de levantamento, mas de se investir no desenvolvimento de modelos e hipóteses que possam ser aferidos a partir de dados incompletos e que, aliados a

covariáveis, permitam formular políticas ambientais efetivas para o monitoramento, conservação e uso sustentável da biodiversidade (Lewinson, 2020).

A própria avaliação dos impactos das diferentes iniciativas em relação a determinadas metas nacionais e internacionais depende de um sistema de monitoramento eficaz e transparente sobre o estado e tendências da biodiversidade, a partir de dados confiáveis e que seja representativo de populações de espécies em múltiplos táxons e regiões ao longo do tempo, quando for o caso. Essas informações são críticas para a construção dos indicadores que, muitas vezes, abordam alvos de conservação específicos (Jetz *et al.*, 2019). Além de adequados às necessidades, condições e metas nacionais é desejável que esses indicadores estejam alinhados com outras agendas relevantes, como os ODS por exemplo, e passem por constantes revisões para avaliar seu grau de adequação para cada uso e, conseqüentemente, para o progresso e ações em direção aos compromissos assumidos (CSBD, 2016).

O documento que reporta as decisões adotadas pela 13ª COP da CDB, ocorrida em 2016, observou que não haviam sido identificados indicadores adequados para algumas das metas de Aichi, mas mencionou também que muitos deles dependeriam de um pequeno número de variáveis essenciais da biodiversidade, que, por sua vez, carecem de maior esforço de monitoramento. Desde então, tanto em nível global quanto em nível nacional, se tem avançado na construção de indicadores robustos e relevantes. Resta, todavia, que se empreendam esforços colaborativos para melhorar a acessibilidade aos dados e metadados, além do preenchimento de lacunas espaciais e taxonômicas para dados de biodiversidade, inclusive por meio de monitoramentos baseados na comunidade e em Ciência Cidadã.

A variação espacial e temporal da distribuição e abundância das espécies são fundamentais para o monitoramento da biodiversidade, uma vez que alterações em sua dinâmica podem afetar as características e funções dos ecossistemas (Hooper *et al.*, 2005, Jetz *et al.*, 2019, Keil *et al.*, 2015). Entretanto, essas métricas demandam uma quantidade de informação que só está disponível para uma pequena parte das espécies e para certas regiões. Ainda assim, em sua forma básica, a maior parte das fontes dispõe e/ou disponibiliza apenas informações sobre a presença de espécies e poucos dados informam as ausências. Mesmo aumentando em número, os registros podem ser altamente redundantes, o que torna necessário a introdução de outros critérios para orientar adequadamente ações voltadas para seu monitoramento e conservação, o que destaca a importância de levar-se em conta a diversidade esperada e a sensibilidade da escala nas avaliações de cobertura de dados (Oliver *et al.*, 2021), capturando, sempre que possível, as incertezas associadas aos grupos, escalas e períodos analisados (Keil *et al.*, 2014; Jetz *et al.*, 2019). Além disso, os dados brutos

provêm de diferentes fontes e apresentam uma grande dispersão em suas dimensões espaciais, temporais e taxonômicas e, quando usados sozinhos, tem seu potencial limitado. Porém, à medida que são combinados com outros dados e informações e integrados em modelos, podem fornecer uma gama de informações que permitem inferências sobre o estado e tendências da biodiversidade que por sua vez estão diretamente relacionadas, por exemplo, à relevância ecológica, tamanho das populações e risco de extinção das espécies.

#### **Justificativa e objetivos do estudo**

Para a definição dos indicadores das novas metas globais de biodiversidade, para 2030, buscou-se, sempre que possível, alinhar os principais indicadores propostos com os quadros estatísticos desenvolvidos no âmbito da Comissão de Estatística das Nações Unidas, incluindo os ODS e o Sistema de Contas Econômicas Ambientais - SCEA (System of Environmental Economic Accounting - SEEA) (SCBD, 2022b). No arcabouço de monitoramento para a Estrutura de Biodiversidade Global de Kunming-Montreal (SCBD, 2022b), destacou-se, também, a importância de se alinhar os esforços nacionais com o padrão estatístico do Sistema de Contas Econômicas Ambientais das Nações Unidas e avançar no desenvolvimento de sistemas de monitoramento regionais e nacionais visando a efetivação das metas para 2030. Neste sentido, o reconhecimento do papel do SEEA como um importante padrão estatístico constitui uma oportunidade para que os órgãos estatísticos oficiais possam contribuir com a definição dessa estrutura, bem como auxiliar no desenvolvimento de um escopo de estatísticas e indicadores para o monitoramento da biodiversidade.

No âmbito nacional o IBGE, como coordenador do Sistema Estatístico Nacional, é responsável pela produção, sistematização e disseminação de estatísticas econômicas, sociais e ambientais, garantindo a adoção dos princípios fundamentais das estatísticas oficiais. No que tange as estatísticas ambientais, que apresentam sua produção difusa entre uma série de instituições, é fundamental desenvolver metodologias que assegurem a integridade das informações sobre os diferentes aspectos do meio ambiente. Os parâmetros de mensuração das bases de dados sobre ocorrências de espécies configuram uma importante dimensão do saber sobre a biodiversidade do país, possibilitando retratar e monitorar os avanços das estatísticas sobre o tema.

Assumindo que o simples acréscimo de novos dados pode não se traduzir necessariamente em novos conhecimentos, é preciso avaliar as bases de dados já disponíveis para identificar seu potencial em alimentar modelos e indicadores, bem como identificar lacunas e oportunidades de desenvolver e aplicar estratégias de amostragens que aumentem a eficiência do conjunto de dados. Para isso, é preciso um esforço colaborativo e

coordenado em diferentes níveis, áreas e etapas do processo de geração do conhecimento e tomada de decisões sobre a biodiversidade. Mas, independentemente do tipo de abordagem ou técnica para atingir esses objetivos, o respeito ao princípio do compartilhamento de dados e metadados de biodiversidade pelos países, agências, organizações, redes de pesquisa e indivíduos ajudará a renovar seus compromissos com uma base de dados mais eficiente e confiável. Essa postura contribuirá também para a redução das lacunas críticas do conhecimento e para uma melhor avaliação do estado e tendências da biodiversidade, bem como sua melhor conservação e gerenciamento.

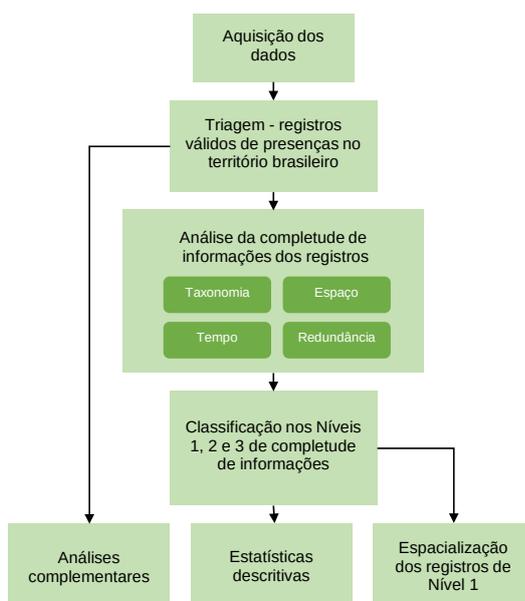
Os objetivos dessa pesquisa experimental são: 1) avaliar a qualidade e cobertura espacial e temporal dos registros de ocorrência de espécies no Brasil, disponíveis no Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira e; 2) comparar os padrões encontrados entre alguns grupos taxonômicos selecionados, a saber: anfíbios, artrópodes, aves, fungos, mamíferos, moluscos, peixes ósseos, plantas vasculares e répteis. Com isso, espera-se auxiliar na identificação de lacunas no conhecimento, apoiar a definição de prioridades de pesquisa e a seleção de áreas que já disponham de dados considerados suficientes para definição de estudos-piloto de estatísticas e contas ambientais, além de identificar as principais limitações dos dados, visando o favorecimento de estratégias de qualificação e complementação dessas informações.

## Notas técnicas

## Metodologia

A Figura 1 sintetiza as atividades desenvolvidas no presente estudo. Informações detalhadas de cada etapa são apresentadas em seguida.

**Figura 1: Fluxograma das atividades desenvolvidas no presente estudo**



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente.

### Aquisição dos dados e triagem inicial

Foram selecionados nove grupos taxonômicos representativos de diferentes tipos de ecossistemas (por exemplo, terrestres e marinhos), com protocolos de amostragem diversos (utilização de armadilhas, registros observacionais, coletas em parcelas etc.) e que possuem distribuição ampla no território nacional: anfíbios, artrópodes, aves, fungos, mamíferos, moluscos, peixes ósseos, plantas vasculares e répteis. Os registros de cada um dos nove grupos foram descarregados do SiBB<sup>17</sup> nas datas de referência de 02/01/2023 (para plantas vasculares e fungos) e 30/12/2022 (para os demais grupos). Os grupos selecionados somam

<sup>17</sup> Disponível em <https://sibbr.gov.br/>. O limite usual de 500 mil registros por download foi suspenso temporariamente pela equipe do SiBB para permitir a obtenção de dados para o estudo, mediante solicitação

22 688 065 registros ou 95,9% de tudo que havia sido registrado e disponibilizado na plataforma até às 11 h 45 min do dia 02/01/2023 (Quadro 1).

A quantidade de registros disponíveis varia muito entre os grupos buscados, sendo Aves o que apresenta o maior número de registros - cerca de 11 milhões - enquanto o grupo Mamíferos apresenta a menor quantidade - aproximadamente 190 mil (Quadro 1). Os registros analisados são oriundos de 430 conjuntos de dados. No presente estudo, os publicadores dos dados foram organizados em quatro categorias, considerando-se suas características: Ciência Cidadã (registros publicados por uma comunidade de usuários), Coleções biológicas (repositórios de organismos ou amostras armazenadas e organizadas para fins científicos), Projetos ou Programas de Pesquisa (resultados de pesquisas científicas) e Outros (não se enquadram em nenhuma das categorias supracitadas). As Coleções formam a categoria de publicador mais frequente, seguida por Projetos e pela categoria Outros. Apesar de haver apenas três publicadores na categoria Ciência Cidadã, são eles que concentram o maior volume de registros, especialmente de Aves (Quadro 1). As citações dos conjuntos de dados analisados encontram-se disponíveis para *download* na página desta publicação no portal do IBGE.

**Quadro 1: Grupos taxonômicos selecionados, táxon utilizado na busca, quantidade de registros obtidos no SiBBr, total, percentual por tipo de publicador e número de publicadores**

Grupo	Táxon utilizado na busca	Nível taxonômico	Registros	Ciência Cidadã		Coleção		Projeto		Outros	
				%	Pub.	%	Pub.	%	Pub.	%	Pub.
Anfíbios	Lissamphibia Haeckel, 1866	Classe	<b>382 055</b>	0,7	1	82,6	20	1,6	4	15,1	8
Artrópodes	Arthropoda von Siebold, 1848	Filo	<b>2 318 699</b>	2,8	2	79,3	212	4,4	29	13,5	15
Aves	Aves Linnaeus, 1758	Classe	<b>10 794 720</b>	94,2	3	3,4	117	0,1	18	2,3	9
Fungos	Fungi (L., 1753) R.T. Moore, 1980	Reino	<b>252 424</b>	1,6	1	93,8	94	3,1	3	1,5	8
Mamíferos	Mammalia Linnaeus, 1758	Classe	<b>193 747</b>	2,2	1	57,5	21	2,6	10	37,6	19
Moluscos	Mollusca Linnaeus, 1758	Filo	<b>255 069</b>	0,5	1	67,7	51	5,8	7	26,0	8
Peixes	Actinopteri Cope, 1871	Classe	<b>454 458</b>	0,2	1	72,8	38	4,7	8	22,3	9
Plantas	Tracheophyta Sinnott, 1935 ex Cavalier-Smith, 1998	Filo	<b>7 732 533</b>	0,4	2	94,4	178	2,7	22	2,5	16
Répteis	Reptilia Laurenti, 1768	Classe	<b>304 360</b>	1,2	1	80,6	58	1,5	7	16,6	10
<b>Total</b>			<b>22 688 065</b>	45,3	3	48,1	351	1,7	53	4,9	24

Fonte: SiBBr. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MCTI, 2023. Disponível em:

<https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: jan. 2023.

Nota: Pub. = Publicadores

Em uma primeira etapa, foi realizada uma triagem para selecionar os registros de presença, com natureza de registro válida e com ocorrência no território brasileiro, terrestre e/ou marinho a depender do grupo em questão. A avaliação do tipo de registro (presença ou ausência) e da sua natureza foi realizada diretamente a partir dos campos respectivos disponibilizados pelo SiBBr (Quadro 2), enquanto a detecção dos registros em território brasileiro demandou uma análise conjunta de informações textuais e coordenadas geográficas, além de testes para detecção de possíveis transposições de coordenadas (Quadro 2). Considerou-se apenas o limite terrestre brasileiro, de acordo com a BC250 (IBGE, 2019), como área de estudo dos grupos de anfíbios, fungos e plantas. Para os demais grupos, foi adotado o território brasileiro terrestre e marinho, incluindo os limites do Mar Territorial, Zona Contígua, Zona Econômica Exclusiva e da Plataforma Continental<sup>18</sup>.

## Avaliação da completude da informação

Embora os dados de biodiversidade possam conter informações sobre vários aspectos importantes que devam ser considerados, as dimensões Taxonômica, Espacial e Temporal fornecem informações essenciais para entender a diversidade biológica e sua distribuição. Todas as dimensões dos dados são importantes e devem ser adequadamente gerenciadas tanto no planejamento quanto na análise dos dados de levantamentos da biodiversidade. A dimensão espacial é fundamental para garantir a representatividade das diferentes áreas geográficas e ecossistemas. A dimensão taxonômica é crucial para garantir a representatividade de todos os grupos de espécies e evitar vieses na amostragem de grupos mais facilmente detectados e coletados em relação a outros. A dimensão temporal deve ser contemplada para que aspectos como a sazonalidade e frequência temporal dos registros sejam considerados, uma vez que são essenciais para compreender a dinâmica ecológica. Além disso, dados temporais bem estruturados podem ser usados para fortalecer inferências de causalidade e usados para entender e prever mudanças além de permitirem identificar possíveis registros obsoletos, isto é, coletados antes de mudanças significativas no uso da terra.

A segunda etapa de análise consistiu, portanto, na avaliação da integridade e completude da informação, contida em cada registro, considerando essas três dimensões, conforme detalhado no Quadro 2. Para essa análise, a localização da coleta, a data do

---

<sup>18</sup> Para informações mais detalhadas sobre o tema, acessar: Amazônia Azul, disponível em: <[https://www.mar.mil.br/hotsites/amazonia\\_azul/](https://www.mar.mil.br/hotsites/amazonia_azul/)>

registro e identificação taxonômica foram consideradas informações fundamentais. A expressão “completude do registro” foi adotada para se referir ao grau em que essas informações estão presentes, enquanto “integridade do registro” refere-se à qualidade geral das informações nele contidas, como a validade taxonômica da identificação, a consistência das informações geográficas, comparada a outras informações disponíveis, entre outros. Essa análise está contida nos testes realizados em cada registro. Portanto, um registro íntegro, mas sem informações de coordenadas, ou não identificado ao nível de espécie ou com data de coleta incompleta, entre outras combinações que confirmam ao registro lacunas de informação, é considerado como tendo um nível mais baixo de completude.

A avaliação dos critérios de integridade e completude da informação foi realizada com uso das ferramentas implementadas no pacote *Biodiversity Data Cleaning - bdc* (Ribeiro *et al.*, 2023) e *CoordinateCleaner* (Zizka *et al.*, 2021), com algumas adaptações (Quadro 2). Contudo, como o SiBBr utiliza uma árvore taxonômica de referência personalizada para o Brasil, atualmente baseada na versão de 2019 dos catálogos nacionais (Flora e Funga do Brasil<sup>19</sup> e Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil<sup>20</sup>), optou-se por não utilizar o módulo referente a taxonomia do pacote *bdc*. Para todos os testes foi considerado o nome científico processado fornecido pelo SiBBr.

---

<sup>19</sup> Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ConsultaPublicaUC.do#CondicaoTaxonCP>>

<sup>20</sup> Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ConsultaPublicaUC.do>>

**Quadro 2: Critérios empregados na triagem e na análise da completude e integridade de informações associadas aos registros obtidos no SiBBr**

(continua)

Etapa	Critério	Função utilizada	Observações
Triagem	O registro denota a presença do indivíduo		O campo <i>occurrenceStatus</i> denota uma presença
	Natureza do registro é válida	<i>bdc_basisOfRecord_notStandard</i>	O campo <i>basisOfRecord</i> com um dos valores - Human Observation, MachineObservation, PreservedSpecimen, LivingSpecimen, MaterialSample
	Informações textuais indicam ocorrência no Brasil	código próprio para Unidades da Federação e função <i>bdc_country_standardized</i> para país	Avaliado a partir de consolidação das informações de todos os campos textuais de localização. O processamento foi aplicado inicialmente aos respectivos campos ( <i>country para país e stateProvince para UF</i> ). Para os registros sem de informações válidas em algum desses campos, foram investigados os demais campos textuais de localização ( <i>stateProvince, country, county, municipality e locality</i> ), com o intuito de recuperar dados inseridos no campo errado. Na avaliação do conteúdo de cada campo mencionado, foram testadas correspondências com as listas de nomes válidos para países e UF do Brasil. A correspondência do país foi feita usando a função do pacote <i>bdc</i> e a correspondência da UF foi feita em duas etapas: 1- correspondência exata da sigla ou nome, desconsiderando-se acentuações e caracteres especiais, 2- correspondência aproximada usando a métrica de Jaro-Winkler e parâmetro de penalidade igual a 0,2
	Coordenadas compatíveis com descrição textual da Unidade da Federação (UF) ou país		
	Coordenadas compatíveis com descrição textual da Unidade da Federação (UF) ou país		Para os registros com divergências entre a informação textual (país e Unidade da Federação) e as coordenadas geográficas, foram testadas diferentes alternativas de correção com o intuito de identificar as coordenadas corretas, aplicando as diferentes combinações possíveis de troca de sinal (transposição Norte-Sul e/ou Leste-Oeste) e transposição entre latitude e longitude. Quando uma, e somente uma, das transformações resultava em coordenadas compatíveis com a informação textual, a coordenada foi considerada corrigida e, para fins dos demais testes e análises, a coordenada corrigida foi utilizada no lugar da coordenada original
Coordenadas compatíveis com descrição textual da Unidade da Federação (UF) ou país			
Taxonomia	Nome ao nível de espécie ou infraespecífico	campo <i>taxonRank</i>	
Espaço	Possui coordenadas	<i>bdc_coordinates_empty</i>	
	Coordenadas válidas em WGS84	<i>bdc_coordinates_outOfRange</i> <i>clean_coordinates</i>	
	Precisão decimal das coordenadas suficiente	<i>bdc_coordinates_precision</i>	Foi considerado suficiente duas ou mais casa decimais
	Valores de latitude e longitude não são idênticos	<i>clean_coordinates</i>	
	Valores de latitude e longitude não são iguais a 0	<i>clean_coordinates</i>	
	Coordenadas não são de sede de municípios	<i>clean_coordinates</i>	O banco de dados de capitais e centroides do pacote <i>CoordinateCleaner</i> foi complementado com as coordenadas de Sedes e centroides dos municípios obtidos na BC250 e dois valores alternativos para centroide do Brasil
	Coordenadas não são de centroides do Brasil, UFs ou municípios	<i>clean_coordinates</i>	
	Coordenadas não são da sede instituições de pesquisa em biodiversidade - museus, zoológicos, herbários	<i>clean_coordinates</i>	O objetivo desse teste é detectar registros atribuídos erroneamente às coordenadas da instituição onde os espécimes estão depositados, ao invés do real local da coleta

Etapa	Critério	Função utilizada	Observações
	Coordenadas se encontram no território brasileiro		Interseção entre as coordenadas e polígono delimitando território brasileiro (não inclui porção marinha no caso de Tracheophyta, Fungi e Lissamphibia), com uma margem de segurança de 0,1 arco de grau adicional
Tempo	Data do registro preenchida		Data do registro contendo pelo menos o ano
	Ano válido		Ano entre 1500 e 2022
	Mês válido		Possui ano e mês
	Não é o primeiro dia de um século		Marca os registros com datas provavelmente oriundas de falhas de conversão de formatos (por exemplo considerar data vazia como 1700-01-01). Alguns registros válidos realizados em 2000-01-01 também são marcados, mas em quantidade muito pequena (cerca de 0,005% dos registros).
Redundâncias	Valores únicos na combinação de latitude, longitude, nome científico, mês e ano	cc_dupl	

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente

Como os registros possuem diferentes níveis de completude e integridade, uma estratégia para lidar com essa variabilidade foi separá-los em categorias de completude. No entanto, representar as combinações possíveis que resultariam em diferentes categorizações seria exaustivo. Por essa razão, na terceira etapa de análise, os registros foram classificados em três categorias de completude: Nível 1, Nível 2 e Nível 3 (Quadro 3).

Os registros mais completos, adequados para análises que exijam informações mais precisas, foram agrupados como Nível 1 de completude (Quadro 3). Além daqueles que não atingiram os critérios de completude da informação, também foram excluídos do Nível 1 registros considerados redundantes por apresentarem os mesmos valores exatos de latitude, longitude, nome científico, mês e ano da coleta. Esses registros nem sempre representam, de fato, informação sobre a abundância das espécies e podem resultar de múltiplos fatores, tais como: submissão de um registro a diferentes repositórios de dados ou coleções biológicas como no caso de intercâmbio de duplicatas botânicas; localizações imprecisas que são imputadas a um mesmo local genérico; coletas concentradas em locais muito frequentados, como muitas vezes é o caso dos dados da Ciência Cidadã; entre outros (Hijmans *et al.*, 2000; Reddy; Dávalos, 2003; Graham *et al.*, 2004; Aiello-Lammens *et al.*, 2015). Essa concentração pode implicar erros na análise e modelagem da biodiversidade (representação excessiva das condições ambientais da área) e consequentemente distorcer os padrões de distribuição espacial das espécies (Williams *et al.*, 2002; Kadmon *et al.*, 2004; Anderson; Gonzales, 2011; Aiello-Lammens *et al.*, 2015), além de possivelmente interferir nas estimativas de completude amostral (Hortal *et al.*, 2007).

A redundância não é necessariamente uma inconsistência, mas sim uma característica do conjunto de dados que precisa ser identificada e tratada para evitar interpretações distorcidas. Mesmo após uma cuidadosa avaliação da confiabilidade dos dados, em alguns casos, a remoção ou a ponderação apropriada desses registros, e a introdução de critérios como a diversidade esperada e a sensibilidade da escala podem ser necessários. No presente trabalho, nos casos considerados redundantes, um dos registros foi mantido no Nível 1 e os demais foram classificados como Nível 2.

Registros não admitidos no Nível 1, mas que contenham, no mínimo, determinação ao nível de gênero, a Unidade da Federação de ocorrência e o ano da observação foram classificados como Nível 2 (Quadro 3). Finalmente, registros com ausências de informações importantes em alguma das três dimensões foram agrupados como Nível 3 de completude (Quadro 3). Foram considerados nesse nível registros que não estivessem determinados ao menos ao nível de gênero ou não possuíssem informação nem da Unidade da Federação ou do ano da observação.

**Quadro 3: Níveis de completude e integridade de informação definidos para análise dos dados disponíveis no SiBBr**

Dimensão	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Taxonomia	Espécie ou infraespecífico	Gênero	Demais registros
Espaço	Coordenada geográfica aprovada nos testes de validade	Unidade da Federação (preenchida no campo <i>stateProvince</i> ou nos campos <i>country/county/municipality</i> )	
Tempo	Mês e ano válidos	Ano válido	
Registros redundantes	Não haver registros redundantes	Sem verificação de redundância	

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente

## **Análise da completude das informações**

Na etapa seguinte buscou identificar as principais limitações na completude da informação espacial, temporal e taxonômica. Foram computadas estatísticas sintetizando os resultados dos testes tanto para o total de registros como desagregados por grupos. A taxa de produção de registros e o percentual de registros de Nível 1 dos últimos 20 anos (entre 2002 e 2022) foram analisados através de uma média móvel, sendo que o valor referente a cada ano corresponde ao valor médio daquele ano e dos quatro anos precedentes. Também foram calculados o valor médio do número de registros por ano e o percentual de registros de Nível 1 para o período entre 1600 e 2001. O número de registros nos Níveis 1 e 2 foi computado para cada UF, assim como a densidade de registros por mil quilômetros quadrados.

### **Critérios e definições para unidade espacial e métricas utilizadas**

A agregação de registros pontuais em unidades espaciais de diferentes dimensões facilita a identificação e análise de padrões em diferentes escalas. Unidades menores fornecem detalhes sobre a distribuição da biodiversidade, mas podem resultar em maior variação espacial nos dados e dificuldades na detecção de padrões geográficos relevantes. Por outro lado, unidades maiores podem levar à perda de informações detalhadas (Souza-Baena *et al.* 2013). Células regulares, de diferentes dimensões, são comumente utilizadas como unidades espaciais e podem ser úteis para identificar as limitações e vantagens de bancos de dados de biodiversidade, além de orientar esforços futuros de coleta e integração de dados (Soberón *et al.*, 2007; Souza-Baena *et al.*, 2013). Como muitos processos ecológicos e padrões de biodiversidade são dependentes da escala, os dados usados para descrever esses padrões também o são e devem ser analisados levando-se em consideração a escala ou resolução espacial adotada (Soberón *et al.*, 2007).

Neste trabalho foi utilizada como unidade espacial básica a grade estatística definida a partir dos parâmetros descritos em IBGE (2016) e IBGE (2022), em duas resoluções (dimensões das células): 25 x 25 km e 50 x 50 km. A resolução mais detalhada, de 25 x 25 km, já tem sido implementada para os demais dados de biodiversidade do Banco de Dados e Informações Ambientais - BDIA do IBGE, porém, considerando o tamanho do papel e a leitura em telas digitais, optou-se também pelo processamento em um nível mais generalizado, 50 x 50 km, que se mostrou adequado cartograficamente na construção de cartogramas utilizados nas discussões apresentadas ao longo do texto. Utilizando os registros do Nível 1, foram calculadas métricas para cada grupo taxonômico e um índice sintético agregando os nove grupos de interesse (Quadro 4), descritos a seguir.

**Quadro 4: Métricas calculadas para cada célula da Grade de Referência Estatística, a partir dos registros de Nível 1 de completude de informações**

Métrica	Objetivo	Descrição	Aplicação
Número de registros	Identificar concentrações e lacunas de registros	Quantidade de registros de Nível 1	Grupos individuais
Indicador de Completude Amostral	mensurar o esforço amostral relativo à riqueza de espécies	Razão entre a riqueza de espécies observada e a riqueza estimada para uma determinada unidade amostral. Foi utilizado o estimador não paramétrico Chao2, usando a fórmula com correção de viés para os casos em que nenhuma espécie tenha sido registrada apenas duas vezes (Chao e Colwell, 2017). Os valores de completude variam de 0 a 1, sendo que valores mais próximos de 1 representam células em que o número de espécies observado está mais próximo do número estimado, indicando uma boa cobertura da amostragem	
Idade dos Registros	Caracterizar a distribuição da idade dos registros para identificar locais em que a maioria dos registros é muito antigo ou recente	Terceiro quartil da idade dos registros presentes na célula, ou seja, 75 % dos registros da célula têm no máximo aquela idade	
Indicador de cobertura anual	Representar a distribuição dos registros ao longo dos últimos 20 anos	Valores do indicador mais próximos de 1 indicam células em que os registros estão bem distribuídos ao longo dos últimos 20 anos. Valores próximos de zero significam que os registros estão concentrados em um determinado período, seja ele atual ou antigo	
Indicador de cobertura sazonal	Representar a distribuição dos registros ao longo dos meses	Valores do indicador mais próximos de 1 indicam células em que os registros estão bem distribuídos ao longo dos meses do ano. Valores próximos de zero significam que os registros estão concentrados em um determinado período, e ainda há meses com poucas amostras naquela célula	
Índice de Conhecimento da Biodiversidade	Sintetizar informações sobre a quantidade e idade dos registros dos nove grupos estudados	Reflete o número de registros em cada célula e o quão recentes eles são. Dessa forma às células com maior quantidade de registros recentes nos nove grupos, será atribuído um valor maior	Síntese dos nove grupos

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente

A primeira métrica computada em cada célula foi o número de registros. A análise dessa informação permite avaliar a distribuição espacial dos registros de biodiversidade, incluindo a identificação de áreas pouco amostradas. Essa abordagem é relevante para orientar futuras pesquisas e coletas de dados.

Para determinar se os esforços de coleta de dados foram suficientes para capturar a diversidade local de espécies, foi calculada a completude amostral em cada célula. A completude amostral só é apresentada para células com uma quantidade mínima de registros, uma vez que amostras muito pequenas podem levar a um resultado enviesado (Chao; Colwell, 2017). Em vez de adotar um limiar único para todas as situações, optou-se por estabelecer essa quantidade separadamente para cada grupo taxonômico, considerando as células terrestres e marinhas de maneira independente, a partir da relação entre número de registros e os valores de completude amostral. Esse

procedimento foi feito com o objetivo de respeitar as diferenças na riqueza total de espécies entre os ambientes e a variação no número total de registros entre os grupos. Para isso, primeiramente identificou-se o menor número de registros entre as células com a menor completude amostral calculada e definiu-se arbitrariamente como limiar o valor correspondente a 1,2 vezes essa quantidade. Um limiar mais alto resultaria na inclusão de menos células com um potencial viés, porém ao custo de restringir demais a quantidade de células analisadas. Como foram adotados outros critérios complementares, optou-se por um limiar menos restritivo.

Embora os dados históricos sejam fundamentais para estudos que analisam as alterações na biodiversidade, é necessário considerar que a qualidade das informações sofre uma degradação ao longo do tempo (Tessarolo *et al.*, 2017). Isso ocorre devido a processos como a dinâmica natural dos sistemas ecológicos; mudanças na composição de espécies ou extinção local; revisões taxonômicas; e perda de dados físicos e de metadados associados aos registros (Tessarolo *et al.*, 2017). Além disso, considerando que diversos processos ecológicos e padrões de biodiversidade variam em diferentes escalas temporais, é preciso considerar não somente a idade, mas também a distribuição temporal dos registros. É essencial levar em conta, ainda, a frequência de reamostragens ao longo dos anos, que permitirão avaliar como as comunidades e os ecossistemas mudaram ao longo do tempo e identificar tendências e padrões que possam ser relevantes para a compreensão da dinâmica ecológica. Outro componente da variação temporal são os padrões sazonais, uma vez que a sazonalidade pode afetar muitos processos ecológicos, como a reprodução, a migração e a alimentação (Portella *et al.*, 2021; Hulbert; Haskell, 2003), a distribuição dos registros nos meses do ano deve ser considerada a fim de identificar possíveis lacunas que possam comprometer análises específicas. Diversos estudos têm ressaltado a importância da escala temporal e da cobertura sazonal dos dados para a análise de processos ecológicos e de padrões de biodiversidade (Ladle; Hortal, 2013; Dornelas *et al.*, 2013). No presente trabalho, foram elaborados três métricas sobre a distribuição temporal dos registros de cada célula: idade dos registros, indicador de cobertura sazonal e indicador de cobertura anual (Quadro 4).

A idade dos registros foi descrita a partir o terceiro quartil, ou seja, 75 % dos registros de cada célula têm no máximo aquela idade. O indicador de cobertura sazonal dos dados levou em conta apenas o mês da coleta, independente do ano. Foram contrastadas a soma das distâncias temporais (em meses) entre todos os pares de registros observados, com um cenário idealizado, isto é, em que a mesma quantidade de registros estivesse o mais bem distribuída possível ao longo dos meses do ano. Essa distribuição ideal foi definida de modo que a distância temporal entre cada par de registros fosse a máxima possível. Foram utilizadas distâncias circulares para esse cálculo, de modo que a distância entre dezembro e janeiro fosse igual a 1 mês, e a distância máxima fosse igual a 6 meses. O indicador foi então calculado como a razão entre a soma das distâncias observadas e a soma das distâncias no cenário mais bem distribuído possível considerando o número de registros da célula. Valores do indicador mais próximos de 1 indicam células em que os registros estão bem distribuídos ao longo dos meses do ano.

Valores próximos de zero significam que os registros estão concentrados em um determinado período, e ainda há meses com poucas amostras naquela célula. Quando o número de registros da célula excedia 5 000, o que tornava a estimativa computacionalmente muito demorada, o valor do indicador foi obtido a partir da média de 10 amostras de 5 000 registros em cada uma.

De modo semelhante, foi desenvolvido um indicador de cobertura anual dos registros. A distribuição do número de registros por ano, nos últimos 20 anos, foi contrastada com um cenário ideal em que os registros da célula estivessem o mais bem distribuídos possível ao longo dos anos – ou seja, com ocorrências igualmente espaçadas ao longo do tempo. Valores do indicador mais próximos de 1 indicam células em que os registros estão bem distribuídos ao longo dos últimos 20 anos, com registros mais antigos e, também, registros recentes. Valores próximos de zero significam que os registros estão concentrados em um determinado período, seja ele atual ou antigo. Quando o número de registros da célula excedia 10 000, o valor do indicador foi obtido a partir da média de 30 amostras de 10 000 cada uma para reduzir a demanda computacional. Ao serem analisados em conjunto, esses três indicadores (quartil da idade, cobertura sazonal e cobertura anual) retratam os padrões temporais dos registros das células.

Também foi calculado um índice agregando os nove grupos taxonômicos. O índice aqui definido, denominado Índice de Conhecimento da Biodiversidade, é um valor numérico que representa o quanto uma determinada célula concentra registros dos grupos aplicáveis, isto é, todos os nove grupos no caso das células terrestres e seis grupos nas células marinhas – excluindo anfíbios, fungos e plantas. O índice é ponderado pela idade dos registros de forma que, em células com maior quantidade de registros recentes de múltiplos grupos, os valores resultantes serão mais altos, significando maior conhecimento da biodiversidade daquela área.

Para obtenção desse valor agregado, os registros de cada grupo receberam um peso inversamente proporcional à sua idade (Equação 1). Os pesos dos registros de cada célula foram somados e o valor resultante foi dividido pela soma dos pesos de todos os registros daquele grupo (Equação 2). Finalmente, foi calculada a média dos resultados de cada um dos grupos aplicáveis (Equação 3), de acordo com a localização da célula (terrestre ou marinha) e o valor resultante foi multiplicado por 1 000 e arredondado para duas casas decimais para facilitar a representação do índice.

### Equação 1

$$W_i = \exp\left(\frac{-(A_i - 2022)^2}{c * 2022}\right)$$

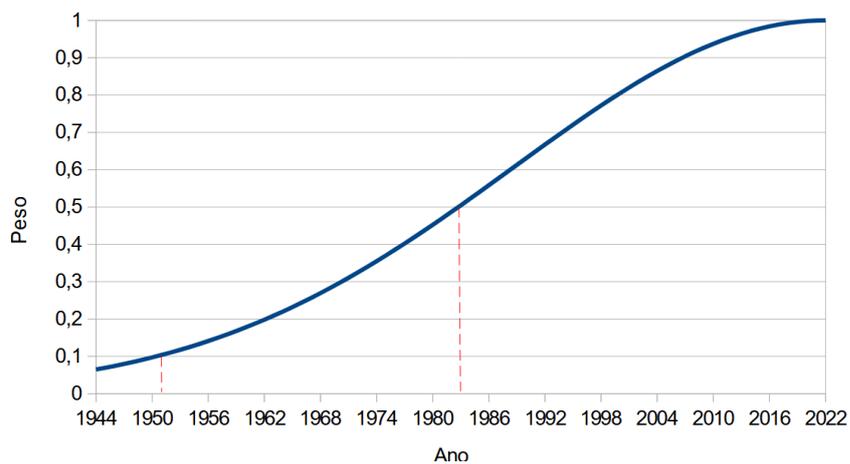
Onde:

$A_i$  = Ano do registro  $i$ ;

$c$  = constante de multiplicação que ajusta a taxa de decaimento do peso do registro em função da sua idade. Valores maiores implicam um decaimento mais acentuado, atribuindo pesos menores para registros antigos. Nesse trabalho foi adotado o valor 1,1;

$W_i$  = Peso do registro  $i$ . Com a formulação definida obtém-se  $W = 1$  para registros realizados em 2022 e, por exemplo,  $W < 0,5$  para registros feitos antes de 1983, e  $W < 0,1$  para registros feitos antes de 1950 (Gráfico 1).

**Gráfico 1: Pesos atribuídos aos registros ao longo dos anos. Linhas verticais tracejadas destacam os valores com peso 0,1 e 0,5**



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente

## Equação 2

$$G_{nj} = \frac{\sum_1^i w_{nj}}{\sum w_n}$$

Onde:

$G_{nj}$  = Valor do Grupo  $n$  na célula  $j$ ;

$w_{nj}$  = pesos dos  $i$  registros do grupo  $n$  na célula  $j$ ;

$w_g$  = pesos de todos os registros do grupo  $n$ .

## Equação 3

$$S_j = \frac{\sum_1^g G_{nj}}{N} \cdot 1000$$

Onde:

$S_j$  = Valor agregado dos grupos que ocorrem na célula  $j$ ;

$N$  = número de grupos aplicáveis à célula (9 no caso das células terrestres, 6 no caso das células marinhas, onde não são considerados os registros de anfíbios, fungos ou plantas).

Já para caracterizar a distribuição do esforço amostral nas células em cada grupo, foi contabilizado o número de células em quatro categorias: 1 – células sem registros, 2 – com, pelo menos, um registro, 3 – com o número mínimo de registros para cálculo da completude. As células com número mínimo de registros para o cálculo da completude amostral foram estratificadas em 5 categorias definidas com critérios cumulativos: 1 - terceiro quartil da idade com mais de 20 anos; 2 - terceiro quartil da idade com menos de 20 anos, porém sem atingir os critérios seguintes; 3 - indicador de cobertura sazonal maior ou igual a 0,6 (limiar que representa uma cobertura acima da média, porém não muito restritivo); 4 - indicador de cobertura anual maior ou igual a 0,6; 5 - completude amostral acima de 60%. Isso foi feito separadamente para as células terrestres e marinhas, em células de 50 x 50 km e 25 x 25 km. Assim, células na última categoria são aquelas com melhor cobertura de dados, possuindo registros, em geral recentes, bem distribuídos nos meses, bem distribuídos ao longo dos últimos 20 anos e com uma boa completude amostral.

As diferentes métricas computadas, que permitem avaliar aspectos da cobertura de dados sobre a biodiversidade dos grupos estudados, foram espacializadas na grade de 25 x 25 km e 50 x 50 km. São também discutidos resultados sobre a distribuição percentual dessas células nas diferentes categorias descritas anteriormente.

Também foram geradas representações espaciais com camadas adicionais de informação (Unidades de Conservação, Terras Indígenas, Municípios com cursos de pós-graduação em biodiversidade, Coleções biológicas com e sem dados publicados no SiBBr), por grupo taxonômico com a distribuição das células em categorias de cobertura de dados e um cartograma geral com o Índice de Conhecimento da Biodiversidade, nas células de 25 x 25 km, que estão disponíveis para *download* no portal do IBGE. Além disso, todas as métricas estão disponíveis nas duas resoluções (25 x 25 km e 50 x 50 km), nos arquivos vetoriais acessíveis na Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (<https://inde.gov.br/>).

Todas as análises foram realizadas no ambiente R, versão 4.0.3 (R Core Team, 2020)<sup>21</sup>. Os scripts com os procedimentos realizados estão disponíveis mediante solicitação.

## Análises complementares

Além das etapas descritas nas seções anteriores, foram feitas análises complementares àquelas executadas pelo SiBBr e pelo *bdc*, relacionadas às três dimensões dos dados aqui considerados. Essas análises complementares exemplificam verificações adicionais que poderiam ser implementadas para validação ou complementação de informações a partir do uso de outros bancos taxonômicos, testes de consistência não implementados nos pacotes disponíveis e verificação visual de erros de interpretação das plataformas. Os testes realizados nessa etapa não foram utilizados na classificação dos Níveis de completude de informação, apenas para indicar outras possíveis abordagens de tratamento dos dados.

Em relação à dimensão taxonômica, para análise dos dados e classificação nos três níveis de completude, optou-se por adotar apenas a análise feita pelo SiBBr. Entretanto, para verificar se registros adicionais poderiam ser incluídos em níveis melhores de informação, efetuou-se a rotina do *bdc* com os registros não classificados em nível de espécie ou infraespecífico (subespécie, forma, variedade) pelo SiBBr. Para isso se utilizou informações do campo “scientificName” originalmente fornecido pelos publicadores para buscar a correspondência a partir do banco de dados taxonômicos da GBIF.

---

<sup>21</sup> Utilizando-se funções dos pacotes *circular* (Agostinelli; Lund, 2022), *data.table* (Dowle; Srinivasan, 2023), *raster* (Hijmans, 2022), *whitebox* (Lindsay, 2016), *taxadb* (Norman et al., 2020), *sf* (Pebesma et al., 2018), *stars* (Pebesma, 2022), *bdc* (Ribeiro et al., 2023), *stringdist* (Van Der Loo, 2014), *httr* (Wickham, 2020), *dplyr* (Wickham et al.; 2023), *stringr* (Wickham et al.; 2022), *tidyverse* (Wickham et al.; 2019) e *CoordinateCleaner* (Zizka et al., 2021).

Para a dimensão espacial, foram sinalizados os registros localizados em coordenadas que concentravam mais de 1 000 registros, independente da espécie ou da data. Esse limite foi determinado de maneira arbitrária, considerando que raramente o número de registros em uma única coordenada atinge esse valor. Isso foi feito com o objetivo de identificar uma possível imprecisão na determinação espacial, como uma coordenada relativa à sede de uma unidade de conservação utilizada para todos os registros realizados nesse local, o que não é detectado nos outros testes realizados.

Para avaliação complementar das informações sobre a data da coleta, foram analisados, a partir de amostragem, registros que não foram aprovados no critério de apresentar data válida incluindo ao menos o mês, mas que passaram nos demais critérios necessários para sua admissão no Nível 1. Para isso foram obtidas aleatoriamente 385 amostras<sup>22</sup> de registros de cada um dos grupos biológicos analisados. Foram avaliadas visualmente as informações de data desses registros para identificar aqueles que podiam ser interpretados inequivocamente. Para isso, avaliou-se os principais erros possíveis, desconsiderados, por exemplo, os valores 01/01/1700 e 01/01/1970, que são datas iniciais de alguns sistemas de planilhas, e as datas referentes aos primeiros dias dos séculos (de maneira análoga ao realizado na avaliação geral de qualidade das amostras). Apesar do padrão Darwin Core<sup>23</sup> sugerir o preenchimento da data (dia, mês e ano) em campos separados, nem sempre isso foi observado. Nos casos em que a data era fornecida somente em coluna única (em vez de separadamente em colunas para o dia, mês e ano), a interpretação da ordem dos elementos foi realizada de modo a só considerar o nível de detalhe (dia, mês ou ano) que fosse interpretável inequivocamente. Por exemplo, 1995/05/11 foi interpretado como havendo certeza somente do ano, pois ambos os valores 05 e 11 podem se referir a dia e mês. Já dados como 1995/05/13 ou 1995/05/05 foram interpretados como sendo inequivocamente referentes ao nível de detalhes de dia. Adicionalmente, valores de números inteiros na coluna de data que representam datas factíveis quando a célula contendo esses valores em programas de planilhas é configurada para formato de data, foram considerados como data com detalhe de dia (ex. valor 33864 corresponde a 17/09/1992).

---

<sup>22</sup> Número de amostras necessário para obter estimativa com intervalo de confiança menor ou igual a 0,05 da proporção de registros potencialmente corrigíveis pela avaliação humana

<sup>23</sup> Darwin Core é um conjunto de padrões desenvolvidos para facilitar o compartilhamento de informações sobre diversidade biológica. Para informações mais detalhadas sobre o tema, acessar: Darwin Core, disponível em: <<https://www.tdwg.org/standards/dwc/>>

### **Análise da completude da informação: considerações espaciais, temporais e taxonômicas**

A etapa de triagem dos registros reduziu cerca de 2,9% do seu montante. Assim, 22 022 631 registros passaram às etapas seguintes de análise. Em todos os nove grupos analisados há grande variação na quantidade de informação associada a cada registro (Tabela 1). As informações temporais são as mais frequentes em todos os grupos, enquanto as informações espaciais e taxonômicas apresentam maior variação. O grupo das aves apresenta a maior proporção de registros completos nas três dimensões da informação aqui consideradas (Espacial, Temporal e Taxonômica), mas cerca de 50% desses registros podem ser considerados redundantes, de acordo com os critérios adotados nesse estudo (Tabela 1). Como já foi mencionado, os registros considerados redundantes nesse estudo não são necessariamente a dados duplicados, mas sim múltiplos registros da mesma espécie, no mesmo local e período, que se caracteriza mais como um viés do que como uma inconsistência. Essa característica é comum em bancos de dados de Ciência Cidadã, de onde provém a maior parte dos registros de aves, o que explica o alto percentual de registros redundantes nesse grupo e em relação ao total, uma vez que esse é o grupo com a maior quantidade de registros. Esse critério de exclusão do nível 1 foi definido para facilitar a identificação e tratamento adequado desse fenômeno. Dados redundantes podem ser dispensáveis em casos em que se deseja informar a presença ou ausência de uma espécie em uma área, mas podem ser úteis em análises relacionadas à abundância das espécies, tomadas as devidas precauções na interpretação desse dado. Portanto, os registros estão em categorias diferentes, mas são complementares.

A disponibilidade de informações que classificam um registro como Nível 1 é baixa em alguns grupos taxonômicos. Grande parte dos registros possuem informações mais genéricas que os alocam no Nível 2. Na falta de dados mais precisos, esses registros podem ser úteis, isolados ou combinados com outras fontes de informações, para estudos que buscam identificar padrões mais gerais de distribuição da biodiversidade. Uma pequena quantidade de registros não possui informações que permitam a classificação nos dois primeiros níveis, sendo 1,7% na dimensão Taxonômica, 2% na dimensão Espacial e 8,8% na dimensão Temporal (Tabela 1).

**Tabela 1: Total de registros e completude de informações (%) de biodiversidade disponíveis no SiBBr, por grupo taxonômico, segundo as dimensões de informações - Brasil - 2022**

	Grupo taxonômico									
	Total	Anfíbios	Artrópodes	Aves	Fungos	Mamíferos	Moluscos	Peixes	Plantas	Répteis
<b>Total de registros válidos e com ocorrência no Brasil</b>	<b>22 022 631</b>	<b>353 129</b>	<b>2 119 273</b>	<b>10 787 014</b>	<b>233 394</b>	<b>191 942</b>	<b>167 232</b>	<b>445 876</b>	<b>7 439 513</b>	<b>285 258</b>
<b>Taxonomia</b>										
Ordem e acima	1,7	1,0	10,8	0,1	36,1	12,9	2,9	0,4	0,1	6,3
Família	11,6	6,4	27,1	3,5	0,0	9,6	11,6	3,3	20,2	8,1
Gênero	10,7	22,2	22,5	4,1	35,5	13,1	37,5	29,4	13,8	10,3
(1) Espécies + infraespecífico	76,0	70,4	39,6	92,4	28,3	64,4	48,1	66,8	65,9	75,3
<b>Espaço</b>										
Sem informações	2,0	1,0	5,0	0,2	9,3	6,1	13,1	3,6	3,3	1,9
Pais	3,3	0,7	3,5	0,6	1,4	3,6	5,1	3,0	7,4	0,9
Estado	7,6	0,4	5,9	4,3	6,4	4,2	9,7	4,7	13,1	13,0
Município	5,7	9,7	17,1	1,3	12,9	19,9	0,7	0,2	8,6	4,9
Localidade	19,5	52,8	27,4	1,0	39,8	21,9	41,7	25,9	39,9	45,2
(1) Coordenada	61,9	35,3	41,0	92,7	30,1	44,4	29,6	62,7	27,7	34,1
<b>Tempo</b>										
Sem informações	8,8	9,7	24,7	1,8	20,7	24,7	24,8	35,5	11,7	7,7
Ano	0,6	0,2	0,4	0,1	1,2	4,4	1,0	0,4	1,4	0,4
(1) Mês e ano	90,6	90,1	74,9	98,2	78,1	70,9	74,2	64,1	86,9	91,9

Fonte: SiBBr. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MCTI, 2023. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: jan. 2023.

Notas: 1. Ordem e acima = reino, filo, classe, infraclasse, subclasse, superclasse, ordem, infraordem e subordem.

2. Família = família, subfamília, superfamília, tribo, subtribo.

3. Gênero = gênero e subgênero.

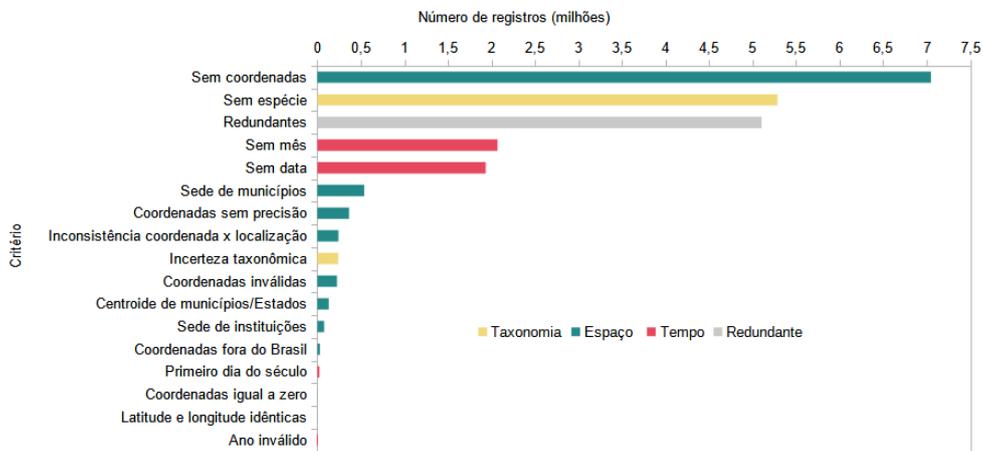
4. Espécie = espécie, subespécie, variedade, forma.

5 Sem informações = campos vazios.

(1) informações que podem compor o Nível 1 de completude.

Considerando todos os registros, a ausência de coordenadas, a indeterminação taxonômica em nível de espécie, os registros redundantes e a informação de data incompleta foram as causas mais prevalentes de não admissão do registro no Nível 1 de completude de informações (Gráfico 2). Esses registros, incompletos por várias razões, além de valiosos são, em grande parte, passíveis de terem suas informações complementadas a partir de novos estudos dos exemplares preservados nas coleções, metadados e colaboração entre as instituições. Em relação à informação taxonômica essa complementação pode ser feita a partir de novas análises dos exemplares nas coleções, que podem refinar, confirmar ou corrigir as determinações prévias. A informação espacial pode ser melhorada a partir da combinação de campos relacionados à localização da coleta, como os campos Localidade e Município, quando bem descritos.

**Gráfico 2: Número de registros não admitidos no Nível 1 de completude de informações, segundo os critérios adotados**

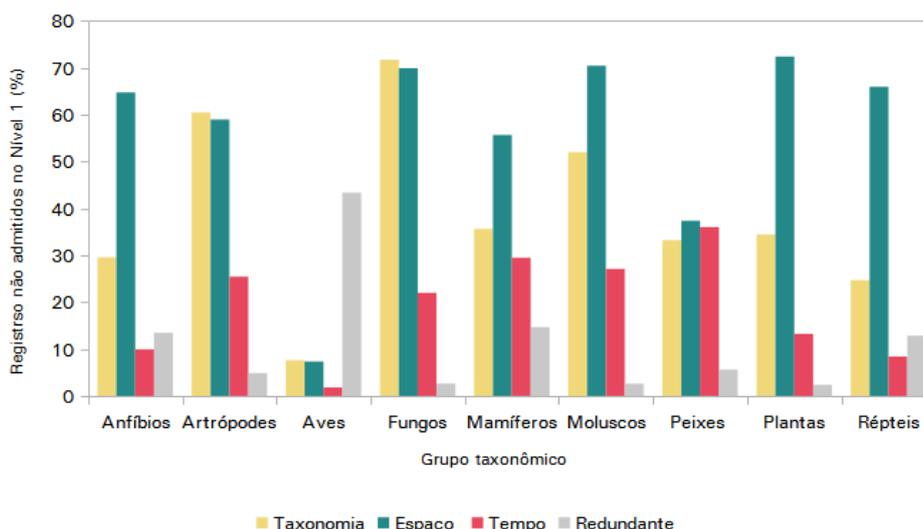


Fonte: SiBBr. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MCTI, 2023. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: jan. 2023.

Nota: Como um mesmo registro pode se enquadrar em múltiplos critérios, a soma dos valores do gráfico não equivale ao total de registros.

Entre os grupos, no entanto, há uma variação das causas que levaram os registros a serem categorizados em níveis de menor completude (Gráfico 3). Como já mencionado, no grupo das aves, os registros considerados redundantes representam cerca de 50%, o que é significativo, considerando que esse grupo contém mais de 10 milhões de registros. Nos grupos dos anfíbios, mamíferos, moluscos, plantas e répteis, a principal causa da não admissão dos registros no Nível 1 foi a ausência de informações de localização (dimensão Espaço). Artrópodes e fungos apresentaram incompletudes similares nas dimensões espacial e taxonômica. Já o grupo dos peixes apresentou incompletudes similares nas três dimensões, todas atingindo mais de 30% dos registros.

**Gráfico 3: Percentual de registros não admitidos no Nível 1 de completude de informações, em relação ao total de registros de cada grupo, segundo dimensão de informação e grupo taxonômico**



Fonte: SiBBr. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MCTI, 2023. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: jan. 2023.

Nota: Como um mesmo registro pode se enquadrar em múltiplos critérios, a soma dos valores do gráfico não equivale ao percentual de registros daquele grupo não admitido no Nível 1.

Em relação à dimensão Taxonomia, a quase totalidade de exclusões do Nível 1 foi causada pela não determinação dos registros em nível de espécie. Ocorreram poucos casos de incerteza taxonômica (menos de 0,8% de todos os registros). A quantidade de exclusões, devido às lacunas nas informações taxonômicas, variou bastante entre grupos, chegando a cerca de 72% dos registros de fungos, mas apenas aproximadamente 8% em aves (Gráfico 3). Em alguns grupos, a identificação em espécie, ou infraespecífica (subespécie, forma ou variedade), não chegou a 30% dos registros (Tabela 1). Esse resultado aponta para a importância de investimentos na formação e fixação de taxonomistas de determinados grupos, como fungos e artrópodes, que apresentam as maiores lacunas no conhecimento da sua taxonomia.

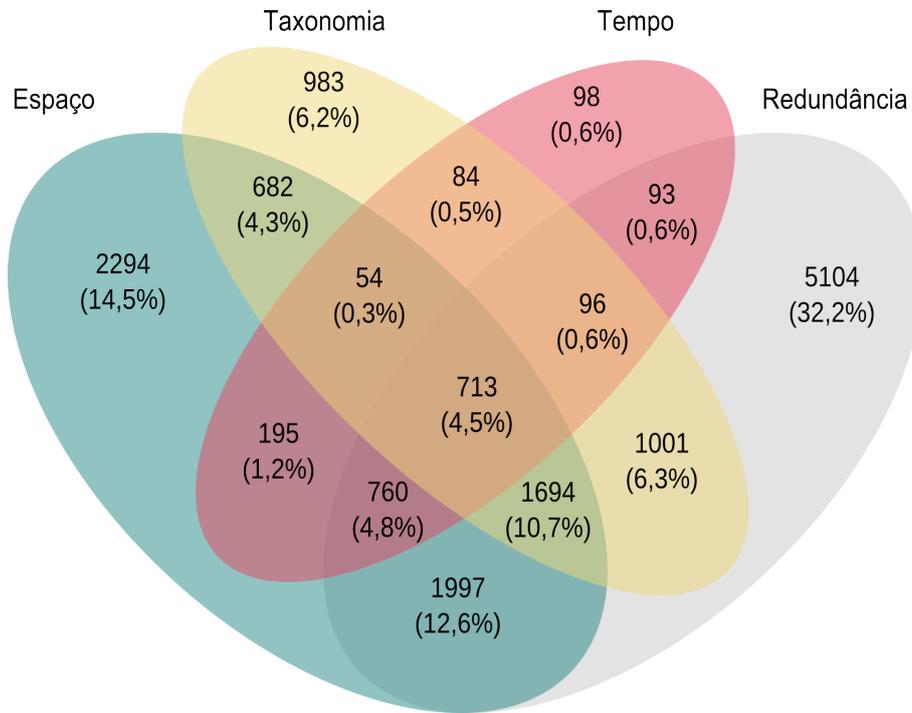
No que se refere à dimensão espacial, a ausência de coordenadas geográficas é a maior causa de exclusão de registros do Nível 1, apresentando valores próximos ou superiores a 50% em sete dos nove grupos, com exceção das aves (apenas 7,3% sem coordenadas) e peixes (37,3%) (Tabela 1). Analisando os grupos em conjunto, 44 463 registros (0,2% do total) foram corrigidos através dos procedimentos de correção de eventuais transposições de coordenadas (ver detalhes da metodologia no Quadro 2). As demais causas (imprecisões, próximas a centroides, em instituições de pesquisa etc.) são menos frequentes, nenhuma superior a 2,5% dos dados.

A completude de informações na dimensão Tempo é mais elevada que nas demais. Poucos registros (8,8% do total) foram excluídos do Nível 1 de completude devido à ausência total de informação temporal. Adicionalmente, boa parte (90,6% do total de registros) daqueles que apresentam alguma informação nessa dimensão indicam mês e

ano (Tabela 1). Ainda assim, considerando que ao contrário das demais, a informação temporal não dependa de especialistas ou tecnologia, era esperado que fosse consistentemente fornecida nos registros.

Considerando os critérios isoladamente, observa-se que cerca de 5,1 milhões de registros apresentam informações completas, mas são redundantes na definição adotada nesse estudo (Figura 2). Desse modo, a depender do uso pretendido, esses registros podem ser aproveitados. Outros 2,3 milhões de registros apresentam limitações apenas na dimensão espacial (Figura 2) e, como já mencionado, a depender do tipo de limitação, há possibilidade de complementação ou refinamento desse dado. No entanto, cerca de 46% dos registros apresentam mais de um tipo de restrição (Figura 2). Nesses casos, a correção e a melhoria dos dados podem ser mais desafiadoras e exigir um esforço adicional. Isso pode incluir análises visuais, correções manuais e a integração de diferentes fontes de dados para preencher as lacunas existentes, sempre documentando adequadamente as análises e correções realizadas, bem como quaisquer incertezas associadas a esses ajustes. Esses resultados demonstram algumas limitações do conhecimento científico sobre a biodiversidade brasileira e, em certa medida, alertam tanto para o uso cauteloso das informações quanto para a necessidade de aprimoramento dos dados disponíveis.

**Figura 2: Sobreposição das causas de não admissão no Nível 1 segundo as dimensões de informações (Espaço, Tempo e Taxonomia) e redundância dos registros. Os valores estão representados em milhares de registros e percentual em relação ao total de registros que não foram categorizados no Nível 1.**

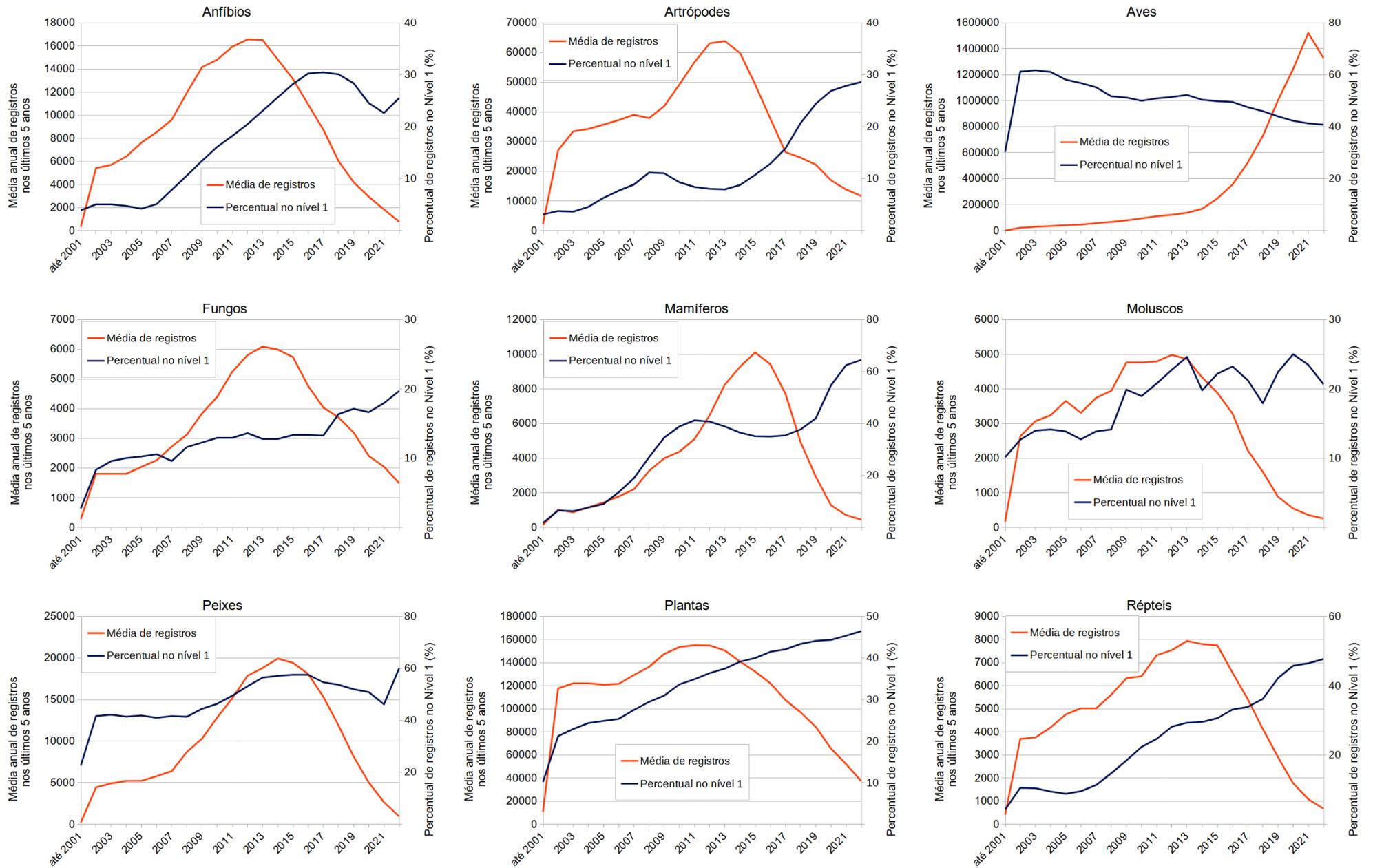


Fonte: SiBBr. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MCTI, 2023. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: jan. 2023.

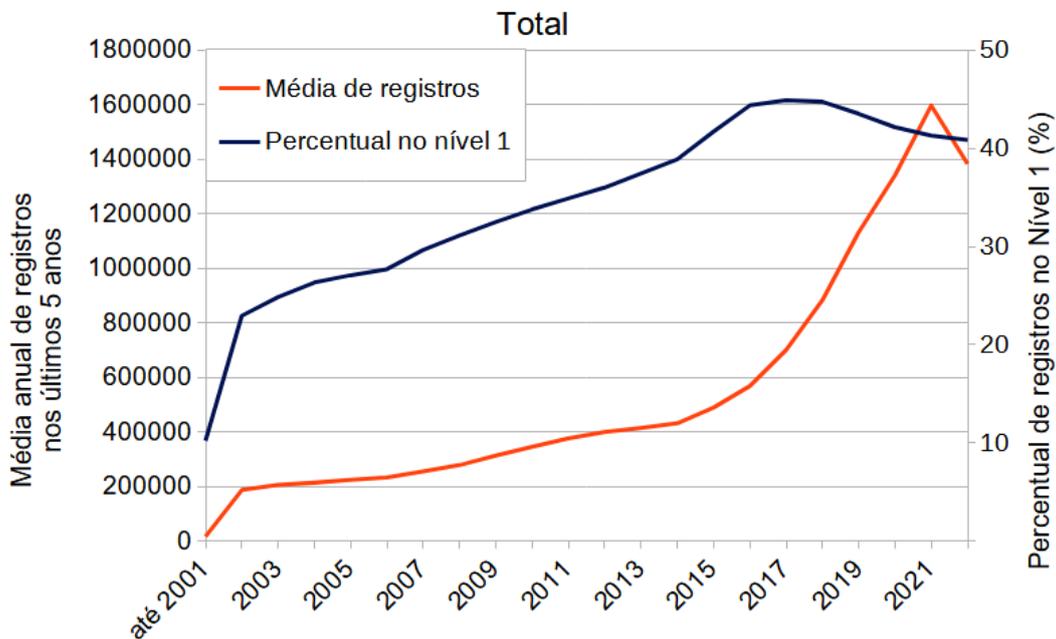
Nota: As áreas representadas na figura não são proporcionais aos valores de cada conjunto, sendo apenas ilustrativas das sobreposições das diferentes dimensões de informações.

A distribuição temporal dos registros mostra que a proporção de registros no Nível 1 tem aumentado ao longo do tempo, acompanhando o aumento do total cumulativo de registros disponíveis (Figura 1), embora seja perceptível, no valor agregado de todos os grupos, uma queda no número médio de registros dos últimos 5 anos e da proporção de registros no Nível 1 desde 2015 (Gráfico 4). Todos os grupos apresentam uma queda recente na média anual de registros (Figura 1), provavelmente resultante de uma latência temporal entre a coleta dos dados e seu processamento até a publicação. Embora os efeitos de uma cobertura espacial tendenciosa dos dados de biodiversidade sejam relativamente bem conhecidos (Vale; Jenkins, 2012; Meyer, 2016; Oliveira *et al.*, 2016; Troia; Mcmanamay, 2016), é importante ressaltar que vieses temporais também podem influenciar diretamente a utilidade, comparabilidade e confiabilidade de certas análises. A congruência entre os dados registrados e as condições atuais é fundamental para o monitoramento e avaliação da biodiversidade, portanto, conhecer a distribuição temporal dos dados é crucial e deve ser considerada desde a fase de planejamento da coleta até a análise dos dados de biodiversidade (Tessarolo *et al.*, 2017).

**Figura 3: Distribuição temporal da média de registros anuais e do percentual de registros no Nível 1, por grupos taxonômicos. O valor de cada ano representa a média daquele ano e dos quatro anos precedentes, com exceção do primeiro valor, que diz respeito à média do período 1600-2001**



**Gráfico 4: Distribuição temporal da média de registros anuais e do percentual de registros no Nível 1, total dos nove grupos taxonômicos. O valor de cada ano representa a média daquele ano e dos quatro anos precedentes, com exceção do primeiro valor, que diz respeito à média do período 1600-2001**



Fonte: SiBBR. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MCTI, 2023. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: jan. 2023.

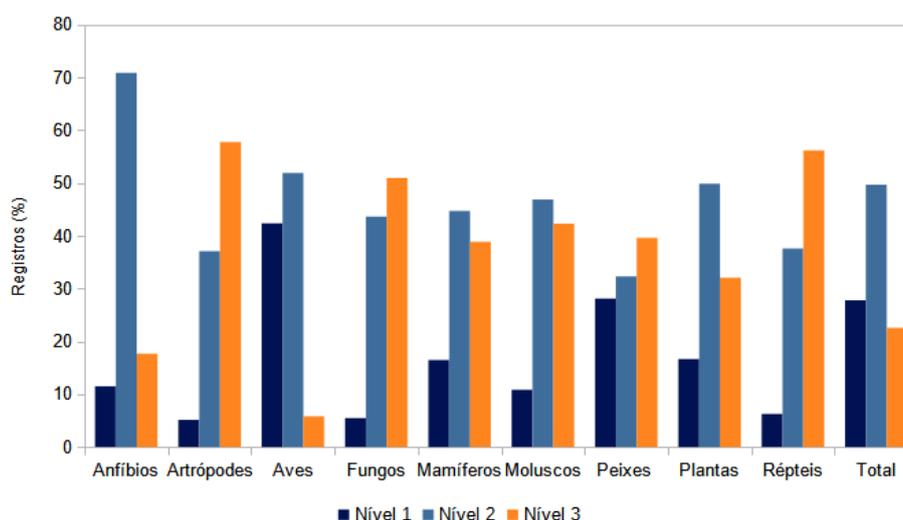
Por diversas razões, muitos dados primários de biodiversidade são disponibilizados de forma incompleta. À exceção das Aves, em todos os grupos, o número de registros no Nível 1 é menor que o dos demais níveis (Tabela 2) e a sua proporção não chega a 30% do total (Gráfico 5). Em Fungos, Artrópodes, Répteis e Peixes o número de registros no Nível 3 ultrapassa o Nível 2. Nos demais grupos, a ausência de informações espaciais precisas foi particularmente relevante para exclusão do Nível 1 em relação às outras dimensões consideradas. No entanto, a maior parte desses registros tem, ao menos, a informação da Unidade da Federação garantindo o seu enquadramento como Nível 2. Em todos os casos é importante ressaltar que os registros do Nível 2 apresentam um bom potencial de complementação das informações, através, por exemplo, da melhoria na determinação dos espécimes de coleções e do georreferenciamento dos pontos a partir das descrições de localidade presentes na maioria dos registros (Chapman; Wieczorek, 2020).

**Tabela 2: Registros por níveis de completude segundo os grupos taxonômicos**

Grupo	Nível 1	Nível 2	Nível 3
<b>Total</b>	<b>6 173 357</b>	<b>11 049 525</b>	<b>5 022 260</b>
Anfíbios	40 509	250 220	62 4004
Artrópodes	108 900	786 188	1 224 185
Aves	4 566 092	5 594 835	626 087
Fungos	12 726	101 781	118 887
Mamíferos	31 529	85 877	74 536
Moluscos	18 109	78 367	70 756
Peixes	125 398	143 962	176 516
Plantas	1 238 388	3 817 490	2 383 635
Répteis	31 706	190 805	285 258

Fonte: SiBBr. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MCTI, 2023. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: jan. 2023.

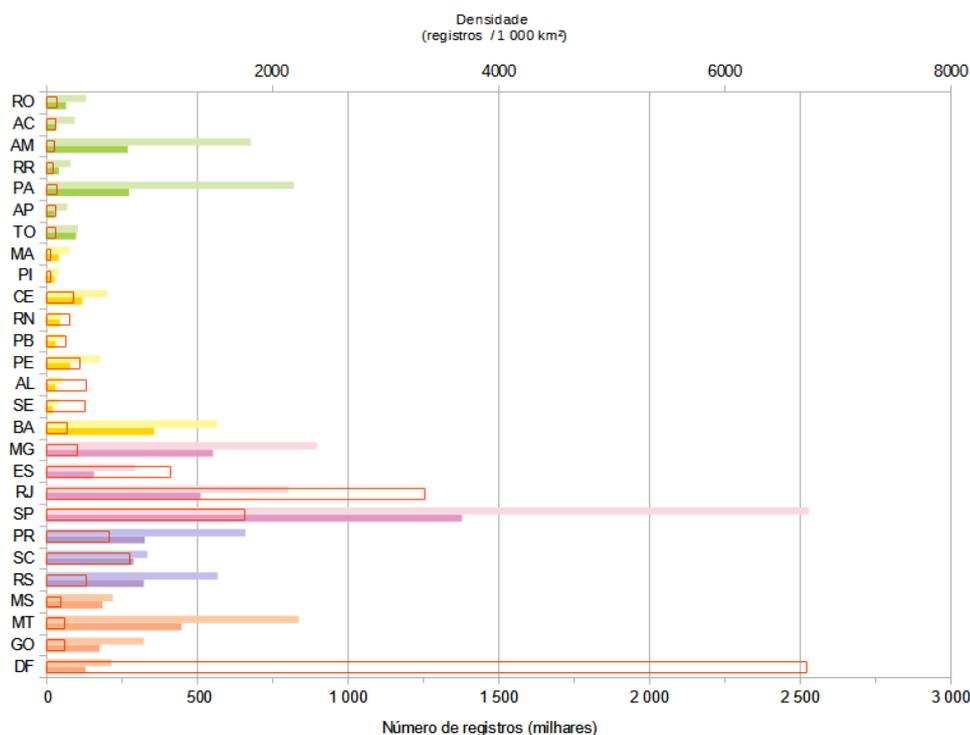
**Gráfico 5: Percentual de registro por nível de completude, segundo os grupos taxonômicos**



Fonte: SiBBr. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MCTI, 2023. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: jan. 2023.

Considerando todos os grupos em conjunto, o número de registros de Nível 2 e Nível 1, bem como a densidade de registros por 1 000 km<sup>2</sup> apresentam uma grande variação entre as Unidades da Federação e Regiões Geográficas (Gráfico 6). Essas disparidades podem ser atribuídas a fatores que incluem diferenças na infraestrutura de pesquisa e documentação e a concentração de instituições científicas, como universidades e museus. Unidades como São Paulo, Distrito Federal e Rio de Janeiro, onde se encontram os maiores números de coleções, somam o maior número total de registros, bem como as densidades mais altas. Os estados da Região Nordeste apresentam as menores quantidades de registros, enquanto na Região Norte são observadas a maioria dos Estados com baixas densidades de amostragem (Gráfico 6). A atribuição dos dados sem coordenadas a uma determinada Unidade da Federação pode ter sido afetada pelas alterações de seus limites oficiais. No entanto, considerando o baixo número de registros antigos em relação ao total, é esperado que esse impacto não altere de forma significativa os padrões observados. A desagregação dos valores por grupo taxonômico pode ser encontrada no Anexo.

**Gráfico 6: Número de registros de Nível 1 (barras preenchidas com tons mais escuros) e Nível 2 (barras preenchidas com tons mais claros) e densidade de registros dos dois níveis (barras com contorno em vermelho), por Unidade da Federação. Cores indicam as Grandes Regiões Geográficas - verde região Norte, amarelo região Nordeste, rosa região Sudeste, roxo região Sul e laranja região Centro-Oeste**



Fonte: SIBBr. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MCTI, 2023. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: jan. 2023.

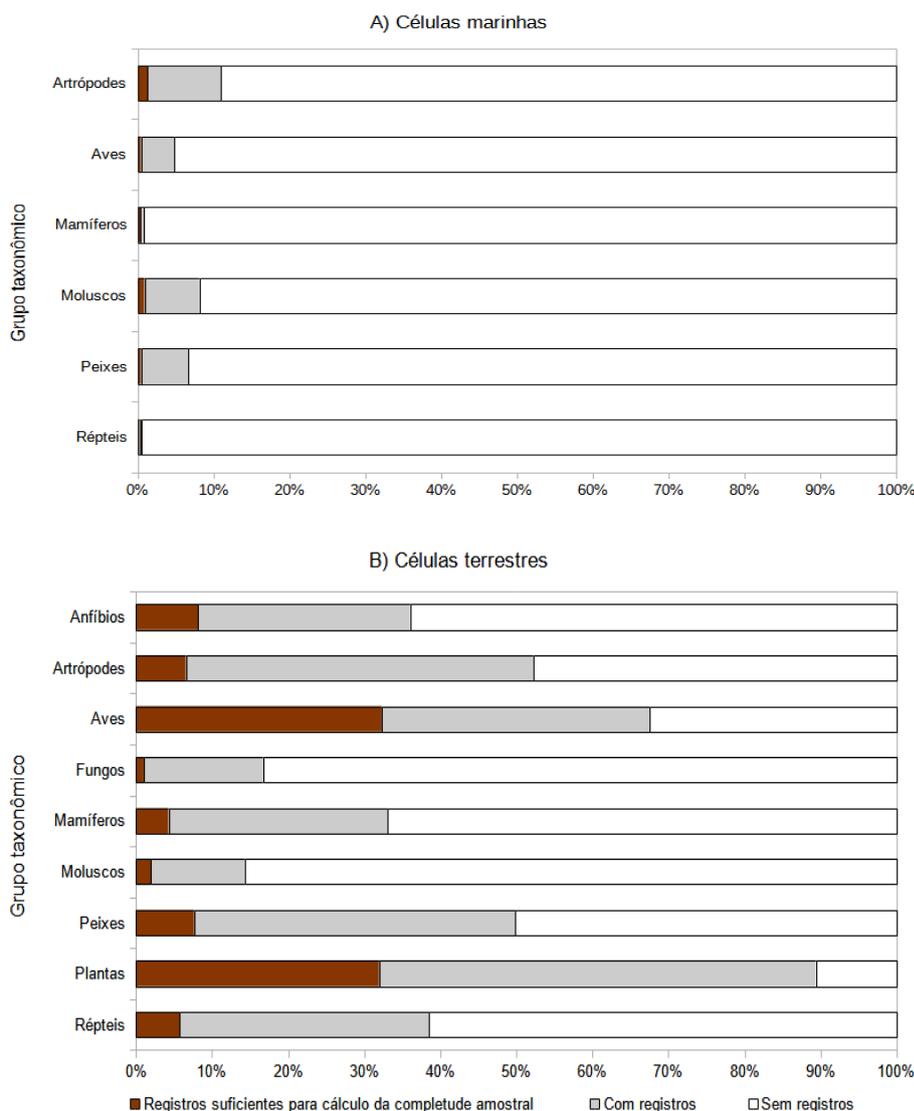
## Análise da distribuição dos registros de Nível 1

A distribuição dos registros e das demais métricas foi analisada em duas resoluções de grade - 50 x 50 km e 25 x 25 km. Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados na grade de 50 x 50 km. Os resultados na outra resolução podem ser observados nos arquivos *pdf* disponíveis para *download* na página desta publicação no portal do IBGE e também estão disponíveis para *download* em formato vetorial.

De um modo geral, há uma diferença considerável na distribuição de registros de biodiversidade entre células localizadas no mar e terrestres, sendo essas últimas mais bem estudadas e documentadas. Essa diferença se deve, possivelmente, à maior dificuldade de acesso e aos custos operacionais mais altos comparados aos levantamentos terrestres. Répteis e Mamíferos são os grupos com menor representatividade nas células marinhas (Gráfico 7A) e, nos demais grupos, a proporção das células sem nenhum registro foi próxima dos 90% (Gráfico 7A). Em todos os grupos, menos de 2% das células marinhas alcançaram o número mínimo de registros necessário para o cálculo da completude amostral (Gráfico 7A). Mesmo com os procedimentos adotados para seleção de uma quantidade mínima de registros, quando o número de amostras é muito baixo, como no caso das células marinhas de alguns grupos, o cálculo da completude amostral ainda pode resultar em valores enviesados.

Nas células terrestres, o percentual de células com registros apresentou grande variação entre os grupos, com cerca de 90% no caso das plantas e menos de 20% para os fungos e moluscos (Gráfico 7B). Analisando-se as células com quantidade de registros suficiente para o cálculo da completude amostral, destacam-se os grupos Aves e Plantas, ambos com cerca de 30% do total de células terrestres atingindo esse limiar (Gráfico 7B). Apesar do grupo dos Fungos possuir um número de células com registros maior do que os Moluscos, este último apresenta uma maior proporção de células com mais registros (Gráfico 7B), ou seja, os Moluscos têm uma maior concentração de registros em unidades espaciais específicas.

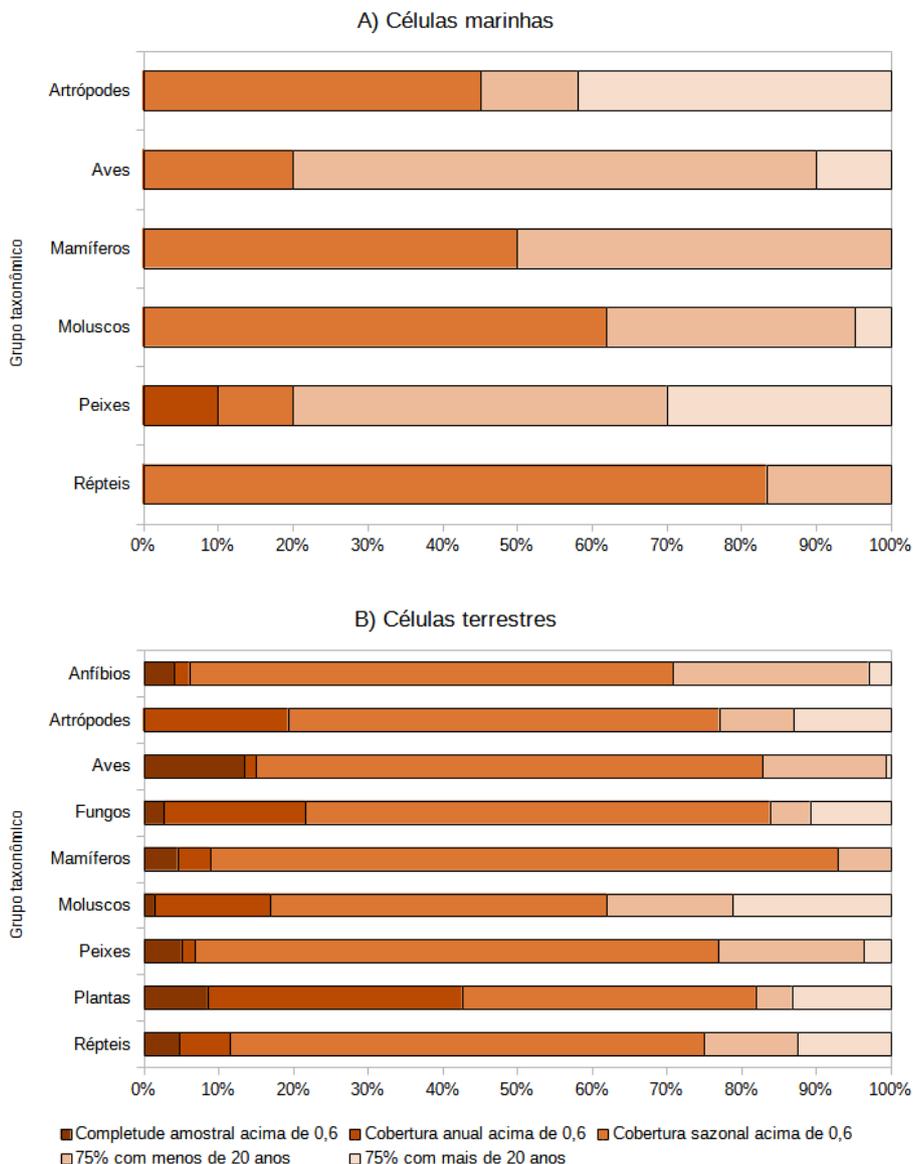
**Gráfico 7: Distribuição percentual das células da grade estatística de 50 x 50 km, de acordo com a presença e quantidade de registros, por grupo taxonômico. A) Células marinhas, B) Células terrestres**



Fonte: SiBBr. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MCTI, 2023. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: jan. 2023.

Dentre as células com número de registros considerado suficiente, observa-se, novamente, um claro contraste entre as células marinhas e terrestres (Gráfico 8). No mar, nenhum dos grupos apresenta células que satisfaçam os quatro critérios simultaneamente (registros recentes, com adequada cobertura sazonal e anual e boa cobertura amostral). Embora todos os grupos apresentem pelo menos algumas células com registros recentes e de boa cobertura sazonal, apenas no grupo dos Peixes se observam células que também atingem o critério de cobertura anual (Gráfico 8A).

**Gráfico 8: Distribuição percentual das células da grade estatística de 50 x 50 km com registros suficientes para o cálculo da completude amostral, de acordo com critérios de cobertura temporal e completude amostral, por grupo taxonômico. A) Células marinhas, B) Células terrestres**



Fonte: SiBBr. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MCTI, 2023. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: jan. 2023.

No ambiente terrestre a maioria dos grupos apresenta pelo menos algumas células que atingem todos os critérios: idade da maioria dos registros menor do que 20 anos, cobertura sazonal acima de 0,6, cobertura anual acima de 0,6 e completude amostral acima de 0,6 (Gráfico 8B). A única exceção são os artrópodes, que não possuem nenhuma célula com completude amostral acima de 60% e os demais critérios simultaneamente. Considerando todos os critérios, o grupo com maior número de células bem amostradas é o das Aves, seguido das Plantas e dos Peixes (Gráfico 8B), embora em nenhum desses grupos o percentual de células na categoria de melhor cobertura ultrapasse 15% do total de células do país.

Apesar de existirem particularidades em cada grupo (Cartogramas 1 a 9) alguns padrões espaciais se repetem. É notável, por exemplo, o viés geográfico, amplamente descrito na literatura (Meyer *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2016), primariamente associado a diferenças geográficas na facilidade de acesso, disponibilidade local de recursos e infraestrutura para pesquisa e comprometimento na disponibilização das informações (Meyer *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2016). Há também o chamado “viés de levantamento do taxonomista” (Troia; Mcmanamay, 2016), que se refere à tendência observada por Sastre e Lobo (2009) de as pesquisas se desenvolverem em locais onde o táxon de interesse é mais abundante ou diverso, garantindo sucesso na coleta do maior número possível de espécies (também chamado de “viés da riqueza” por esses últimos autores). Como pode ser observado nos mapas complementares disponíveis em *pdf* na página da publicação no portal do IBGE, algumas áreas de concentração de dados são comuns a todos os grupos por situarem-se nas proximidades de instituições de pesquisas ou de centros urbanos. Já no que se refere às áreas protegidas, as Unidades de Conservação - UC concentram muitos registros de plantas e aves, mas isso não se verifica para todos os grupos. De modo semelhante, há padrões comuns nas áreas em que são identificadas lacunas de observações em todos os grupos, mais notadamente em algumas áreas de difícil acesso na região amazônica. Mesmo entre as áreas protegidas ainda há uma significativa quantidade de células com poucos ou nenhum registro. Em Terras Indígenas - TI a quantidade de células sem informações é ainda maior em todos os grupos analisados, sobretudo naquelas mais isoladas geograficamente. No mar, os registros estão concentrados próximos à costa e às ilhas oceânicas. Esses vieses espaciais de amostragem, em grande parte resultantes de limitações logísticas e financeiras, bem como em função de desafios na identificação e amostragem de determinados grupos de organismos, acabam por agravar o chamado “déficit Wallaceano” (Hortal *et al.*, 2015), que diz respeito à falta de informações sobre a área de distribuição das espécies. Entretanto, tais vieses de amostragem evidenciam a necessidade de esforços coordenados de levantamentos para minimizar essas lacunas. Estratégias interessantes para o preenchimento de tais lacunas de informação podem ser a identificação de áreas prioritárias de amostragem e o estímulo continuado à colaboração e ao compartilhamento dos dados (Funk *et al.*, 2005; Hortal; Lobo, 2005; Costello *et al.*, 2013; Aranda *et al.*, 2015).

Quanto à idade dos registros, foi possível observar que a maioria das células da grade estatística possui registros recentes (até 10 anos) refletindo um aumento geral da produção de dados nos últimos anos, bem como a relativa facilidade em georreferenciá-los. As células com maiores proporções de registros mais antigos geralmente são observadas em áreas remotas, sugestivas de difícil acesso ou que podem ter sido profundamente alteradas.

Apesar da completude amostral refletir os padrões espaciais acima mencionados, ela variou substancialmente entre os grupos, expressando as diferenças relacionadas à intensidade de amostragem. Entre as métricas avaliadas, a completude amostral é a que mais leva em conta os padrões biológicos subjacentes a cada grupo (Chao; Colwell, 2017),

sendo influenciada não somente pelo esforço amostral em cada área, mas também pela diversidade local.

Observa-se no Cartograma 1 que os registros de anfíbios estão distribuídos em todos os biomas do país, mas se apresentam concentrados no Bioma Mata Atlântica. Esse bioma possui uma rica fauna de anfíbios (Toledo *et al.*, 2023). A maior parte das células apresenta registros com menos de 30 anos, embora sejam observadas células esparsas com registros mais antigos, especialmente nos estados de Mato Grosso e Minas Gerais. As células de maior completude amostral também se concentram na Mata Atlântica, com alguns conjuntos menores de células nos demais Biomas.

O grupo dos artrópodes, conhecido pela sua grande diversidade (Hamilton *et al.*, 2010), apresenta ampla distribuição no território brasileiro (Cartograma 2), sendo o grupo com o maior número de células marinhas amostradas (Gráfico 7A) e o terceiro grupo com maior número de células terrestres (Gráfico 7B). A distribuição temporal desses registros também mostra que a maior parte das células tem registros de até 20 anos (Cartograma 2). Destaca-se uma concentração de registros com idades entre 30 e 40 anos no Sudeste do Estado do Pará, e um número expressivo de células com registros com mais de 50 anos espalhadas por todo país, com uma concentração no sul do território marinho. Há células com boa completude amostral, dispersas em todas as regiões e biomas, porém em número muito baixo em relação ao total de células que possuem registros.

Os registros de ocorrência de aves apresentam ampla distribuição no país (Cartograma 3). Esse grupo foi o que apresentou o maior número de registros, sendo a maior parte provenientes de plataformas de Ciência Cidadã (Quadro 1). Também foi o grupo que apresentou o maior número de células com boa completude amostral, embora as áreas mais bem amostradas reproduzam os padrões espaciais observados na maioria dos outros grupos.

Os registros de fungos no Brasil apresentam uma distribuição com marcas concentradas em determinadas áreas, como no litoral das Regiões Nordeste, Sudeste e Sul e o centro do estado de Goiás e o Distrito Federal (Cartograma 4). Não é possível identificar prontamente relações com características ambientais, o que leva a crer que esse padrão possa refletir um viés histórico relacionado à localização dos grupos de pesquisa em micologia. Assim como nos demais grupos, boa parte das células tem registros recentes. Apenas 11 células apresentam completude amostral acima de 60%, e essas se localizam na Região Nordeste e no Pará.

A diversidade de espécies de mamíferos no Brasil não está bem refletida na quantidade de registros, a segunda menor entre os grupos analisados (Tabela 1). Assim como nos demais grupos taxonômicos, a maior parte das células possui observações recentes. A localização das células com maior completude amostral, assim como no caso dos fungos, pode estar associada à presença de instituições e grupos de pesquisa, além de projetos específicos de levantamento em algumas áreas (Cartograma 5).

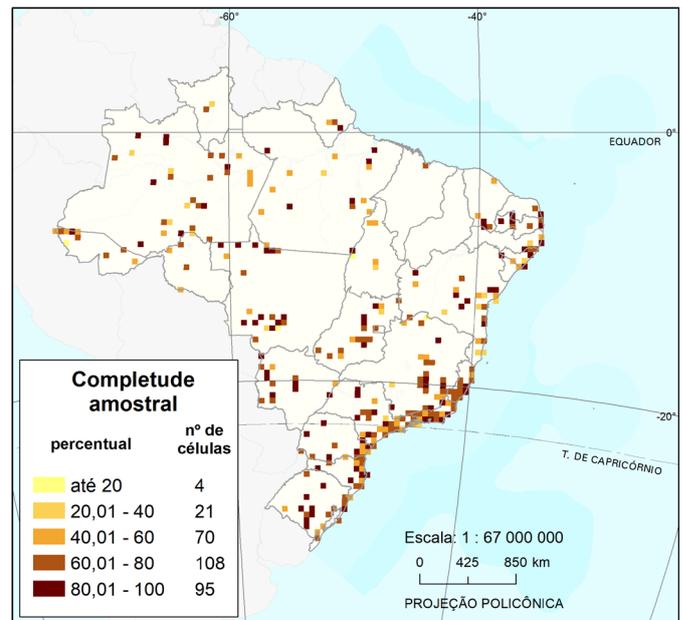
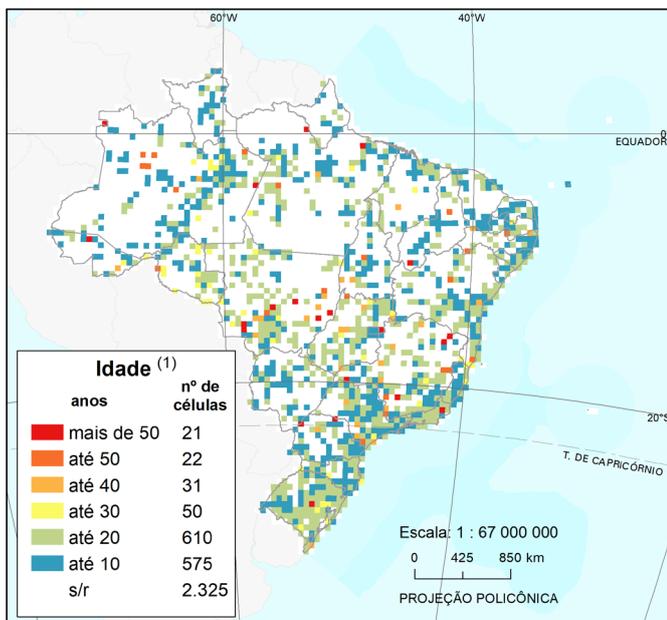
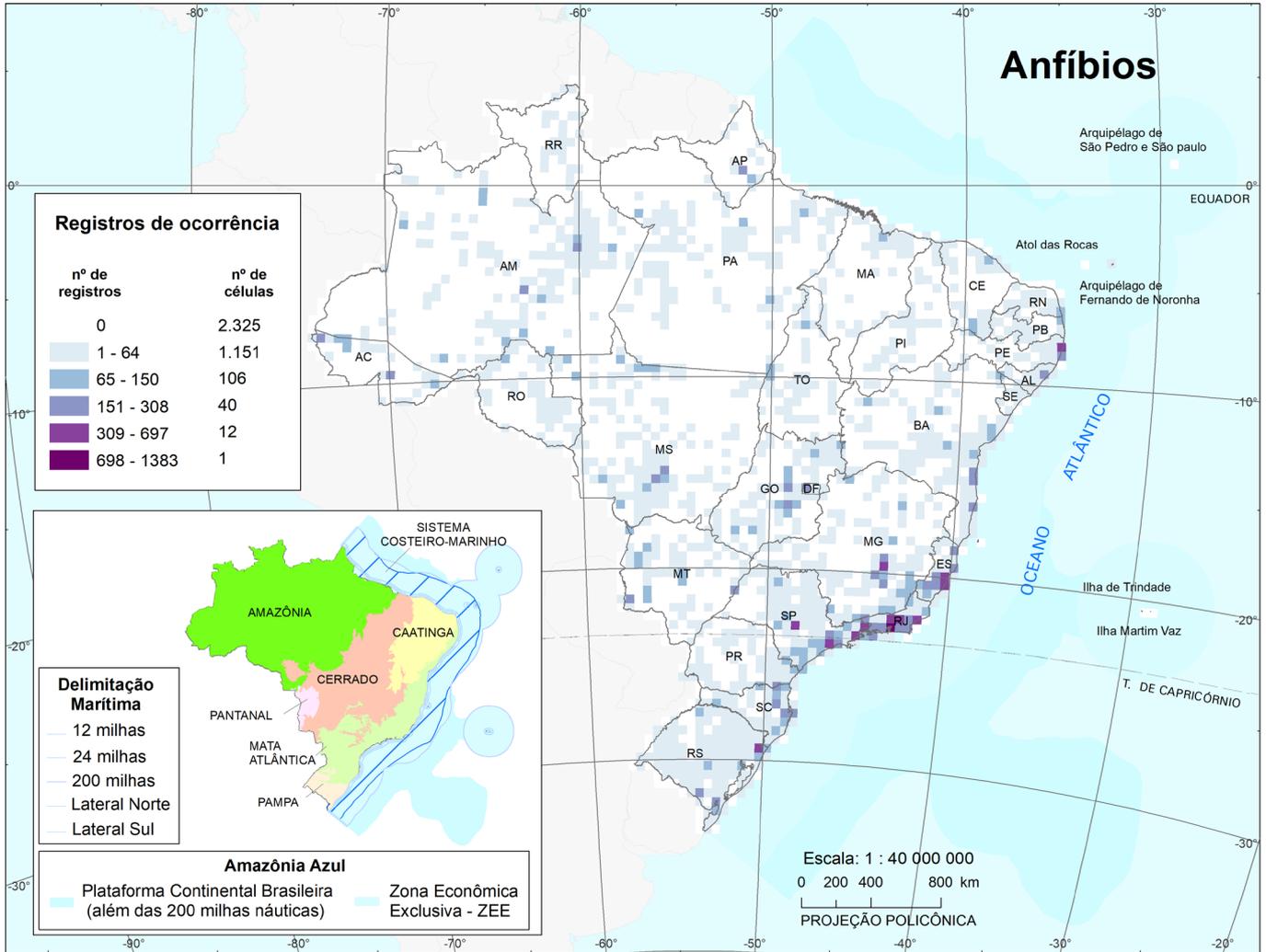
O grupo dos moluscos foi o que apresentou, proporcionalmente, a maior quantidade de células sem registros e com registros mais antigos. A maior parte das células com maior densidade de coletas estão concentradas no litoral (Cartograma 6), assim como as poucas células com completude amostral acima de 60%.

Os registros de ocorrência de peixes se concentram na região costeira e ao longo de alguns dos grandes rios da Amazônia (Cartograma 7). As células com registros antigos se concentram principalmente no mar, especialmente na costa do Amapá e Pará e nas proximidades das ilhas oceânicas. As células mais bem amostradas estão na Amazônica e nas Regiões Sul e Sudeste, tanto no litoral quanto no interior.

O grupo das plantas, o segundo maior em número de registros (Tabela 1), apresenta ampla distribuição ao longo do território, porém com nítidas concentrações (Cartograma 8). Células localizadas em áreas de serras e chapadas são um desses destaques, além de em áreas de Unidades de Conservação. O cartograma de idade dos registros mostra que a maior parte das células com registros antigos está concentrada na Região Norte e em parte da Região Centro-Oeste. Apenas cinco células apresentam completude amostral acima de 80%, embora a quantidade de células na classe de 60 a 80% seja expressiva.

As células com maior número de registros de répteis assim como aquelas com maior completude amostral desse grupo apresentam uma concentração em áreas específicas, como nos litorais da Região Sudeste e do estado do Rio Grande do Sul (Cartograma 9). A prevalência de células que contêm apenas registros relativamente antigos (11 anos ou mais) é maior do que a observada na maioria dos grupos, com uma concentração de registros com mais de 50 anos de idade no interior de São Paulo. Apesar disso, a maior parte dos estados e todos os biomas apresentam algumas células com boa completude amostral.

**Cartograma 1: Número, idade e completude amostral dos registros de Nível 1 de anfíbios - Brasil - 1834-2020**

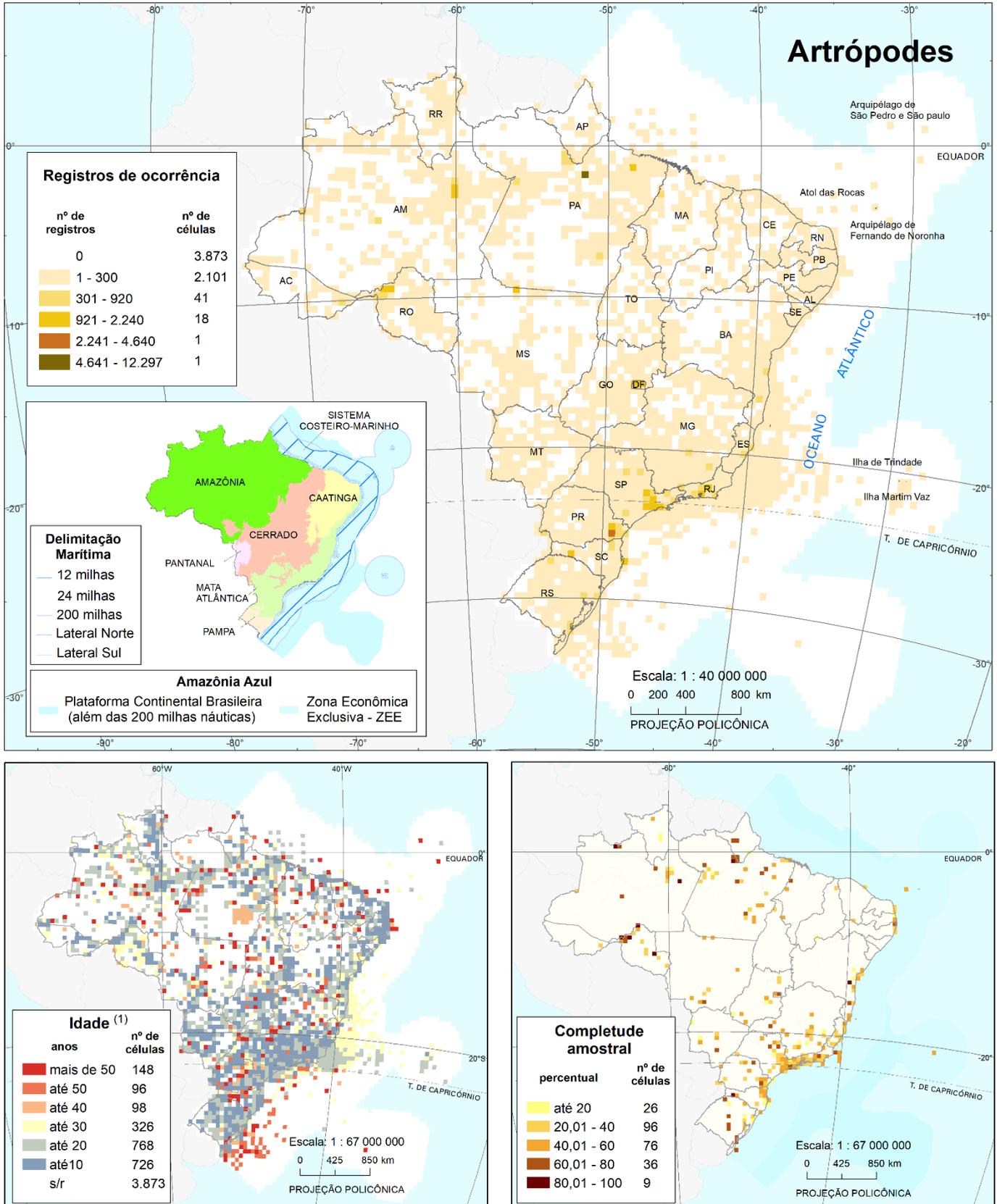


Fonte: SiBBr. Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira. Brasília: MCTI, 2022. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: dez. 2022.

Notas: 1. Agregação das informações em grade com células de 50 km x 50 km. 2. No cartograma de Completude amostral são mostradas apenas as células que possuem a quantidade mínima de registros. 3. s/r = Sem registros. 4. Quebras de classes de todas as variáveis definidas através do método de quebras naturais.

(1) Terceiro quartil da idade dos registros na célula

**Cartograma 2: Número, idade e completude amostral dos registros de Nível 1 de artrópodes - Brasil - 1693-2022**

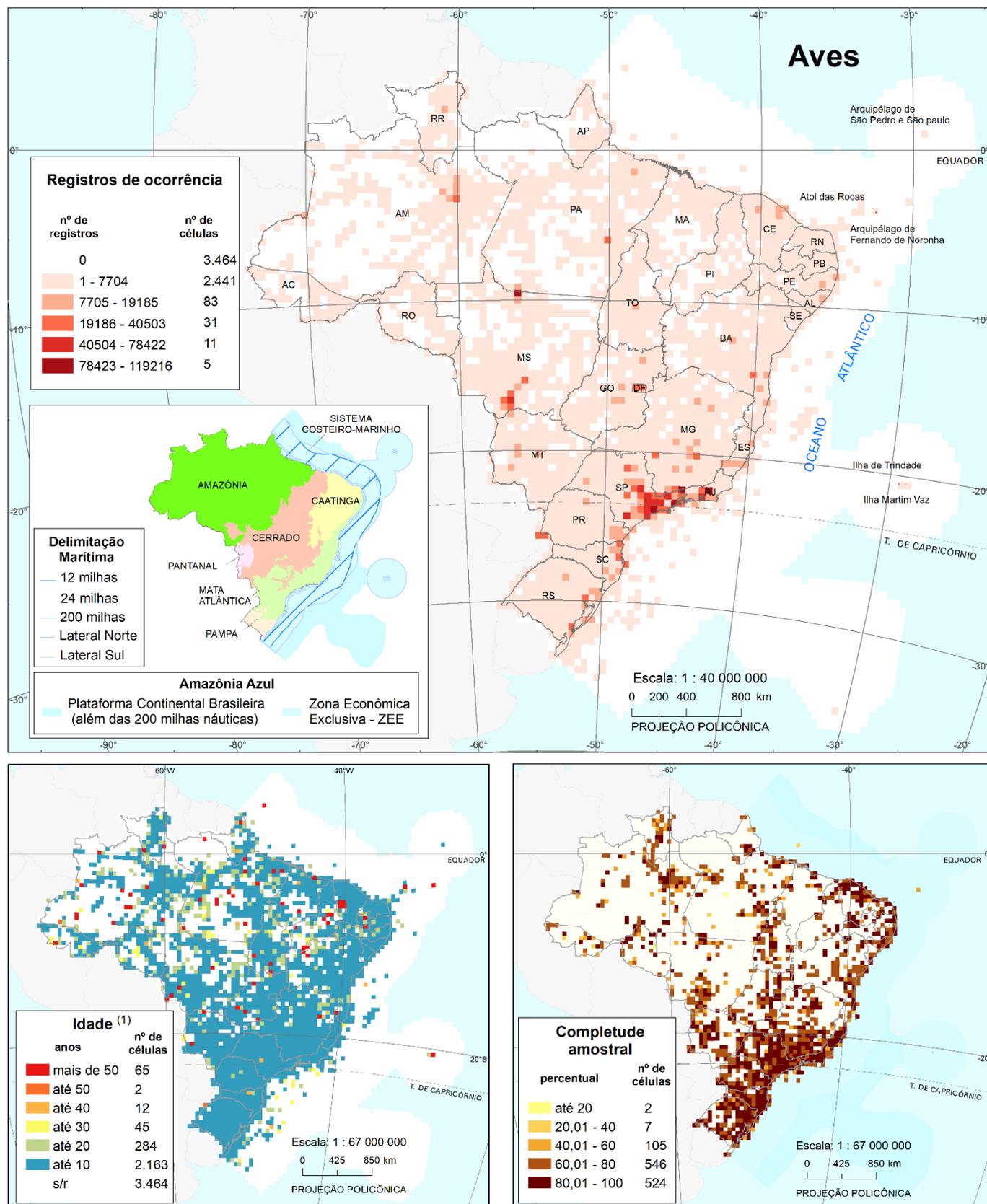


Fonte: SiBBr. Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira. Brasília: MCTI, 2022. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: dez. 2022.

Notas: 1. Agregação das informações em grade com células de 50 km x 50 km. 2. No cartograma de Completude amostral são mostradas apenas as células que possuem a quantidade mínima de registros. 3. s/r = Sem registros. 4. Quebras de classes de todas as variáveis definidas através do método de quebras naturais.

(1) Terceiro quartil da idade dos registros na célula

**Cartograma 3: Número, idade e completude amostral dos registros de Nível 1 de aves - Brasil - 1819-2022**

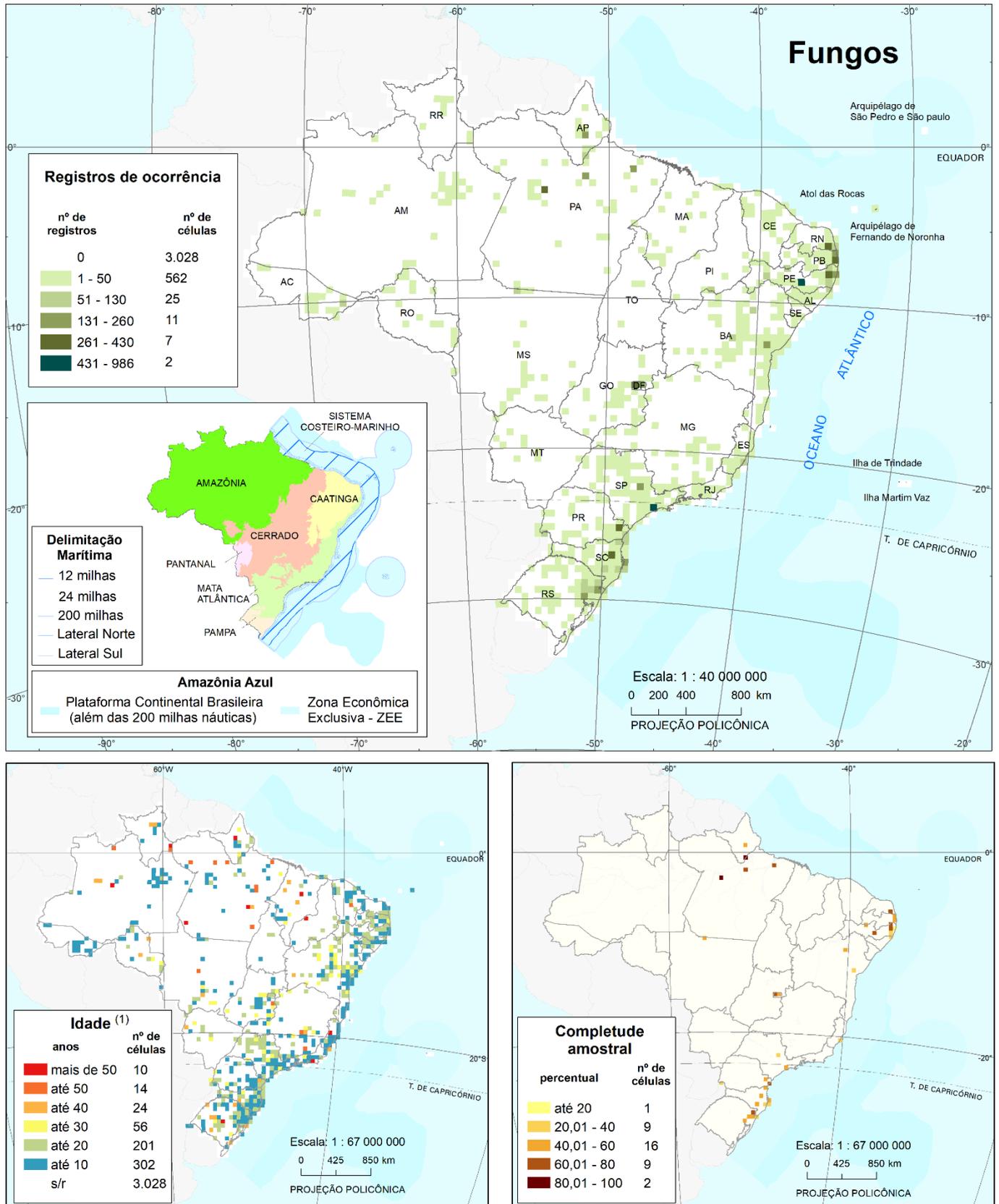


Fonte: SiBBr. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MCTI, 2022. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: dez. 2022.

Notas: 1. Agregação das informações em grade com células de 50 km x 50 km. 2. No cartograma de Completude amostral são mostradas apenas as células que possuem a quantidade mínima de registros. 3. s/r = Sem registros. 4. Quebras de classes de todas as variáveis definidas através do método de quebras naturais.

(1) Terceiro quartil da idade dos registros na célula

**Cartograma 4: Número, idade e completude amostral dos registros de Nível 1 de fungos - Brasil - 1826-2021**

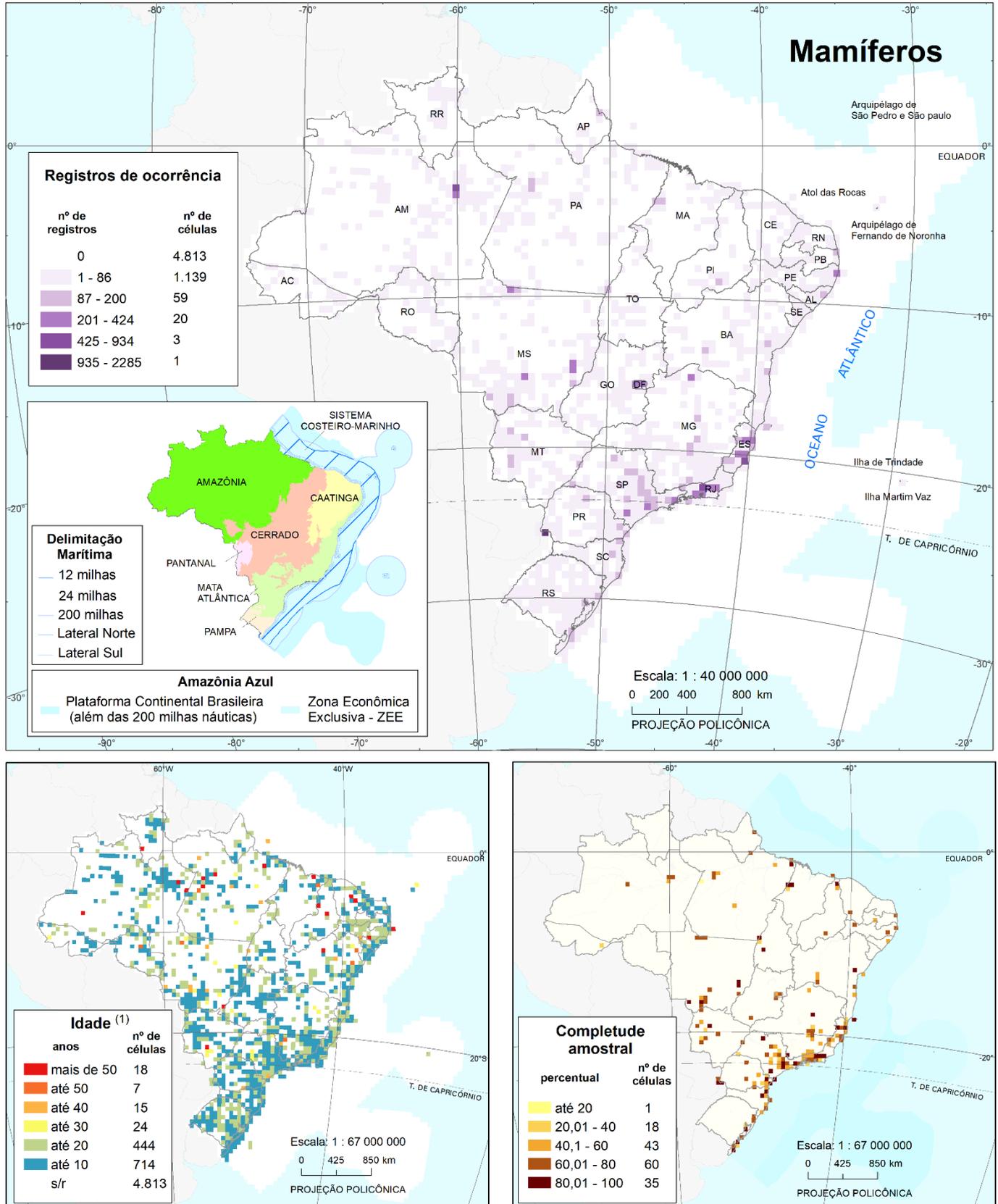


Fonte: SiBBr. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MCTI, 2022. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: jan. 2023.

Notas: 1. Agregação das informações em grade com células de 50 km x 50 km. 2. No cartograma de Completude amostral são mostradas apenas as células que possuem a quantidade mínima de registros. 3. s/r = Sem registros. 4. Quebras de classes de todas as variáveis definidas através do método de quebras naturais.

(1) Terceiro quartil da idade dos registros na célula

**Cartograma 5: Número, idade e completude amostral dos registros de Nível 1 de mamíferos - Brasil - 1807-2022**

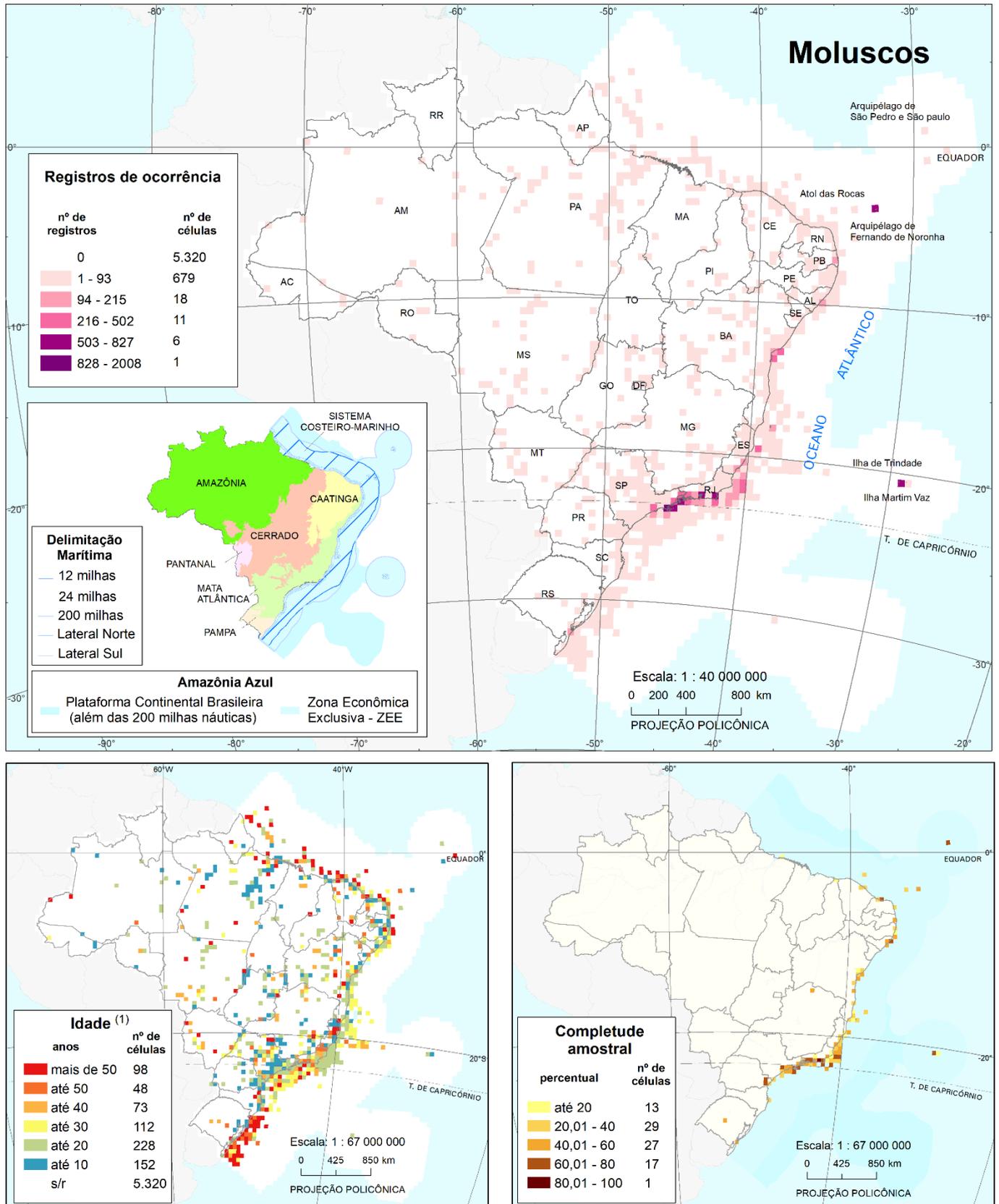


Fonte: SiBBr. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MCTI, 2022. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: dez. 2022.

Notas: 1. Agregação das informações em grade com células de 50 km x 50 km. 2. No cartograma de Completude amostral são mostradas apenas as células que possuem a quantidade mínima de registros. 3. s/r = Sem registros. 4. Quebras de classes de todas as variáveis definidas através do método de quebras naturais.

(1) Terceiro quartil da idade dos registros na célula

**Cartograma 6: Número, idade e completude amostral dos registros de Nível 1 de moluscos - Brasil - 1862-2019**

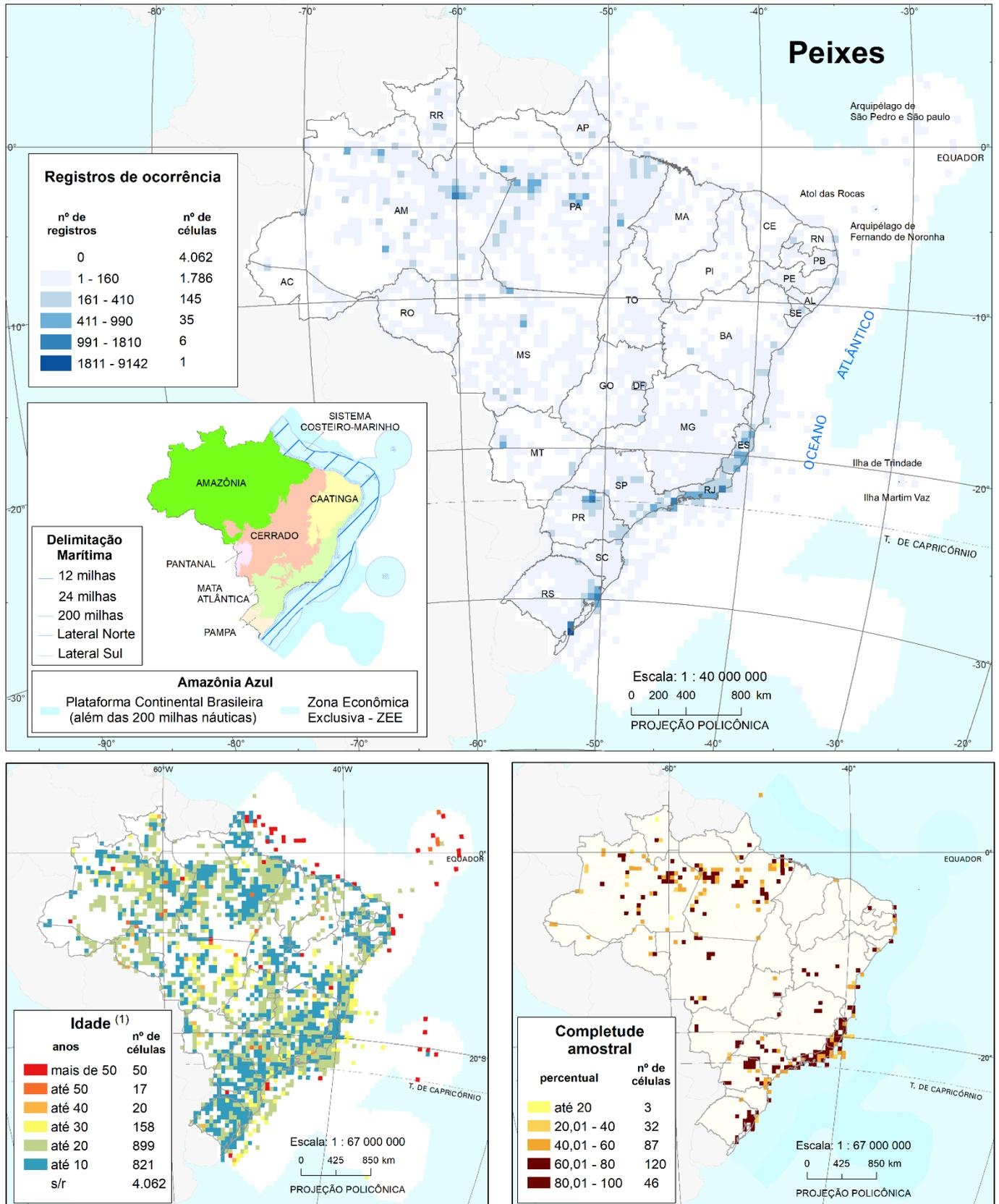


Fonte: SiBBr. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MCTI, 2022. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: jan. 2023.

Notas: 1. Agregação das informações em grade com células de 50 km x 50 km. 2. No cartograma de Completude amostral são mostradas apenas as células que possuem a quantidade mínima de registros. 3. s/r = Sem registros. 4. Quebras de classes de todas as variáveis definidas através do método de quebras naturais.

(1) Terceiro quartil da idade dos registros na célula

**Cartograma 7: Número, idade e completude amostral dos registros de Nível 1 de peixes - Brasil - 1859-2022**

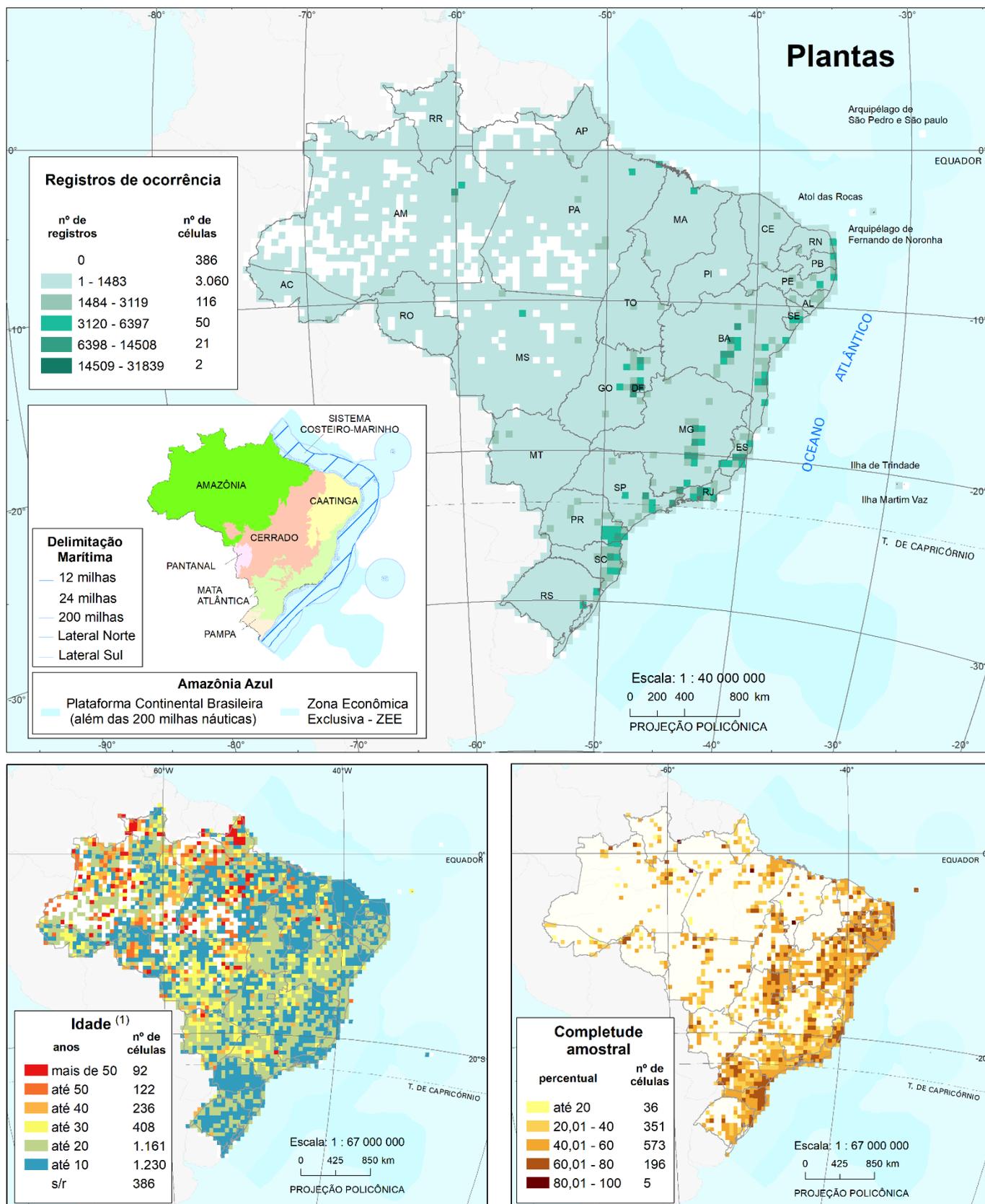


Fonte: SiBBr. Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira. Brasília: MCTI, 2022. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: dez. 2022.

Notas: 1. Agregação das informações em grade com células de 50 km x 50 km. 2. No cartograma de Completude amostral são mostradas apenas as células que possuem a quantidade mínima de registros. 3. s/r = Sem registros. 4. Quebras de classes de todas as variáveis definidas através do método de quebras naturais.

(1) Terceiro quartil da idade dos registros na célula

**Cartograma 8: Número, idade e completude amostral dos registros de Nível 1 de plantas - Brasil - 1669-2022**

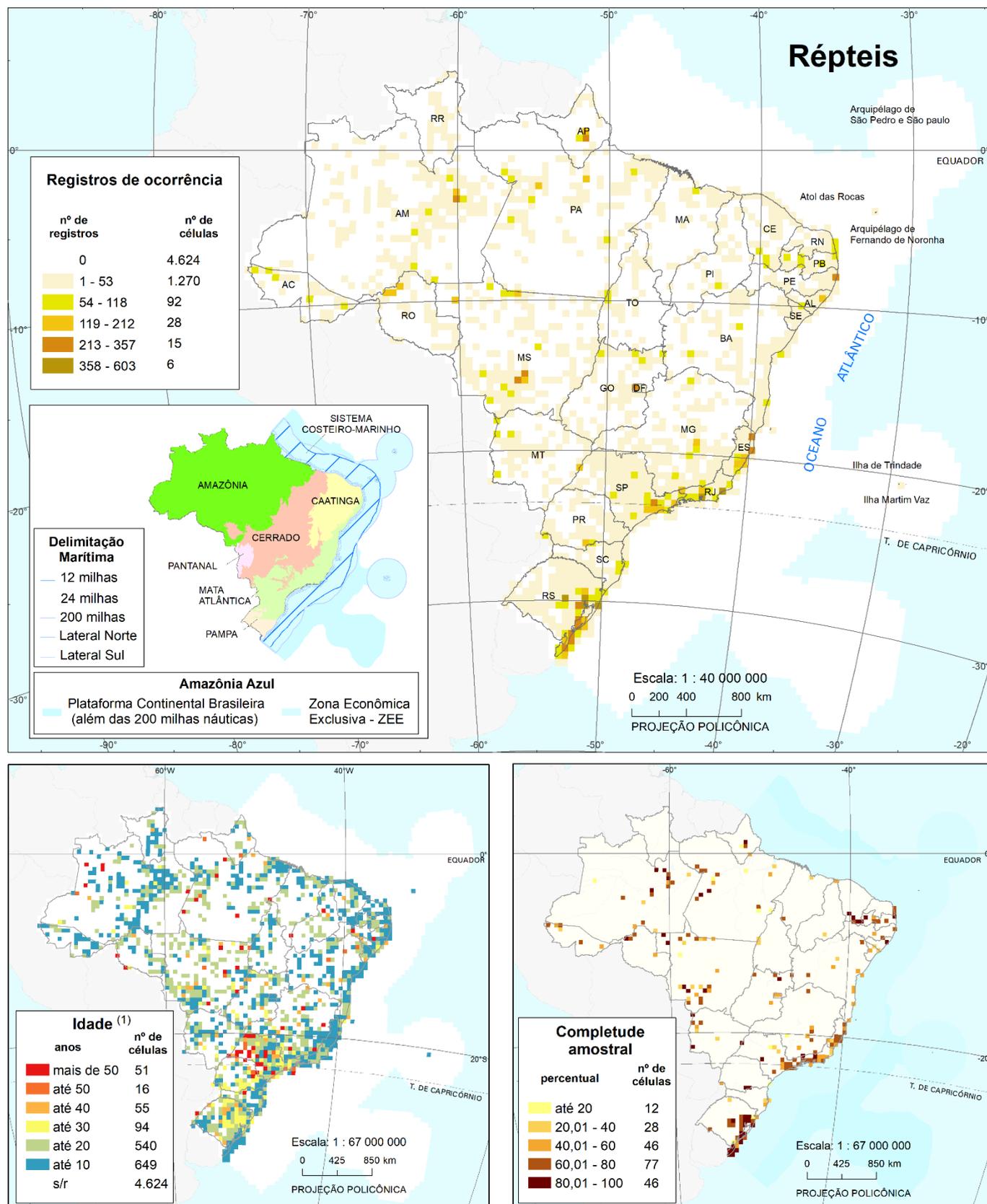


Fonte: SiBBr. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MCTI, 2022. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: dez. 2022.

Notas: 1. Agregação das informações em grade com células de 50 km x 50 km. 2. No cartograma de Completude amostral são mostradas apenas as células que possuem a quantidade mínima de registros. 3. s/r = Sem registros. 4. Quebras de classes de todas as variáveis definidas através do método de quebras naturais.

(1) Terceiro quartil da idade dos registros na célula

**Cartograma 9: Número, idade e completude amostral dos registros de Nível 1 de répteis - Brasil - 1826-2022**



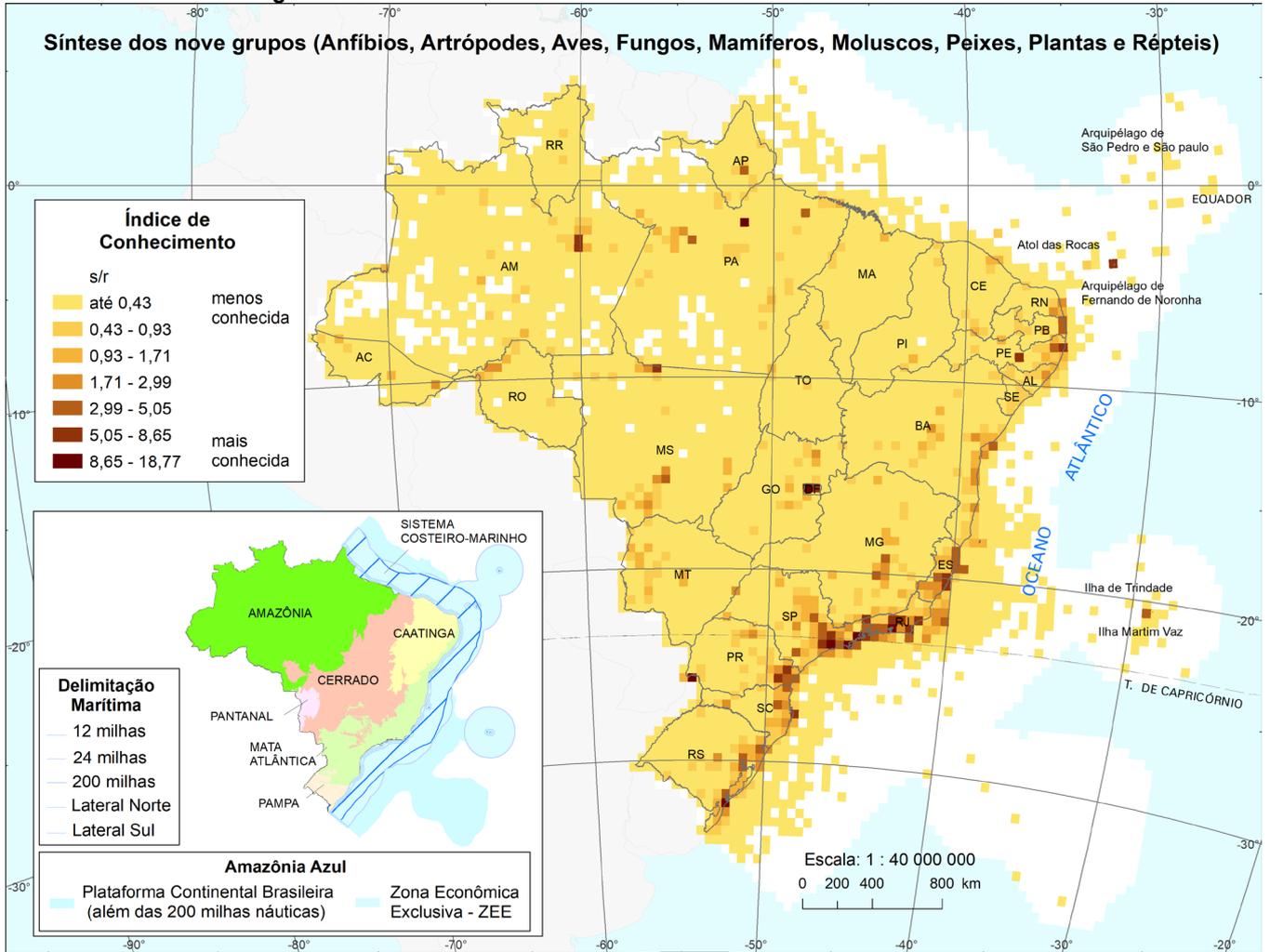
Fonte: SiBBr. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MCTI, 2022. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: dez. 2022.

Notas: 1. Agregação das informações em grade com células de 50 km x 50 km. 2. No cartograma de Completude amostral são mostradas apenas as células que possuem a quantidade mínima de registros. 3. s/r = Sem registros. 4. Quebras de classes de todas as variáveis definidas através do método de quebras naturais.

(1) Terceiro quartil da idade dos registros na célula

O Cartograma 10 apresenta o índice de conhecimento da biodiversidade. Esse índice caracterizou cada célula quanto à idade e à quantidade dos registros nela contidos considerando os registros dos nove grupos taxonômicos de forma conjunta. Destacam-se locais mais bem conhecidos, onde há áreas com boa amostragem na maioria dos grupos que, como esperado, refletem o padrão gerado pelos vieses de amostragem notados para os grupos individualmente. No entanto, como os registros não são uniformemente distribuídos, mesmo as células mais conhecidas podem conter vazios de informação, já que a concentração de registros depende da escala de análise e do propósito da pesquisa. Ressalta-se que isso também se aplica aos padrões descritos nas análises por Unidade da Federação, uma vez que existem nítidas concentrações em áreas específicas tanto nos estados com altas densidades de registros, quanto nos demais. Essa análise integrada também permite destacar as células que não possuem quaisquer registros de nenhum dos nove grupos, que se encontram principalmente nas áreas mais isoladas da Amazônia e no mar. Cerca de 81% das células marinhas não possuem nenhum registro de ocorrência, assim como cerca de 6% das células terrestres. O índice de conhecimento da biodiversidade pode ser uma ferramenta valiosa para identificar áreas pouco estudadas ou com registros antigos de biodiversidade. Sua utilização pode auxiliar na priorização de esforços de pesquisa e conservação, direcionando recursos para preencher lacunas de conhecimento.

**Cartograma 10: Índice de conhecimento da Biodiversidade - Brasil – 1656-2023**



Fonte: SiBBr. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MCTI, 2022. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: dez. 2022.

Notas: 1. Agregação das informações em grade com células de 50 km x 50 km. 2. Quebras de classes definidas através do método de quebras naturais.

## Análises complementares

Nas análises complementares foram testadas diferentes formas de aumentar a integridade dos dados, para as três dimensões de informação. Esses testes adicionais exemplificam três aspectos passíveis de melhorias contínuas nas diferentes etapas da coleta, publicação e disponibilização dos dados.

Na dimensão taxonômica, foi abordada a possibilidade de incremento de registros a partir da consulta a bancos de referência adicionais. Para esse fim, foi realizada a harmonização taxonômica dos nomes científicos originalmente fornecidos pelos publicadores para os registros que não haviam sido reconhecidos na taxonomia de referência utilizada pelo SiBBr, que foi produzida a partir dos catálogos nacionais em sua versão de 2019. Foi utilizado o módulo disponível no pacote *bdc* que apresenta ferramentas para correção de erros de grafia e sugestão dos nomes corretos válidos a partir de cruzamento com um banco de referência. Nessa análise foi utilizado o banco do GBIF<sup>24</sup>, que concatena informações taxonômicas de diversas fontes globais. Verificou-se que o percentual de registros identificados aumentaria, substancialmente, na maioria dos grupos (Tabela 3). A harmonização taxonômica é um dos principais desafios na consolidação de registros de biodiversidade com múltiplas procedências. A taxonomia é um campo do conhecimento muito dinâmico e complexo e, muitas vezes, as atualizações nomenclaturais e divergências nas classificações adotadas por diferentes grupos de pesquisa podem dificultar a compatibilização das informações. Os registros adicionalmente reconhecíveis apresentados nessa análise possivelmente se referem a espécies exóticas ao Brasil, que são menos representadas nos catálogos nacionais da Flora e Fauna apesar de sua potencial importância, como no caso das espécies exóticas invasoras.

**Tabela 3: Resultado da classificação taxonômica executada pelo SiBBr, e pelo pacote *bdc* (usando a árvore de referência da GBIF), segundo os grupos taxonômicos**

Grupo	Proporção dos registros cujo nome fornecido foi validado em espécie (ou infra) - SiBBr (%)	Proporção dos registros classificados em espécie (ou infra) após harmonização adicional - SiBBr + GBIF (%)
<b>Total</b>	<b>76,0</b>	<b>85,9</b>
Anfíbios	70,4	81,1
Artrópodes	39,6	43,5
Aves	92,4	98,8
Fungos	28,3	54,4
Mamíferos	64,4	70,2
Moluscos	48,1	68,5
Peixes	66,8	72,7
Plantas	65,9	82,1
Répteis	75,3	87,1

Fonte: SiBBr. "Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira. Brasília: MCTI, 2023.

Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: jan. 2023.

<sup>24</sup> Versão 2022. Para informações mais detalhadas sobre o tema, consultar: <https://www.gbif.org/dataset/d7dddbf4-2cf0-4f39-9b2a-bb099caae36c>

Outro ponto que poderia diminuir a usabilidade dos dados é a multiplicidade de registros em uma mesma coordenada geográfica, que pode indicar alguma imprecisão, não detectada pelos testes executados nesse estudo. A multiplicidade de registros é pequena em vários grupos, mas importante em artrópodes e muito grande em aves (Tabela 4). Esses padrões podem ser resultantes de um viés de levantamento do taxonomista, como ressaltam Troia e McManamay (2016) e precisam ser conhecidos e considerados ao analisar um conjunto de dados já que esse tipo de “redundância” poderia, em alguma medida, afetar o desempenho de modelos preditivos quando aplicados em outras regiões. Muitas vezes os dados obtidos em grandes áreas, como Unidades de Conservação ou propriedades rurais com áreas preservadas, são registrados em coordenadas únicas referentes à sua portaria ou sede. Apesar da existência de campos específicos nos padrões de metadados de biodiversidade para registro da precisão associada às coordenadas de um registro, que estão disponíveis no SiBBr, ainda é raro que essas informações sejam fornecidas pelos publicadores, na maioria dos casos. Com esse tipo de informação seria possível a realização de análises para quantificação da incerteza associada às coordenadas e aos resultados associados (Tessarolo *et al.* 2021). Dessa forma é importante se pensar em estratégias para conscientização e capacitação dos produtores e publicadores de dados para melhor documentação dos metadados dos registros.

**Tabela 4: Registros considerados múltiplos (mais de 1000 ocorrências em uma mesma coordenada), por grupo**

Grupo	Registros múltiplos	Percentual do total (%)
<b>Total</b>	<b>6 645 485</b>	<b>30,18</b>
Anfíbios	29 222	8,28
Artrópodes	387 469	18,28
Aves	5 917 951	54,86
Fungos	18 864	8,08
Mamíferos	12 372	6,45
Moluscos	2 163	1,29
Peixes	15 519	3,48
Plantas	251 787	3,38
Répteis	10 138	3,55

Fonte: SiBBr. "Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira. Brasília: MCTI, 2023. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: jan. 2023.

Em relação à dimensão temporal, foi analisada a possibilidade de melhoria no processamento dos dados fornecidos, a partir da análise visual e interpretação humana de uma amostra das informações originais. A ocorrência de registros sem informação de data se deve a dificuldades no processamento dos valores fornecidos originalmente, em proporções geralmente baixas do total de registros (Tabela 5). À exceção dos mamíferos e peixes, o percentual de registros recuperáveis foi abaixo de 0,05 % (Tabela 5). As falhas no processamento de campos bem definidos, como a data da coleta, em geral se devem a erros nos dados fornecidos (problemas na formatação, correspondência equivocada de campos etc.).

**Tabela 5: Estimativa de registros com data recuperável**

Grupo	Sucesso de correção na amostra (%)	Registros com falha somente em data de coleta	Projeção do número de registros corrigíveis	Percentual de registros recuperáveis (% do total)
<b>Total</b>		<b>191 715</b>	<b>37 144</b>	<b>0,17</b>
Anfíbios	0,00	2 885	-	0,00
Artrópodes	19,74	48 873	9 648	0,46
Aves	0,00	29 208	-	0,00
Fungos	11,95	2 169	259	0,11
Mamíferos	43,38	9 847	4 271	2,23
Moluscos	0,26	2 402	6	0,00
Peixes	57,14	39 225	22 414	5,03
Plantas	1,04	52 477	545	0,01
Répteis	0,00	4 629	-	0,00

Fonte: SiBBr. "Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira. Brasília: MCTI, 2023. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: jan. 2023.

## Considerações finais

A qualidade de um conjunto de dados depende de diversos fatores, como a presença ou ausência de erros ou incompletudes em cada domínio considerado. No presente estudo, foram avaliadas e discutidas as principais limitações em relação à completude dos dados em termos das dimensões taxonômica, espacial e temporal dos registros de ocorrência de espécies disponíveis na plataforma SiBBr.

A classificação dos registros em três diferentes níveis de completude foi a estratégia adotada para lidar com as múltiplas possibilidades de combinações de completude e integridade dos registros. Considerando os nove grupos analisados, embora haja variação entre eles, a ausência de coordenadas foi a principal limitação para inclusão dos registros no Nível 1 de completude, seguida pela indeterminação taxonômica em nível de espécie, registros redundantes e falta de informação da data dos registros. Informações de localização podem, entretanto, ser complementadas a partir das localidades, quando bem descritas. Em todos os casos, é importante promover a padronização nos métodos de coleta e documentação de dados de biodiversidade, incentivando a inclusão de informações completas e precisas nos registros.

A análise dos dados permitiu identificar vazios e concentrações de registros entre os diferentes grupos de espécies, além de fornecer informações sobre a qualidade dos

dados disponíveis até o momento. A utilização de métricas de fácil implementação, como a completude amostral e a análise da idade e frequência dos registros, possibilitou evidenciar os locais e grupos mais carentes de dados. Essas informações podem contribuir para definir prioridades e estratégias para futuros levantamentos, evitando a duplicação de esforços e otimizando os esforços de coleta e o custo/benefício da produção desses dados.

A avaliação dos grupos de forma simultânea e sua espacialização permitiu uma avaliação objetiva da necessidade de dados primários para a maioria dos grupos analisados, mas revelou diferenças consideráveis entre eles. Além da quantidade de registros, a completude das informações taxonômica e temporal também variaram. Enquanto aves e plantas, por serem mais facilmente detectados e coletados, apresentaram uma maior quantidade e melhor distribuição dos registros nas diferentes dimensões analisadas, artrópodes, moluscos e fungos, tiveram uma amostragem menos representativa. Enquanto os registros de plantas provêm sobretudo de coleções biológicas, os dados de Ciência Cidadã tiveram uma contribuição significativa para a obtenção de muitos registros de aves. No entanto, é importante ressaltar que as identificações taxonômicas em nível de espécie nesses registros podem variar em termos de precisão e confiabilidade, uma vez que são fornecidos por observadores não especialistas. Para lidar com essa questão, muitas iniciativas de Ciência Cidadã incentivam os participantes a fornecerem registros fotográficos ou outras formas de evidência para apoiar suas observações. De modo similar, a forma como as coordenadas são coletadas e a precisão dos equipamentos utilizados pode variar muito entre os diferentes produtores de dados, o que idealmente deveria ser anotado nos registros de modo que as imprecisões associadas pudessem ser adequadamente tratadas no processamento dos dados. Essas diferenças ressaltam a necessidade de ajustar estratégias de amostragem para garantir a representatividade de todos os grupos de espécies na coleta de novos dados. Os cartogramas enfatizam ainda o quanto os táxons continentais são mais bem documentados que táxons marinhos. Isso ficou evidente ao contrastar as diferentes métricas para células do mar e da terra revelando vazios de informação, temporais, espaciais e taxonômicos.

É fato que a nossa visão sobre a biodiversidade é enviesada, em parte, pela incompletude da informação e pelas diferenças amostrais entre grupos taxonômicos e regiões geográficas. Embora diferentes técnicas e abordagens possam ser aplicadas para melhor aproveitamento dos dados disponíveis, o esforço para a produção e curadoria de dados primários de biodiversidade continua sendo fundamental.

A presença de dados com informações incompletas está relacionada a muitos fatores que vão desde a ausência de informação na origem do dado, passando por erros acumulados durante o processo de informatização até a decisão de não compartilhar a informação completa. Além disso, os dados procedem de fontes diversas, coletadas sob diferentes objetivos, com diferentes níveis de detalhes e incertezas o que acrescenta complexidade ao desafio de se dispor de uma plataforma que organize e disponibilize essas informações e suas características e metadados. Dados imprecisos, incompletos ou incorretos podem levar a conclusões errôneas e ações inadequadas para a conservação da biodiversidade. Por isso, é essencial garantir que os dados sejam coletados, armazenados e gerenciados de maneira cuidadosa e precisa. Isso inclui a utilização de protocolos padronizados para a coleta de dados, a verificação e validação dos dados

coletados e a documentação adequada de quaisquer discrepâncias ou erros encontrados. É recomendável, também, adotar procedimentos que evitem ou minimizem a introdução de erros no banco de dados, bem como documentar o nível de precisão das informações. Um exemplo disso é a utilização de listas de referência taxonômica frequentemente atualizadas, que reduzem os erros de entrada e permitem a harmonização da nomenclatura. Em alguns casos, é possível corrigir falhas com diferentes níveis de precisão, a partir de procedimentos que devem ser devidamente documentados. A utilização e gestão de bancos de dados pode ser um aspecto relativamente novo e desconhecido por parte da comunidade de produtores de dados primários de biodiversidade, o que torna ainda mais complexos os desafios intrínsecos ao gerenciamento e documentação do crescente volume de dados, provenientes de uma grande variedade de fontes em velocidades cada vez maiores.

A capacidade dos dados de representar bem os padrões da biodiversidade brasileira depende de um esforço coordenado que envolve tanto a utilização eficiente das pesquisas prévias quanto o planejamento eficiente de novos levantamentos, dada a disponibilidade de recursos humanos e financeiros. Para isso, é fundamental o compartilhamento de dados entre pesquisadores, a fim de identificar e preencher lacunas no conhecimento, tendo em mente que coberturas espaciais e taxonômicas podem ser melhoradas se houver recursos disponíveis, mas lacunas temporais são mais difíceis de serem preenchidas. Além disso, técnicas de modelagem ecológica, por exemplo, permitem a análise da relação entre as ocorrências de espécies e informações auxiliares sobre condições ambientais, que são potencialmente mais fáceis de monitorar. O uso de técnicas de sensoriamento remoto, por exemplo, tem permitido um monitoramento mais contínuo dessas variáveis, fornecendo indicadores sobre a condição da biodiversidade com uma resolução temporal e recobrimento espacial mais detalhados.

O diagnóstico apresentado aqui não é exaustivo. Apesar de ter buscado contemplar diferentes dimensões da informação e múltiplos testes de qualidade, algumas limitações dos dados ainda não são detectáveis com as ferramentas utilizadas. Erros na determinação taxonômica dos registros, por exemplo, podem não ser facilmente percebidos. Informações auxiliares, como o tipo de habitat e distribuição de cada táxon, podem ser adotadas em casos específicos, além de informações sobre o determinador do registro como forma de estimar sua confiabilidade. O cálculo de algumas métricas valeu-se da definição de limiares cuja escolha pode afetar sua interpretação. Ademais, as métricas adotadas no presente trabalho, como a completude amostral, ainda podem estar sujeitos a vieses intrínsecos aos dados. Portanto, o valor do conjunto de dados dependerá do olhar do usuário em relação aos objetivos do estudo e sua quantidade e qualidade dependerão da área, da escala, do grupo taxonômico e do período analisado.

É importante destacar que o processo de registro de dados no SiBBR é contínuo e encontra-se em andamento. De acordo com um diagnóstico das coleções, elaborado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação<sup>25</sup>, até o momento, apenas 32% das coleções estão publicadas no banco. Adicionalmente, dados de evento de amostragem, como aqueles produzidos em projetos de pesquisa, são ainda poucos publicados, apesar de serem essenciais, pois representam coletas mais atuais e com protocolos bem definidos.

---

<sup>25</sup> Notícia na página do MCTI. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2023/03/com-diagnostico-inedito-mcti-obtem-panorama-das-colecoes-biologicas-cientificas-brasileiras>>, acesso em março de 2023

A padronização e publicação desse tipo de dado são mais demoradas, devido a sua complexidade e quantidade de informações complementares, além de muitas vezes seguirem períodos de embargo até publicação do artigo associado. Portanto, ainda há muito a ser feito. Por essa razão, avaliações como esta devem ser vistas como um processo iterativo. A completude e a abrangência dos dados devem ser constantemente avaliadas à medida que novos registros forem adicionados. Essas reavaliações periódicas poderão incluir mais informações para abarcar a multiplicidade de dimensões dos dados e incorporar alterações ambientais. Esse tipo de avaliação só é possível se os dados estiverem acessíveis, portanto, é crucial fortalecer e expandir as iniciativas com esse objetivo, garantido o acesso crescente e a potencialização do uso das informações sobre biodiversidade para sua melhor gestão e conservação.

## Referências

- AGOSTINELLI, C.; LUND, U. *Circular: Circular Statistics*. Version 0.4-95. 26 abr. 2022. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/circular/index.html>. Acesso em: jan. 2023
- AIELLO-LAMMENS, M. E. *et al.* SpThin: an R package for spatial thinning of species occurrence records for use in ecological niche models. *Ecography*, Copenhagen: Munksgaard International Publishers, v. 38, n. 5, p. 541-545, May 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ecog.01132>. Acesso em: maio 2023.
- ANDERSON, R. P.; GONZALEZ JR, I. Species-specific tuning increases robustness to sampling bias in models of species distributions: an implementation with Maxent. *Ecological modelling*, Elsevier, v. 222, n. 15. p. 2769-2811, Aug. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.04.011>. Acesso em: maio 2023.
- ARANDA, S. C. *et al.* The iterative process of plant species inventorying for obtaining reliable biodiversity patterns. *Botanical Journal of the Linnean Society*, Oxford: Oxford University Press, v. 177, p. 491-503, Apr. 2015. Disponível em: <https://academic.oup.com/botlinnean/article/177/4/491/2416438>. Acesso em: maio 2023.
- BECK, J. *et al.* Online solutions and the 'Wallacean shortfall': What does GBIF contribute to our knowledge of species' ranges? *Diversity & Distrib.*, Oxford [Reino Unido]: Wiley, 19: 1043–1050, Aug. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ddi.12083>. Acesso em: maio 2023.
- BFG. Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). Rodriguésia, Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 69, n. 4, p. 1513-1527, Out. - Dez. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rod/a/rzzmdJmFv6g7Tr6hRTwPFG/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: maio 2022.
- BINGHAM, H. C. *et al.* The biodiversity informatics landscape: elements, connections and opportunities. *Research Ideas and Outcomes*, v.3, e14059, 2017.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. 6º Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica. Brasília, DF, 2023. 1082 p. (Biodiversidade, 55). Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/publicacoes/6rn>. Acesso em: maio 2023.
- CHAO, A.; COLWELL, R. K. Thirty years of progeny from Chao's inequality: Estimating and comparing richness with incidence data and incomplete sampling. *SORT - Statistics and Operations Research Transactions*, Barcelona: Statistical Institute of Catalonia, v. 41, n. 1, p. 3-54, Jan. - Jun. 2017. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/SORT/article/view/326047>. Acesso em: maio 2023.
- CHAPMAN, A. D.; WIECZOREK, J. R. Georeferencing Best Practices. Copenhagen, GBIF Secretariat, 2020. 107p. Disponível em: <https://doi.org/10.15468/doc-gg7h-s853>. Acesso em: maio 2023.
- COLLI-SILVA, M. *et al.* Evaluating shortfalls and spatial accuracy of biodiversity documentation in the Atlantic Forest, the most diverse and threatened Brazilian phytogeographic domain. *TAXON*, Washington: International Association for Plant Taxonomy, v. 69, n. 3, p. 567-577, Jun. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tax.12239>. Acesso em: maio 2023.
- COMISSÃO NACIONAL DA BIODIVERSIDADE (Brasil). Resolução CONABIO nº 06, de 3 de setembro de 2013. Dispõe sobre as Metas Nacionais de Biodiversidade para 2020. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2013 [7 p.]. Disponível em:

<[https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/economia-dos-ecossistemas/resolucao\\_conabio\\_no\\_06\\_de\\_03\\_de\\_set\\_de\\_2013.pdf](https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/economia-dos-ecossistemas/resolucao_conabio_no_06_de_03_de_set_de_2013.pdf)>. Acesso em: maio 2023.

CONTAS de ecossistemas: resultados do Projeto NCAVES no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2022a. 134 p. Acima do título: Natural Capital Accounting and Valuation of Ecosystem Services – NCAVES. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101930.pdf>. Acesso em maio 2023.

CONTAS Econômicas Ambientais da Terra: Contabilidade física: Brasil: 2000/2020. Rio de Janeiro, IBGE, 2022b. 112 p. (Contas nacionais, n. 88). Acima do título: (Contas econômicas ambientais, 7). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101965.pdf>. Acesso em: maio 2023.

COSTANZA, R. et al. Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go?. Ecosystem services, New York: Elsevier, v. 28, p. 1-16, Dec. 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/320072091\\_Twenty\\_years\\_of\\_ecosystem\\_services\\_How\\_far\\_have\\_we\\_come\\_and\\_how\\_far\\_do\\_we\\_still\\_need\\_to\\_go](https://www.researchgate.net/publication/320072091_Twenty_years_of_ecosystem_services_How_far_have_we_come_and_how_far_do_we_still_need_to_go). Acesso em: maio 2023.

COSTELLO, M. J. et al. Biodiversity data should be published, cited, and peer reviewed. Trends in Ecology and Evolution, Cambridge: Cell Press, v. 28, n. 8, p. 454-461, Aug. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>. Acesso em: maio 2023.

DIAS, B. Degradação da Biodiversidade e as Metas de Aichi no Mundo e no Brasil: um balanço dos avanços e das perspectivas. Bio Diverso, Porto Alegre: Instituto de Biociências da UFRGS, v. 1, n. 1, p. 22-44, Dez. 2021. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/biodiverso/article/view/120642/65549>. Acesso em: maio 2023.

DORNELAS, M. et al. Quantifying temporal change in biodiversity: challenges and opportunities. Proc. R. Soc. B., Royal Society, v. 280, n. 1750, 20121931, Jan. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.1931>. Acesso em: maio 2023.

DOWLE, M.; SRINIVASAN, A. Data.table: Extension of 'data.frame'. Version 1.14.8. 17 fev. 2023. Disponível em <https://CRAN.R-project.org/package=data.table>. Acesso em: jan. 2023.

FUNK, V. A.; RICHARDSON, K; FERRIER, S. Survey-gap analysis in expeditionary research: where do we go from here? Biological Journal of the Linnean Society, London: Oxford Univ Press INC, v. 85, n. 4, p. 549-567, Aug. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2005.00520.x>. Acesso em: maio 2023.

GOODWIN, Z. A. et al. Widespread mistaken identity in tropical plant collections. Current biology, Cambridge: Cell Press, v. 25, n. 22, p. R1066-R1067, Nov. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.10.002>. Acesso em: maio 2023.

GRAHAM, C. H. et al. New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. Trends in Ecology & Evolution, Cambridge: Cell Press, v. 19, n. 9, p. 497-503, Sep. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.07.006>. Acesso em: maio 2023.

HAMILTON et al. Quantifying Uncertainty in Estimation of Tropical Arthropod Species Richness. The American Naturalist, Chicago: University of Chicago Press, v. 176, n. 1, p. 90-95. Jul. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/652998>. Acesso em: maio 2023.

HIJMANS, R. Raster: Geographic Data Analysis and Modeling. Version 3.6-3. 18 set. 2022. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=raster>. Acesso em: jan. 2023.

- HIJMANS, R. J. et al. Assessing the geographic representativeness of genebank collections: the case of Bolivian wild potatoes. *Conservation Biology*, Oxford [Reino Unido]: Wiley, v. 14, n. 6, p. 1755-1765, Dec. 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2000.98543.x>. Acesso em: maio 2023.
- HOOPER, D. et al. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, Washington:Wiley, v75, p. 3-35, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/04-0922>. Acesso em: maio 2023.
- HORTAL, J., et al.. Limitations of biodiversity databases: case study on seed-plant diversity in Tenerife (Canary Islands). *Conservation Biology*, Oxford [Reino Unido]: Wiley, v. 21, p. 853–863, 2007. Disponível em: <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1523-1739.2007.00686.x>. Acesso em: junho 2023.
- HORTAL, J. et al. Seven shortfalls that Beset Large-Scale Knowledge of Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, Palo Alto: Annual Reviews, v. 46, p. 523-549, 2015. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054400>. Acesso em: maio 2023.
- HORTAL, J. et al. 2015. Seven shortfalls that beset large-scale knowledge of biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, Palo Alto: Annual Reviews, v. 46, p. 523-549, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054400>. Acesso em: maio 2023.
- HURLBERT, A. H.; HASKELL, J. P. The effect of energy and seasonality on avian species richness and community composition. *The American Naturalist*, Chicago: University of Chicago Press, v. 161, n. 1, p. 83-97, Jan. 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/345459>. Acesso em: maio 2023.
- IBGE. Grade estatística. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://mapasinterativos.ibge.gov.br/grade/default.html>. Acesso em: maio 2023.
- IBGE. Base cartográfica contínua do Brasil, escala 1:250 000 - BC250. Versão 2017. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?edicao=16033&t=downloads>. Acesso em: maio 2023.
- IBGE. Quadro geográfico de referência para produção, análise e disseminação de estatísticas. Rio de Janeiro, 2019. 173 p. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional/24233-quadro-geografico-de-referencia-para-producao-analise-e-disseminacao-de-estatisticas.html?=&t=publicacoes>. Acesso em: maio 2023.
- ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Monitoramento in situ da biodiversidade: Proposta para um Sistema Brasileiro de Monitoramento da Biodiversidade. Pereira R. C. et al. (eds.). Brasília, DF: ICMBio, 2013. 61 p. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/livros/Monitoramento\\_in\\_situ\\_da\\_Biodiversidade\\_versao\\_final\\_05.12.2013.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/livros/Monitoramento_in_situ_da_Biodiversidade_versao_final_05.12.2013.pdf). Acesso em: maio 2023.
- ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Estratégia do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora: estrutura, articulações, perspectivas. Brasília, DF: ICMBio, 2018. 51 p.
- IBGE. Grade estatística. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://mapasinterativos.ibge.gov.br/grade/default.html>. Acesso em: maio 2023.
- INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES. Summary for policymakers of the regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for the Americas of the Intergovernmental

Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Rice, J. et al. (eds.). Bonn [Germany]: IPBES secretariat, 2018. 34p. Disponível em: <https://www.ipbes.net/resource-file/18575>. Acesso em: maio 2023.

JETZ et al. Essential biodiversity variables for mapping and monitoring species populations. *Nature Ecology & Evolution*, Berlin: Springer-Nature, v. 3, p. 539–551, Mar. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0826-1>. Acesso em: maio 2023.

KADMON, R.; FARBER, O.; DANIN, A. Effect of roadside bias on the accuracy of predictive maps produced by bioclimatic models. *Ecological Applications*, Washington [USA]: ESA. v. 14, n. 2, p. 401-413, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/02-5364>. Acesso em: maio 2023.

KEIL, et al. On the decline of biodiversity due to area loss. *Nature Communications*, v. 6, 8837, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/ncomms9837>. Acesso em: maio 2023.

KITCHIN, R. Big Dat, new epistemologies and paradigm shifts. *Big Data & Society*, v.1, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/2053951714528481>. Acesso em: julho 2023.

LADLE, R. J & HORTAL, J. Mapping species distributions: living with uncertainty. *Frontiers of Biogeography*, Charleston: International Biogeography Society - IBS, v. 5, n. 1, p. 8-9, Apr. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.21425/F5FBG12942>. Acesso em: maio 2023.

LEWINSON, T. A biodiversidade explicada em 8 pontos. Perguntas que a ciência já respondeu. São Paulo: Nexo Políticas Públicas, Nexo Jornal, 29 Jun. 2020. Disponível em: <https://pp.nexojornal.com.br/perguntas-que-a-ciencia-ja-respondeu/2020/A-biodiversidade-explicada-em-8-pontos>. Acesso em: maio 2023.

LINDSAY, J. B. Whitebox GAT: A case study in geomorphometric analysis. *Computers & Geosciences*, New York: Elsevier, v. 95, p. 75-84, Out. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2016.07.003>. Acesso em: jan. 2023.

MCTI (no prelo). Com diagnóstico inédito, MCTI obtém panorama das coleções biológicas científicas brasileiras. Gov.br, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2023/03/com-diagnostico-inedito-mcti-obtem-panorama-das-colecoes-biologicas-cientificas-brasileiras#:~:text=O%20diagn%C3%B3stico%20in%C3%A9dito%20encomendado%20pelo.s%C3%A3o%20federais%20e%2032%25%20estaduais>. Acesso em: maio 2023.

MEYER, C. et al. Global priorities for an effective information basis of biodiversity distributions. *Nature communications*, Berlin: Springer-Nature, v. 6, 8221, Sep. 2015. DOI:10.1038/ncomms9221. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/ncomms9221>. Acesso em: maio 2023.

MEYER, C. Limitations in global information on species occurrences. *Frontiers of Biogeography*, Charleston: International Biogeography Society - IBS, v. 8, n. 2, p. 1-7, June 2016. Disponível em: <https://escholarship.org/uc/item/1bm1d0hs>. Acesso em: maio 2023.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. Washington, DC: World Resources Institute - WRI, 2003. 245 p. Disponível em: [http://pdf.wri.org/ecosystems\\_human\\_wellbeing.pdf](http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf). Acesso em: maio 2023.

MITTERMEIER, R. A. et al. Megadiversity: Earth's biologically wealthiest nations. México [D.F.]: CEMEX, 1997. 501 p.

MOURA, A. et al. Meio Ambiente na Agenda Internacional: implementação no Brasil das convenções do rio sobre biodiversidade, clima e desertificação. Texto para Discussão 2259. Brasília, DF: IPEA, 2016. 42 p. Disponível em: [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7350/1/td\\_2259.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7350/1/td_2259.pdf). Acesso em: Jul. 2022.

NAÇÕES UNIDAS. United Nations et al. (2021). System of Environmental-Economic Accounting — Ecosystem Accounting (SEEA EA). White cover publication, pre-edited text subject to official editing. New York, 2021. 371 p. Disponível em: [https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/documents/EA/seea\\_ea\\_white\\_cover\\_final.pdf](https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/documents/EA/seea_ea_white_cover_final.pdf). Acesso em: maio 2023.

NORMAN, K. E.A. et al. Taxadb: A high-performance local taxonomic database interface. *Methods in Ecology and Evolution*, London: British Ecological Society, v. 11, n. 9, p. 1153-1159, Sep. 2020. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/2041-210X.13440>. Acesso em: jan. 2023.

ODUM, H. T.; ODUM, E. P. The energetic basis for valuation of ecosystem services. *Ecosystems*, New York: Springer Verlag, v. 3, n. 1, p. 21-23, Jan. 2000. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/226973090\\_The\\_Energetic\\_Basis\\_for\\_Valuation\\_of\\_Ecosystem\\_Services](https://www.researchgate.net/publication/226973090_The_Energetic_Basis_for_Valuation_of_Ecosystem_Services). Acesso em: maio 2023.

OLIVEIRA, U. et al. The strong influence of collection bias on biodiversity knowledge shortfalls of Brazilian terrestrial biodiversity. *Diversity and Distributions*, Oxford [Reino Unido]: Wiley, v. 22, n. 12, p. 1232-1244, Dec. 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/ddi.12489>. Acesso em: maio 2023.

OLIVEIRA, U. et al. Biodiversity conservation gaps in the Brazilian protected areas. *Scientific Reports*, Berlim: Springer-Nature, v. 7, 9141, Aug. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08707-2>. Acesso em: maio 2023.

OLIVER, R.Y. et al. Global and national trends, gaps, and opportunities in documenting and monitoring species distributions. *PLOS Biology*, v.19, e3001336, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001336>. Acesso em maio 2023.

PEBESMA, E. Simple features for R: standardized support for spatial vector data. *The R Journal*, Vienna: The R Foundation, v. 10, n. 1, p. 439-446, July 2018. Disponível em: <https://journal.r-project.org/archive/2018/RJ-2018-009/RJ-2018-009.pdf>. Acesso em: jan. 2023.

PEBESMA, E. Stars: Spatiotemporal Arrays, Raster and Vector Data Cubes. Version 0.6-0. 21 nov. 2022. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=stars>. Acesso em: jan. 2023.

PORTELLA, A. et al. Efeito da sazonalidade na reprodução de peixes Characiformes em um rio Neotropical. *Ilheringia Série Zoologia*, Porto Alegre: Museu de Ciências Naturais, v. 111: e2021012, Jun. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2021012>. Acesso em: maio 2023.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing., Vienna [Austria]: R Foundation for Statistical Computing, 2020. Disponível em: <https://www.Rproject.org/>. Acesso em: maio 2023.

REDDY, S.; DÁVALOS, L. M. 2003. Geographical sampling bias and its implications for conservation priorities in Africa. *Journal of Biogeography*, Oxford [Reino Unido]: Wiley, v. 20, n. 11, p. 1719-1727, Nov. 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2003.00946.x>. Acesso em: maio 2023.

RIBEIRO, B. et al. Bdc: Biodiversity Data Cleaning. Version 1.1.4. 10 mar. 2023. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=bdc>. Acesso em: jan. 2023.

- SASTRE, P.; LOBO, J. M. Taxonomist survey biases and the unveiling of biodiversity patterns. *Biological Conservation*, New York: Elsevier, v. 142, n. 2 p. 462–467, Feb. 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320708004357>. Acesso em: maio 2023.
- SCBD - Secretariat of the Convention on Biological Diversity. UNEP/CBD/COP/DEC/X/2. The Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and the Aichi Biodiversity Targets. 2010. Disponível em: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-02-en.pdf>. Acesso em: maio 2023.
- SCBD - Secretariat of the Convention on Biological Diversity. CBD/COP/DEC/XIII/28. Indicators for the Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and the Aichi Biodiversity Targets. 2016. Disponível em: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-13/cop-13-dec-28-en.pdf>. Acesso em: maio 2023.
- SCBD - Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Global Biodiversity Outlook 5. Montreal: SCDB, 2020. 208 p. Disponível em: <https://www.cbd.int/gbo/gbo5/publication/gbo-5-en.pdf>. Acesso em: maio 2023.
- SCBD - Secretariat of the Convention on Biological Diversity. CBD/COP/15/L.25. Kunming-Montreal Global biodiversity framework. 2022a. Disponível em: <https://www.cbd.int/doc/c/e6d3/cd1d/daf663719a03902a9b116c34/cop-15-l-25-en.pdf>. Acesso em: maio 2023.
- SCBD - Secretariat of the Convention on Biological Diversity. CBD/COP/DEC/15/5. Monitoring framework for the Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework. 2022b. Disponível em: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-05-en.pdf>. Acesso em: maio 2023.
- SOBERON, J. et al. Assessing completeness of biodiversity databases at different spatial scales. *Ecography*, Copenhagen: Munksgaard International Publishers, v. 30, n. 1, p. 152-160, Feb. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2007.04627.x>. Acesso em: maio 2023.
- SOUZA-BAENA, M. S.; GARCIA, L. C.; PETERSON, A. T. Completeness of digital accessible knowledge of the plants of Brazil and priorities for survey and inventory. *Diversity and Distributions*, Oxford [Reino Unido]: Wiley, v. 20, p. 369-381, Jan. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ddi.12136>. Acesso em: maio 2023.
- STROPP, J.; B. et al. The ghosts of forests past and future: deforestation and botanical sampling in the Brazilian Amazon. *Ecography*, Copenhagen: Munksgaard International Publishers, v. 43, n. 7, p. 979–989, Jul. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ecog.05026>. Acesso em: maio 2023.
- TESSAROLO, G. et al. Temporal degradation of data limits biodiversity research. *Ecology and Evolution*, Cambridge: Cell Press, v. 7, n. 17, p. 6863–6870, Sep. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ece3.3259>. Acesso em: maio 2023.
- TESSAROLO, G. et al. Using maps of biogeographical ignorance to reveal the uncertainty in distributional data hidden in species distribution models. *Ecography*, Copenhagen: Munksgaard International Publishers, v. 44, n. 12, p. 1–13, Dec. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ecog.05793>. Acesso em: maio 2023.
- TOLEDO, L. F. et al. A retrospective overview of amphibian declines in Brazil's Atlantic Forest. *Biological Conservation*, New York: Elsevier, v. 227, 109845, Jan. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109845>. Acesso em: maio 2023.
- TROIA, M. J.; MCMANAMAY, R.A. Filling in the GAPS: evaluating completeness and coverage of open-access biodiversity databases in the United States. *Ecology and*

Evolution, Cambridge: Cell Press, v. 6, n. 14, p. 4654-4669, Jun. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ece3.2225>. Acesso em: maio 2023.

TROUDET, J. et al. Taxonomic bias in biodiversity data and societal preferences. Scientific Reports, Berlin: Springer-Nature, v. 7, n. 1, 9132, Aug. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-09084-6>. Acesso em: maio 2023.

VALE, M. M., & JENKINS, C. N. Across-taxa incongruence in patterns of collecting bias. Journal of Biogeography, Oxford [Reino Unido]: Wiley, v. 39, n. 9, p. 1744-1748, Sep. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2012.02750.x>. Acesso em: maio 2023.

VAN DER LOO, M. P. J. The stringdist package for approximate string matching. The R Journal, Vienna: The R Foundation, v. 6, n. 1, p. 111-122, Jun. 2014. Disponível em: <https://journal.r-project.org/archive/2014-1/loo.pdf>. Acesso em: jan. 2023.

WICKHAM, H. Htrr: Tools for Working with URLs and HTTP. Version 1.4.4, X.X. 23 Jan. 2020. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=htrr>. Acesso em: jan. 2023.

WICKHAM, H. et al. Welcome to the tidyverse. Journal of Open Source Software, Austin: NumFOCUS, v.4, n. 43, p. 1686, Nov. 2019. Disponível em: <https://joss.theoj.org/papers/10.21105/joss.01686>. Acesso em: maio 2023.

WICKHAM, H. et al. Stringr: simple, consistent wrappers for common string operations. Version 1.5.0. [Boston], 02 Dez. 2022. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=stringr>. Acesso em: jan. 2023.

WICKHAM, H. et al. Dplyr: A Grammar of Data Manipulation. Version 1.1.1. [Boston], 22 mar. 2023. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>. Acesso em: jan. 2023.

WILLIAMS, P. H.; MARGULES, C. R.; HILBERT, D. W. Data requirements and data sources for biodiversity priority area selection. Journal of biosciences, Berlin: Springer-Nature, v. 27, p. 327-338, Jul. 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02704963>. Acesso em: maio 2023.

ZIZKA, A. et al. 2018. Finding needles in the haystack: Where to look for rare species in the American tropics. Ecography, Copenhagen: Munksgaard International Publishers, 41: 321–330. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ecog.02192>. Acesso: maio 2023.

ZIZKA, A. et al. CoordinateCleaner: standardized cleaning of occurrence records from biological collection databases. Version 2.0-20. 21 out. 2021. Disponível em: <https://github.com/ropensci/CoordinateCleaner>. Acesso em: jan. 2023.

**Anexo - Número de registros Nível 1 e total (Níveis 1 e 2) e densidade de registros por 1000 km<sup>2</sup>, por grupo segundo as Unidades da Federação.**

Unidade da Federação	Anfíbios			Artrópodes			Aves			Fungos			Mamíferos		
	Densidade	N1	Total	Densidade	N1	Total	Densidade	N1	Total	Densidade	N1	Total	Densidade	N1	Total
Distrito Federal	51,8	193	300	1 236,2	614	7 159	390,8	694	2 263	1 496,9	3 880	8 669	24 997,4	59 728	144 763
Goiás	20,4	1 966	6 943	4,4	134	1 508	4,8	599	1 649	58,8	1 691	20 012	674,0	93 870	229 223
Mato Grosso	26,0	2 634	23 527	2,5	234	2 267	8,7	2 735	7 861	49,7	3 315	44 909	1 129,8	391 749	1 020 682
Mato Grosso do Sul	28,9	1 484	10 321	2,1	44	740	8,1	1 291	2 901	34,9	1 704	12 454	810,6	158 247	289 373
Rio Grande do Sul	37,7	2 820	10 626	45,1	1 007	12 691	28,8	1 206	8 122	193,9	4 972	54 601	1 676,1	258 359	472 075
Santa Catarina	73,8	1 827	7 036	89,9	1 237	8 570	21,5	1 041	2 051	324,2	5 268	30 897	3 806,2	207 662	362 753
Paraná	13,8	922	2 743	24,5	780	4 880	46,9	3 420	9 357	394,1	10 346	78 553	2 553,9	222 341	509 067
São Paulo	146,0	4 496	36 247	30,1	1 572	7 480	46,5	3 787	11 544	403,9	14 882	100 286	12 964,4	1 262 327	3 219 338
Rio de Janeiro	659,8	5 246	28 887	54,9	101	2 403	196,5	2 788	8 604	1 384,8	5 855	60 630	20 655,1	435 024	904 344
Espírito Santo	464,7	2 246	21 424	35,0	252	1 615	154,0	2 661	7 098	694,5	2 157	32 016	3 758,7	82 824	173 275
Minas Gerais	25,6	3 109	15 044	6,2	292	3 658	7,7	2 053	4 538	97,9	5 349	57 432	1 249,2	400 885	732 744
Bahia	22,5	2 467	12 697	10,5	1 088	5 924	7,7	1 399	4 350	35,7	3 306	20 151	601,5	161 956	339 725
Sergipe	43,4	75	951	6,9	46	152	6,8	77	150	368,2	127	8 071	269,8	3 926	5 915
Alagoas	50,4	540	1 400	33,6	112	933	28,1	279	781	54,6	210	1 517	1 050,1	16 470	29 179
Pernambuco	22,8	655	2 231	134,8	2 070	13 201	24,6	652	2 404	37,9	652	3 712	806,6	37 471	78 984
Paraíba	27,2	358	1 535	58,1	698	3 281	11,5	289	650	39,2	573	2 212	504,8	14 958	28 519
Rio Grande do Norte	9,4	258	494	39,1	442	2 066	4,7	113	246	76,0	477	4 011	981,7	30 144	51 840
Ceará	8,9	549	1 331	6,5	135	975	19,1	191	2 845	32,4	516	4 825	1 216,0	99 576	181 016
Piauí	8,3	423	2 076	2,9	37	740	5,3	511	1 342	16,3	672	4 112	115,6	19 144	29 078
Maranhão	11,5	399	3 797	13,4	26	4 431	3,6	547	1 194	22,9	1 122	7 556	115,5	22 194	38 086
Tocantins	15,9	609	4 403	0,8	20	210	2,9	293	813	19,2	367	5 337	504,9	73 952	140 233
Amapá	16,3	383	2 312	33,7	307	4 791	11,5	232	1 627	93,9	487	13 329	282,8	17 609	40 160
Pará	32,2	1 510	40 071	6,3	1 090	7 858	16,7	1 370	20 852	165,8	21 549	206 501	335,7	168 376	418 219
Roraima	18,7	301	4 179	8,1	27	1 818	2,6	143	592	24,1	886	5 392	281,3	33 119	62 852
Amazonas	21,0	2 993	32 664	6,3	129	9 812	4,9	1 721	7 711	41,6	6 604	64 887	307,4	207 053	479 210
Acre	28,1	1 055	4 615	8,0	90	1 314	5,4	127	892	39,9	803	6 546	337,5	20 260	55 375
Rondônia	51,6	677	12 253	16,5	106	3 912	7,3	193	1 723	88,6	6 329	21 045	355,7	43 364	84 476

(continua)

Unidade da Federação	Moluscos			Peixes			Plantas			Répteis			Total		
	Densidade	N1	Total	Densidade	N1	Total	Densidade	N1	Total	Densidade	N1	Total	densidade média	N1	Total
Distrito Federal	19,2	29	111	118,8	370	688	32 074,4	66 977	185 747	117,4	306	680	6722,6	132 791	350 380
Goiás	1,2	75	407	13,3	2 032	4 535	675,81	78 112	229 860	33,1	723	11 247	165,1	179 202	505 384
Mato Grosso	0,7	64	621	16,6	5 672	14 952	174,7	41 636	157 832	19,8	3 047	17 925	158,7	451 086	1 290 576
Mato Grosso do Sul	1,2	43	438	11,8	2 727	4 205	245,4	22 556	87 605	11,0	660	3 940	128,2	188 756	411 977
Rio Grande do Sul	4,7	149	1 326	71,1	14 412	20 030	1 079,3	37 746	303 994	47,9	5 147	13 479	353,8	325 818	896 944
Santa Catarina	13,9	107	1 325	26,5	1 376	2 521	2 225,6	72 463	212 117	21,2	465	2 019	733,6	291 446	629 289
Paraná	16,4	272	3 270	67,1	7 731	13 376	1 852,3	82 605	369 222	7,8	633	1 547	553,0	329 050	992 015
São Paulo	109,6	1 655	27 218	60,7	7 109	15 079	1 954,6	82 445	485 366	43,1	2 746	10 713	1751,0	1 381 019	3 913 271
Rio de Janeiro	234,3	1 186	10 258	378,4	6 956	16 569	6 411,1	55 107	280 696	171,7	2 291	7 519	3349,6	514 554	1 319 910
Espírito Santo	88,8	574	4 094	304,2	6 569	14 022	4 325,4	61 758	199 401	108,3	1 543	4 994	1103,7	160 584	457 939
Minas Gerais	2,1	178	1 216	16,5	4 239	9 675	1 063,6	138 025	623 840	13,8	1 285	8 105	275,9	555 415	1 456 252
Bahia	11,6	753	6 572	15,1	4 415	8 547	919,	183 429	519 333	21,6	1 294	12 194	182,9	360 107	929 493
Sergipe	9,4	8	205	40,0	686	878	2 259,4	19 507	49 532	76,9	135	1 687	342,3	24 587	67 541
Alagoas	44,9	67	1 248	27,8	358	772	1 857,6	14 350	51 616	32,9	352	915	353,3	32 738	88 361
Pernambuco	25,6	312	2 504	19,5	700	1 905	1 551,5	39 700	151 923	63,7	489	6 239	298,5	82 701	263 103
Paraíba	11,5	86	650	15,5	570	876	896,5	15 222	50 646	37,1	483	2 097	177,9	33 237	90 466
Rio Grande do Norte	22,6	111	1 196	37,5	437	1 979	693,9	15 063	36 643	32,0	264	1 689	210,8	47 309	100 164
Ceará	38,1	123	5676	7,7	512	1 147	837,3	19 808	124 636	26,3	536	3 922	243,6	121 946	326 373
Piauí	2,1	24	526	6,1	875	1 526	127,6	7 506	32 100	7,9	280	1 989	32,4	29 472	73 489
Maranhão	1,6	18	523	9,0	1 592	2 977	179,3	17 595	59 136	16,3	300	5 367	41,5	43 793	123 067
Tocantins	0,4	13	123	7,6	585	2 114	195,7	25 206	54 352	3,8	269	1 052	83,5	101 314	208 637
Amapá	2,6	13	365	19,8	1 117	2 815	233,1	8 846	33 100	24,6	701	3 492	79,8	29 695	101 991
Pará	2,3	250	2 849	45,8	20 927	57 079	230,8	59 547	287 452	47,5	2 074	59 130	98,1	276 693	1 100 011
Roraima	0,3	2	63	18,0	1 446	4 014	191,8	8 045	42 864	25,3	284	5 652	63,4	44 253	127 426
Amazonas	0,3	17	512	27,8	18 093	43 382	188,3	33 851	293 577	14,2	2 512	22 087	68,0	272 973	953 842
Acre	0,5	11	77	11,8	996	1 942	337,2	9 043	55 330	15,1	595	2 485	87,0	32 980	128 576
Rondônia	0,8	9	198	20,3	2 057	4 822	278,6	14 106	66 172	30,2	733	7 174	94,4	67 574	201 775

Fonte: SiBBr. "Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira. Brasília: MCTI, 2023. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: jan. 2023.

## Glossário

**biodiversidade** Variabilidade entre organismos vivos, incluindo aqueles dos ecossistemas terrestres, marinhos e aquáticos, bem como a diversidade dentro das espécies, entre espécies e ecossistemas, conforme disposto no art. 2º da Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB. A diversidade dos ecossistemas também é uma análise importante e, nas Contas de Ecossistemas, é derivada da medição de mudanças na extensão e condição dos ecossistemas.

**ciência cidadã** Parceria entre amadores e cientistas na coleta de dados para a pesquisa científica, utilizando metodologias participativas desenvolvidas por cidadãos ou em colaboração com pesquisadores profissionais para ampliar a participação do público na gestão ambiental, onde qualquer pessoa em qualquer lugar pode submeter as suas informações através de internet mediante aplicativos e celulares. Uma ferramenta científica eficiente, que gera muitos dados com pouco investimento.

**completude do registro** Grau de presença de informações associadas a determinado registro em um banco de dados.

**completude amostral** Razão entre a riqueza de espécies observada e a riqueza estimada para uma determinada unidade amostral.

**condição do ecossistema** Qualidade geral de um ativo do ecossistema mensurada em termos de suas características. É a condição que mantém a integridade ecológica e que sustenta a capacidade de um ativo gerar serviços ecossistêmicos. Assim, as mudanças na condição dos ecossistemas têm impacto no fluxo esperado de seus serviços.

**conservação da natureza** Utilização racional dos recursos naturais renováveis (ar, água, solo, flora e fauna) e obtenção de rendimento máximo dos não renováveis (jazidas minerais), de modo a produzir o maior benefício sustentado para as gerações atuais, mantendo suas potencialidades para satisfazer as necessidades das gerações futuras. A conservação da natureza não é sinônimo de preservação porque está voltada para o uso humano da natureza, em bases sustentáveis, enquanto a preservação visa à proteção, a longo prazo, das espécies, bem como dos habitats e ecossistemas.

**Convenção sobre Diversidade Biológica** Tratado da Organização das Nações Unidas estabelecido durante a ECO-92 – a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em junho de 1992, e um dos mais importantes instrumentos internacionais relacionados ao meio ambiente. A Convenção entrou em vigor em dezembro de 1993 e o Brasil aprovou o texto por meio do Decreto Legislativo nº 2, de 1994, e a ratificou por meio do Decreto Federal nº 2.519 de 16 de março de 1998. Até maio de 2023, 168 países assinaram e ratificaram a Convenção. A Convenção está estruturada sobre três bases principais – a conservação da diversidade biológica, o uso sustentável da biodiversidade e a repartição justa e equitativa dos benefícios provenientes da utilização dos recursos genéticos – e se refere à biodiversidade em três níveis: ecossistemas, espécies e recursos genéticos.

**distribuição geográfica** Área onde uma espécie em particular pode ser encontrada. A distribuição geográfica pode incluir áreas utilizadas por indivíduos migratórios, e a abundância local pode variar ao longo da distribuição geográfica, abarcando inclusive locais em que as condições não permitem o estabelecimento da espécie.

**ecossistema** Complexo dinâmico de comunidades vegetais, animais e microrganismos e seu meio inorgânico, interagindo como uma unidade funcional, conforme disposto no artigo 2º da Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB. Os ecossistemas podem ser identificados em diferentes escalas.

**extensão do ecossistema** Tamanho de um ativo do ecossistema em termos de área espacial, por vezes contabilizada em termos dos tipos de ecossistemas. No original, *ecosystem extent*.

**Global Biodiversity Information Facility (GBIF)** Rede internacional e infraestrutura de dados financiada por governos do mundo e destinada a fornecer a qualquer pessoa, em qualquer lugar, acesso aberto a dados sobre todos os tipos de vida na Terra.

**integridade do registro** Grau de qualidade geral das informações associadas a determinado registro em um banco de dados.

**mar territorial** Área que se estende das linhas de base adotadas pelo Estado costeiro até a extensão máxima de 12 milhas marítimas. No mar territorial, o Estado costeiro exerce soberania plena sobre a massa líquida e o espaço aéreo sobrejacente ao mar territorial, bem como ao leito e subsolo deste mar, conforme disposto nos artigos 2º a 4º da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar.

**metas de Aichi** Conjunto de 20 metas, com objetivos de médio prazo, voltadas à redução da perda da biodiversidade em âmbito mundial. Aprovado durante a 10ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP-10), realizada na cidade de Nagoya, Província de Aichi, Japão, em 2010, como parte do Plano Estratégico de Biodiversidade para o período de 2011 a 2020.

**metadados** Informações associadas a um determinado conjunto de dados, relativas, por exemplo, ao levantamento, produção, qualidade e estrutura de armazenamento de dados, essenciais para promover sua documentação, integração e disponibilização, bem como possibilitar sua busca e exploração.

**objetivos de desenvolvimento sustentável** Conjunto de objetivos adotados pelas Nações Unidas, em 2015, para acabar com a pobreza, proteger o planeta e garantir a prosperidade para a humanidade, como parte da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.

**patrimônio genético** Conjunto de informações genéticas contidas nas plantas, nos animais e nos microrganismos, no todo ou em suas partes (cascas, folhas, raízes, pelos, penas, peles etc.), estejam eles vivos ou mortos. O patrimônio genético também está contido em substâncias produzidas por esses organismos, como resinas, látex de plantas ou venenos de animais e substâncias químicas produzidas por microrganismos.

**plataforma continental** Área que compreende o leito e o subsolo das áreas submarinas que se estendem além do mar territorial de um Estado costeiro, em toda a extensão do prolongamento natural do seu território terrestre, até ao bordo exterior da margem continental, ou até uma distância de 200 milhas marítimas das linhas de base a partir das quais se mede a largura do mar territorial, nos casos em que o bordo exterior da margem continental não atinja essa distância. O Estado costeiro exerce direitos de soberania sobre a plataforma continental para efeitos de exploração e aproveitamento dos seus recursos naturais, conforme disposto nos artigos 76 e 77 da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar.

**quadro de biodiversidade global de Kunming-Montreal** Conjunto de medidas, aprovadas na 15ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP-15), realizada na cidade de Kunming, China, em 2022, que orientará a política de proteção e uso sustentável da biodiversidade nos próximos anos. Apresenta quatro objetivos de longo prazo para 2050 e 23 metas para 2030.

**recursos naturais** Todos os recursos biológicos, minerais, energéticos, do solo, e hídricos. No manual *System of environmental-economic accounting 2012 - experimental ecosystem accounting*, conhecido como SEEA-EEA, das Nações Unidas, os recursos naturais são definidos para incluir não apenas os ativos ambientais produzidos, ou seja, aqueles que não são considerados como tendo existido como resultados de processos que se enquadram no limite de produção do Sistema de Contas Nacionais. Assim, é feita uma distinção entre ativos ambientais naturais e cultivados.

**serviços do ecossistema** Contribuições do ecossistema para os benefícios humanos, inclusive em seu bem-estar e nas atividades econômicas; excluem, portanto, o conjunto de fluxos comumente chamados de serviços de suporte ou intermediários que contribuem para os processos intra e intecossistêmicos. Na literatura brasileira, são encontradas referências aos termos serviços ecossistêmicos ou serviços ambientais.

**Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira** Infraestrutura nacional de dados e informações em biodiversidade, responsável pela organização, indexação, armazenamento e disponibilização de dados e informações sobre a biodiversidade e os ecossistemas brasileiros, fornecendo subsídios para a gestão governamental relacionada à conservação e uso sustentável.

**Sistema de Contas Econômicas Ambientais** No original, *System of Environmental Economic Accounting* (SEEA). Sistema de medição e análise, representado por um conjunto de tabelas, que permite entender as interações entre o meio ambiente e a economia, apoiando o planejamento e a tomada de decisão para políticas públicas e

empresariais. A metodologia da contabilidade econômica e ambiental vem sendo estabelecida pelas Nações Unidas com vistas à integração de dados econômicos, ambientais e sociais em uma única estrutura estatística, considerando-se para tal os manuais SCEA - Marco Central, SCEA-CE, e manuais temáticos, como o SEEA-Water, SEEA-Energy, entre outros.

**táxon:** Unidade taxonômica nomeada (por exemplo, *Homo sapiens*, Hominidae ou Mammalia) pela qual indivíduos ou conjuntos de espécies são assinalados. Tem como plural o termo *taxa*, em latim, ou táxons, em português.

**unidade espacial básica** Unidade geométrica que fornece um nível desagregado na qual diferentes informações possam ser atribuídas. A unidade espacial básica pode ser formada por uma grade de referência ou por meio do delineamento de polígonos. Destaca-se que, na contabilidade do ecossistema, essa unidade não é uma unidade conceitual subjacente; ela compõe a abordagem de mensuração dos dados espaciais.

**uso da terra** Uso humano que é realizado em uma área espacial específica para um determinado propósito (residencial, agrícola, entre outros). A mudança no uso da terra refere-se a uma mudança no uso ou manejo da terra por seres humanos.

**uso sustentável** Exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável.

**zona contígua** Zona adjacente ao mar territorial, não excedente à 24 milhas marítimas, contadas a partir das linhas de base que servem para medir a largura do mar territorial, na qual o Estado costeiro pode exercer controle com o propósito de evitar ou reprimir as infrações às suas leis e regulamentos aduaneiras, fiscais, de imigração e sanitários no seu território ou mar territorial, conforme disposto no art. 33º da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar.

**zona econômica exclusiva** Área que estende-se até a distância máxima de 200 milhas náuticas medida a partir das linhas de base adotadas pelo Estado costeiro. Na zona econômica exclusiva, o Estado costeiro tem direitos de soberania para fins de exploração e aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais, vivos ou não vivos das águas sobrejacentes ao leito do mar, do leito do mar e seu subsolo, e no que se refere a outras atividades com vista à exploração e aproveitamento da ZEE para fins econômicos, como a produção de energia a partir da água, das correntes e dos ventos. Também tem jurisdição no que se refere à: 1) colocação e utilização de ilhas artificiais, instalações e estruturas; 2) investigação científica marinha; 3) proteção e preservação do meio marinho, conforme disposto nos artigos 55 a 57 da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar.

## Equipe técnica

### Diretoria de Geociências

#### Coordenação de Meio Ambiente

Therence Paoliello de Sarti  
Maria Luisa da Fonseca Pimenta

#### Gerência de Contas e Estatísticas Ambientais

Ivone Lopes Batista

#### Gerência de Mapeamento e Sensoriamento Remoto

Luciana Mara Temponi de Oliveira

### Superintendência Estadual do IBGE no Distrito Federal

Gabriel Moreira Antonaccio

#### Gerência de Geografia e Meio Ambiente

Leonardo Lima Bergamini

#### Gerência da Reserva Ecológica do IBGE

Mauro César Lambert de Brito Ribeiro

#### Coordenação técnica da publicação

Leonardo Lima Bergamini  
Mariza Alves de Macedo Pinheiro

#### Revisão final do texto

Anderson Ribeiro Santiago

#### Equipe técnica

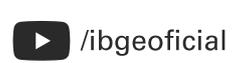
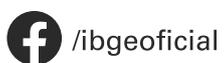
André Luiz Ferreira  
André Polly Assumpção  
Angelita de Souza Coelho  
Betânia Tarley Porto de Matos Góes  
Iona'i Ossami de Moura  
Ivone Lopes Batista  
Frederico Scherr Caldeira Takahashi  
Leonardo Lima Bergamini  
Luciana Mara Temponi de Oliveira  
Marina de Lourdes Fonseca Resende  
Mariza Alves de Macedo Pinheiro  
Rodrigo da Silveira Pereira

### Colaboradores externos

#### Sistema de Informações sobre a Biodiversidade Brasileira / Rede Nacional de Ensino e Pesquisa

Clara Baringo Fonseca  
Keila Elizabeth Macfadem Juarez

Se o assunto é **Brasil**,  
procure o **IBGE**.



**www.ibge.gov.br** 0800 721 8181

# AVALIAÇÃO DOS DADOS SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA 2022

As estatísticas ambientais constituem uma importante dimensão do saber científico sobre a biodiversidade, contudo o simples acréscimo de novos elementos a esses acervos informacionais pode não se traduzir, necessariamente, em novos conhecimentos, uma vez que as bases de dados já disponíveis no País, produzidas por variadas instituições, demandam a avaliação criteriosa de seu potencial, com vistas à eficiência do conjunto de dados já existentes.

Ciente de sua condição de coordenador do Sistema Estatístico Nacional - SEN, responsável que é pela produção, sistematização e disseminação de estatísticas econômicas, sociais e ambientais sobre o País, o IBGE divulgou as primeiras informações sobre a contabilidade do capital natural em 2020, contemplando, na ocasião, o uso da terra nos biomas brasileiros. Desde então, outros estudos institucionais vieram a público, como o realizado sobre as espécies ameaçadas de extinção no Brasil, tema relevante para um dos países mais biodiversos do mundo, refletindo, dessa forma, o seu alinhamento ao esforço internacional para a mensuração dos ecossistemas e de sua importância para a sociedade.

Com o lançamento desta publicação, o IBGE reporta uma avaliação da qualidade e das coberturas espacial e temporal dos registros de ocorrência de espécies disponibilizados no Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira - SiBBBr, plataforma governamental que integra dados e informações sobre a biodiversidade provenientes de diferentes fontes. As avaliações apresentadas foram realizadas a partir dos registros de nove grupos taxonômicos representativos de diferentes tipos de ecossistemas e que possuem distribuição no Território Nacional: anfíbios, artrópodes, aves, fungos, mamíferos, moluscos, peixes ósseos, plantas vasculares e répteis.

As informações geocientíficas ora divulgadas, cumpre destacar, são experimentais, isto é, estão sob avaliação porque ainda não atingiram um grau completo de maturidade em termos de harmonização, cobertura ou metodologia. Espera-se, no entanto, que as métricas utilizadas na presente investigação possam contribuir para a identificação de lacunas no conhecimento, a definição de prioridades de pesquisa e a seleção de áreas que já disponham de dados considerados suficientes para a elaboração de estudos-piloto, bem como para a detecção das principais limitações dos dados, ensejando, por fim, o favorecimento de estratégias de qualificação e complementação dessas informações.

Esta publicação também está acessível no portal do IBGE na Internet, que disponibiliza ainda outros estudos institucionais relacionados à temática ambiental, a exemplo das Contas Econômicas Ambientais.



ISBN 978-85-240-4590-5



9 788524 045905