

## CAPÍTULO 2: TRAJETÓRIA HISTÓRICA E PANORAMA ATUAL DAS RELAÇÕES ENTRE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

**Como citar:** Buainain, A. M., Aquino, F. de G., Assad, E. D., Garcia, J. R., Fonseca, M. G., Valentim, J. F., Bustamante, M. M. C., Giulio, G. M., Vieira-Junior P. A., Coutinho, J. G. E. Capítulo 2. Trajetória histórica e panorama atual das relações entre agricultura, biodiversidade e serviços ecossistêmicos. In: Prado, R. B.; Overbeck, G. E., Graco-Roza, C., Moreira, R. A., Monteiro, M. M., Duarte, G. T. (Org.). Relatório Temático sobre Agricultura, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES). 1ª Ed. Campinas: Ed. dos Autores, 2024. P. 52-72.

<http://doi.org/10.4322/978-65-01-21502-0.cap02>

**Coordenadores do capítulo:** Antônio Márcio Buainain<sup>1</sup>,  
Fabiana de Gois Aquino<sup>2</sup>, Eduardo Delgado Assad<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Campinas

<sup>2</sup> Embrapa Cerrados

<sup>3</sup> Fundação Getúlio Vargas - GVAgro

<sup>7</sup> Universidade de Brasília

<sup>8</sup> Universidade de São Paulo

<sup>9</sup> Embrapa

<sup>10</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da  
Bahia

**Autores do capítulo:** Junior Ruiz Garcia<sup>4</sup>, Marisa  
Gesteira Fonseca<sup>5</sup>, Judson Ferreira Valentim<sup>6</sup>,  
Mercedes Maria da Cunha Bustamante<sup>7</sup>, Gabriela  
Marques Di Giulio<sup>8</sup>, Pedro Abel Vieira Junior<sup>9</sup>,  
Jeferson Gabriel da Encarnação Coutinho<sup>10</sup>

<sup>4</sup> Universidade Federal do Paraná

<sup>5</sup> Veraterra Mapeamento e Consultoria Ambiental

<sup>6</sup> Embrapa Acre

**Revisores externos:** Elaine Cristina Cardoso Fidalgo<sup>11</sup>,  
José Felipe Ribeiro<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Embrapa Solos

<sup>12</sup> Embrapa Cerrados

# CAPÍTULO 2: TRAJETÓRIA HISTÓRICA E PANORAMA ATUAL DAS RELAÇÕES ENTRE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

## 2.1 Introdução

## 2.2. Expansão da agricultura no Brasil

### 2.2.1 Fatores responsáveis pela ocupação do território

### 2.2.2 O estabelecimento da monocultura no Brasil e sua resiliência

## 2.3 Histórico de políticas agrícolas e ambientais

### 2.3.1 Ocupação territorial e modernização focada na produção conduzida pelo Estado

### 2.3.2 A dimensão ambiental entra em cena

### 2.3.3 A questão ambiental ganha importância no debate e nas políticas públicas

### 2.3.4 Políticas públicas respondem a objetivos e pressões contraditórias

### 2.3.5 A permanência dos conflitos em função da incipiente governança ambiental e territorial

## 2.4 Dinâmica de ocupação agrícolas e impactos ambientais nos biomas brasileiros após 1970

### 2.4.1 A dinâmica de uso e a ocupação da terra pela agricultura

### 2.4.2 Crescimento extensivo, desmatamento e a perda de biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

### 2.4.3 O desmatamento implica em perdas para a agricultura

### 2.4.4 Contribuição das mudanças no uso da terra para as emissões de GEE

## 2.5 Agricultura brasileira: da produção à conservação.

### 2.5.1 Expansão da agricultura e a valorização ambiental

### 2.5.2 Base institucional e tecnológica para a promoção do crescimento sustentável

## 2.6 Considerações finais

## Referências

## 2.1 Introdução

A partir da explanação sobre a inter-relação entre agricultura, biodiversidade e serviços ecossistêmicos, no capítulo 1, é traçado, no presente capítulo, um perfil do processo de transformações na agricultura advindas da dinâmica de uso das terras. Dessa forma, o capítulo apresenta um panorama da trajetória das relações entre agricultura, biodiversidade e serviços ecossistêmicos em um contexto histórico em que predominava o crescimento da agricultura, baseado na expansão da fronteira agrícola com a incorporação de novas terras e com a substituição da vegetação nativa por lavouras e pastagens. A partir da década de 1980, o ritmo de ocupação de terras arrefeceu e a evolução da produtividade total dos fatores, que é a relação entre o índice de produto total e o índice de insumos, uma medida do grau de eficiência com que determinada atividade utiliza seus recursos para produção, passou a ser a principal fonte de crescimento da produção da agricultura brasileira. Entre 1975 e 2020, essa produção cresceu 400%, enquanto a área agrícola dobrou (Gasques et al., 2022).

Desde a década de 1990, a preocupação e as ações relacionadas à sustentabilidade ambiental vêm ganhando importância na agenda de políticas públicas, dos produtores rurais e das entidades e organizações do setor privado e sociedade civil. Os inegáveis avanços que colocaram o Brasil como grande produtor de alimentos, matérias primas e bioenergia, e na liderança de soluções sustentáveis para a agricultura tropical, não excluem a ocorrência de dinâmicas indesejáveis, as quais vão desde o desmatamento ilegal, passando pelas queimadas não-controladas até a

contaminação dos recursos hídricos e do solo. Com isso, há uma necessidade inadiável de reduzir a utilização de agrotóxicos, oferecer capacitação aos produtores rurais, melhorar o uso e o manejo de terras degradadas, proteger as áreas definidas pela legislação, promover a restauração ecológica e as boas práticas agrícolas e a inclusão produtiva e sustentável dos agricultores familiares nas cadeias de valor da agricultura.

## 2.2. Expansão da agricultura no Brasil

### 2.2.1 Fatores responsáveis pela ocupação do território

A ocupação do território brasileiro tem sido impulsionada por fatores ambientais, demográficos, econômicos, políticos e institucionais, geradores de conflitos em torno da propriedade e uso da terra, deslocamentos populacionais e impactos ambientais que, com diferentes configurações, perpassam os mais de cinco séculos da história do Brasil (Furtado, 2007). Da perspectiva econômica, a expansão da agricultura foi influenciada por dois vetores: de um lado, o mercado externo, do pau-brasil à soja, cuja demanda e preços ditaram o ritmo de ocupação e uso das terras; de outro, o mercado interno, cuja importância crescente foi sempre condicionada à dinâmica de ocupação por meio de atividades voltadas para o mercado externo. A ocupação e o desmatamento da Mata Atlântica tiveram início nos primórdios da colonização (Cabral & Cesco, 2008), estendendo-se para os demais biomas, em ritmo aparentemente compatível com a oferta de recursos naturais, tratados como abundantes e inesgotáveis. Ao longo do tempo, demandas e disputas pelo território irradiadas por diferentes setores

– agricultura, indústria, mineração, obras de infraestrutura e expansão dos núcleos urbanos – foram fortemente influenciadas pelas necessidades e mudanças na condição humana, acomodadas por um contexto social e político. Esse cenário propiciou rápidas e intensas mudanças no uso da terra, alterações nos ecossistemas e concentração fundiária, que vem nos colocando diante de desafios cada vez mais complexos em função do crescimento populacional e da demanda por alimentos e fontes de energia.

### **2.2.2. O estabelecimento da monocultura no Brasil e sua resiliência**

Ainda no Período Colonial, o ciclo da cana-de-açúcar voltado ao mercado externo introduziu a monocultura convencional, tendo como base a grande propriedade, o trabalho escravo, a policultura de subsistência, a subordinação e a marginalização dos pequenos agricultores e o caráter secundário do abastecimento local. Esse padrão foi reproduzido nos sistemas produtivos de algodão, café, cacau e fumo, que se seguiram com o passar do tempo, assim como na extração da borracha e da erva-mate e na pecuária extensiva, que representaram os alicerces econômicos do Brasil até meados do século XX, quando se aprofundaram a industrialização e a transformação para uma sociedade urbana (Furtado, 2007).

Apesar dos impactos ambientais e sociais negativos, as monoculturas historicamente sobreviveram aos ciclos de expansão e retração econômica dos séculos XVI ao XX (Martins, 1975). Expandiram-se em área, migraram para outras regiões, os sistemas produtivos se modernizaram e, em pleno século XXI, ocupam posição de destaque no fornecimento de serviços ecossistêmicos de

provisão como alimentos, fibras e energia (ver números da produção da agricultura no país na apresentação do Relatório e no capítulo 1). Possivelmente, isso se deve às características do mercado internacional de *commodities* que se interessa por grandes volumes de mercadorias primárias produzidas em larga escala, resultando em uma série de produtos industrializados.

A partir da segunda metade do século XX, a industrialização e urbanização foram colocando em xeque a dinâmica de crescimento horizontal da agricultura, tendo como base a abertura de novas áreas e a utilização de mão-de-obra abundante e barata, ocasionando perdas de biodiversidade, concentração fundiária e exclusão social. Com base nesse padrão, a agricultura já não conseguia assegurar os serviços ecossistêmicos de provisão, seja os alimentos básicos para o mercado interno, as matérias-primas para a indústria e os produtos para o mercado externo, todos essenciais para sustentar o crescimento da indústria e dos centros urbanos. A partir da década de 1950, o descompasso entre o desempenho da agricultura e as demandas e necessidades do crescimento urbano-industrial contribuíram para acentuar os problemas sociais, políticos e econômicos decorrentes da histórica desigualdade da sociedade brasileira. Também se ampliam as tensões entre a agricultura e o meio ambiente e, em particular, a partir dos anos 1970 se intensificaram as pressões ambientais exercidas pela urbanização, indústria de mineração e energia e obras de infraestrutura. Essas tensões culminaram na opção política pela modernização da agricultura e ocupação de novas fronteiras nas regiões Norte e Centro-Oeste, apoiadas por políticas públicas a partir da década

de 1960. Nesse contexto, não ocorreram reformas estruturais, em particular a reforma agrária, proposta como alternativa para destravar o crescimento da produção de alimentos. As preocupações e políticas ambientais só seriam incorporadas à agenda política a partir de meados das décadas de 1960 (Martins, 1975).

## **2.3 Histórico de políticas agrícolas e ambientais**

### **2.3.1 Ocupação territorial e modernização focada na produção conduzida pelo Estado**

As tensões mencionadas na seção anterior impulsionaram o projeto de modernização da agricultura integrada à indústria a partir dos anos 1960. Após 1965, reforçou-se a capacidade do Estado para intervir e apoiar a agricultura, por meio de um projeto abrangente, envolvendo a modernização, expansão e criação de instituições, políticas e programas, como o Sistema Nacional de Crédito Rural – SNCR, em 1965, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, em 1973, que viria a coordenar o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, em 1992, e a Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMBRATER, em 1974. No âmbito dos Estados, o projeto modernizador incluiu tanto as organizações estaduais de pesquisa agrícola (OEPAS), como as empresas de assistência técnica e extensão rural (EMATERs) e a criação das comissões estaduais de planejamento da agricultura, incluindo a pecuária (CEPAs). O Estado apoiou a expansão territorial e a modernização da agricultura, com base no tripé mecanização, sementes melhoradas e uso de agroquímicos, seguindo o modelo da Revolução Verde e a experiência da agricultura de países de regiões temperadas.

O projeto de modernização foi reforçado pela implementação de planos e programas especiais, como o Programa de Integração Nacional (PIN), instituído em 1970, com o objetivo de integrar o Norte e o Nordeste por meio de obras de infraestrutura (rodovias Transamazônica, Cuiabá-Santarém, Belém-Brasília e BR-364, de São Paulo ao Peru) e da implantação de projetos agrícolas e agroindustriais e de pólos de colonização e reforma agrária (Silva-Filho, 2016): Polonoroeste, Polocentro, Polonordeste, Programas de Desenvolvimento Rural Integrado (PDRIs), Programa Nacional de Irrigação (PNI), Programa de Irrigação do Nordeste (Proine) em 1986, Pro-Várzeas, Programa de Microbacias e Programa de Cooperação Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento Agrícola dos Cerrados (PRODECER) em 1979, dentre outros.

### **2.3.2 A dimensão ambiental entra em cena**

A despeito de o Brasil contar com um Código Florestal, Decreto nº 23.793/34 (Brasil, 1934a), e com o Código de Águas, Decreto nº 24.643/34 (Brasil, 1934b), desde a década de 1930, foi só a partir da década de 1960, em contexto marcado pelas restrições político-institucionais impostas pelo regime militar, que o tema ambiental passou a ganhar espaço na agenda política. Na agricultura, emergiram preocupantes evidências do impacto ambiental negativo da introdução de pacotes tecnológicos propostos pela Revolução Verde e adaptados das regiões temperadas do globo, em particular a perda de solo e a contaminação do solo, da água e da biota. Ainda na década de 1970, os fracassos dos projetos pioneiros de ocupação da porção norte do Brasil vieram à tona, reavivando tensões políticas associadas à ocupação e grilagem de

terras, violência no meio rural, expulsão de populações indígenas, desmatamento predatório, pobreza e atraso nas zonas rurais. Ainda assim, o tema ambiental foi mantido em plano secundário, a despeito de iniciativas no âmbito legislativo e das políticas públicas, em particular a aprovação do Código Florestal de 1965 e o lançamento da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) em 1981. A última lançou as concepções, princípios e mecanismos que seriam adotados e incorporados à Constituição Federal de 1988, reconhecendo o meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito de todos, e que atribuiu ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo (Brasil, 1988). Esse processo culminou com a promulgação da Lei de Crimes Ambientais, Lei Federal nº 9.605/1998 (Brasil, 1998), que estabeleceu como crimes uma série de atos lesivos ao meio ambiente e ao ecossistema, além de prever a responsabilidade penal da pessoa jurídica.

### **2.3.3 A questão ambiental ganha importância no debate e nas políticas públicas**

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, também chamada de Rio-92, reforçou as pressões da sociedade por uma melhor gestão ambiental. No âmbito nacional, cabe destacar iniciativas relevantes, como a criação, em 2004, dos Planos de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) e no Cerrado (PPCerrado), além da Lei da Mata Atlântica em 2006, Lei Federal nº 11.428/2006 (Brasil, 2006), que serviram como referência para a articulação de políticas de conservação florestal e o

controle do desmatamento praticadas até 2018. Em 2008, foi criado o Fundo Amazônia, mecanismo de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+) (Angelsen, 2008), para levantar fundos não reembolsáveis para prevenir, monitorar e combater o desmatamento e promover a preservação e o uso sustentável na Amazônia. Esse processo pós Rio-92 foi reforçado com a aprovação da Política Nacional sobre Mudança do Clima, Lei Federal nº 12.187/2009 (Brasil, 2009); seguida pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa, Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012a); Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica, Lei Federal nº 7.794/2012 (Brasil, 2012b), Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), Lei Federal nº 12.805/2013 (Brasil, 2013); Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), Lei Federal nº 13.576/2017 (Brasil, 2017); Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, Lei Federal nº 14.119/2021 (Brasil, 2021a) e a criação do Programa ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono), Decreto Federal nº 10.606/2021 (Brasil 2021b), considerados como marcos na temática de conservação agroambiental.

### **2.3.4 Políticas públicas respondem a objetivos e pressões contraditórias**

Tendo o Brasil se consolidado como um importante produtor agrícola mundial, as políticas agrícola e ambiental adotadas após a redemocratização responderam a múltiplas pressões, algumas convergentes e outras contraditórias. As crescentes pressões internacionais pela adoção de padrões ambientais, sociais e de governança, em especial pelos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento

Econômico (OCDE) (Singhania & Saini, 2023), foram sem dúvida um importante vetor para as mudanças nas políticas agrícolas e ambientais. Mas no Brasil, o debate em torno da sustentabilidade e mudanças climáticas aglutinou o interesse de organizações da sociedade civil, que com atuação em várias frentes e distintos alcances territoriais, desde o combate ao desmatamento até mobilizações envolvendo desigualdades sociais, pobreza, fome, discriminação racial e de gênero. Por fim, conquistaram legitimidade e força política a favor de compromissos relacionados à proteção ambiental e à sustentabilidade no país (Buainain & Garcia, 2022). Nesse mesmo contexto, interesses de segmentos agrários se manifestaram também, buscando ampliar a ocupação de áreas nos marcos da legalidade e dos compromissos ambientais definidos em lei, contestando diretamente a demanda por preservação e sustentabilidade.

### **2.3.5 A permanência dos conflitos em função da incipiente governança ambiental e territorial**

A maior apropriação social da temática ambiental e da importância da sustentabilidade para a agricultura não eliminou os conflitos em torno do cumprimento das restrições legais impostas ao uso de áreas sob propriedade privada, sistemas e práticas produtivas, licenciamento de grandes empreendimentos, demarcação de terras indígenas e unidades de conservação, bem como da implementação da legislação ambiental. A Lei de Proteção da Vegetação Nativa, Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012a) é exemplo emblemático de acordo/compromisso político que não teve força

para eliminar os conflitos e ser aplicado de forma generalizada no país. Se, por um lado, essa Lei permitiu a legalização de áreas desmatadas, em casos específicos, de outro, colocou limites para a utilização das terras em cada bioma, definiu patamares mínimos para a preservação e estabeleceu o Cadastro Ambiental Rural (CAR), instrumento-chave para o cumprimento da legislação ambiental no campo (ver mais informações a respeito nos capítulos 4 e 6). No entanto, passados mais de 10 anos de sua aprovação, a Lei de Proteção da Vegetação Nativa é objeto de disputas, inclusive judiciais, pelas partes interessadas e, ainda enfrenta obstáculos para ser efetivamente aplicada (ver item 2.5.2 deste capítulo). Enfim, a despeito do aperfeiçoamento dos mecanismos de gestão territorial, de comando e controle e de incentivos econômicos à adoção de práticas produtivas mais sustentáveis, a supressão da vegetação nativa e os incêndios florestais ainda são desafios importantes a serem superados e evidencia que o processo de integração das políticas e ações nos âmbitos agrícola, ambiental, social e econômico é gradativo, justamente por ser complexo e laborioso.

## **2.4 Dinâmica de ocupação agrícola e impactos ambientais nos biomas brasileiros após 1970**

### **2.4.1 A dinâmica de uso e a ocupação da terra pela agricultura**

A área ocupada pelos estabelecimentos agrícolas passou de 294 milhões de hectares (Mha) em 1970 para 351 Mha em 2017, 41% do território brasileiro, utilizados para a produção animal e o cultivo/extração de 300 espécies vegetais (IBGE, 2017). O Censo Agropecuário de 2017 registrou que as pastagens ocupavam 159,5 Mha (47,3

Mha de pastagens naturais e 112,2 Mha de pastagens plantadas: 89% em boas condições e 11% em más condições, ou seja, degradadas)<sup>6</sup>, seguido pelas lavouras temporárias com 55,6 Mha. Em 2021, a Produção Agrícola Municipal indicou que as lavouras temporárias ocupavam 81,3 Mha em 2021 (IBGE, 2022), e que apenas 3 culturas utilizavam 79% da área com lavouras temporárias: soja (39 Mha), milho (19,6 Mha) e cana de açúcar (10 Mha). Outras culturas, como arroz, feijão, trigo, algodão, café, cacau e seringueira também são importantes em termos de produção e uso da terra agrícola (IBGE, 2022). Cabe destacar que a ocupação e o uso da terra nesse período foram caracterizados também pelo desenvolvimento de um novo padrão de produção, baseado na intensificação tecnológica, que foi determinante para o aumento da produtividade total dos fatores de produção que respondeu por 87,9% da produção brasileira entre 1975 e 2020 (Gasques et al., 2022).

Informações divulgadas pelo Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil, o MapBiomas, mostraram que em 38 anos a área utilizada para a agricultura no Brasil cresceu 95,1 Mha, equivalente a 10,6% do território nacional (MapBiomas, 2023a). Com essa expansão, até 2022, 33% (282,5 Mha) do território brasileiro estava ocupado pela agricultura (MapBiomas, 2023a). A extensão territorial do Brasil e os diferentes métodos e critérios utilizados, conferem alta complexidade ao mapeamento, o que explica as diferenças encontradas entre as informações oficiais do IBGE e da iniciativa MapBiomas quanto à

área ocupada com diferentes tipologias de uso da terra. Em que pese as diferenças, é importante refletir sobre as razões e os vetores que levaram às mudanças na cobertura vegetal.

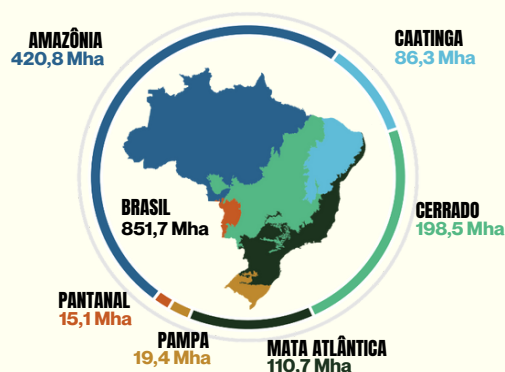
#### **2.4.2 Crescimento extensivo, desmatamento e a perda de biodiversidade e serviços ecossistêmicos**

A intensificação tecnológica e de capital coexistiu com a ocupação de novas terras, em parte utilizadas com base nos sistemas produtivos intensivos e em parte com base no padrão extensivo. Entre 1985 e 2022, estima-se uma perda líquida de 98 Mha de áreas naturais (incluindo florestas, formações naturais não florestais, praias, dunas, areais, rios e lagos), correspondendo a 15% daquela presente no início do período: 58,6 Mha eram formações florestais, 28,9 Mha formações savânicas, 3,3 Mha de formações campestres e 4,5 Mha de campos alagados e áreas pantanosas, os quais foram convertidos em sua maior parte em áreas com atividades agrícolas (Figura 2.1) (MapBiomas, 2023a). A perda de formação vegetal nativa foi registrada em todos os biomas no período (Figura 2.1, ver também Quadro 2.1), refletindo a mudança na geografia agrícola brasileira, que ocorreu desde o bioma Mata Atlântica, avançando para os biomas Cerrado, Amazônia e, mais recentemente, o Pampa. Esses dados permitem refletir sobre a magnitude da perda de serviços ecossistêmicos, com destaque para a perda de biodiversidade e contaminação da água, solo, atmosfera e da biota, incluindo o ser humano.

6. As estimativas do MapBiomas (2023a) indicam que 62% das áreas de pastagens brasileiras apresentavam vigor baixo ou médio em 2022.



## Área total dos biomas brasileiros



## Perda de vegetação nativa entre 1985 e 2022

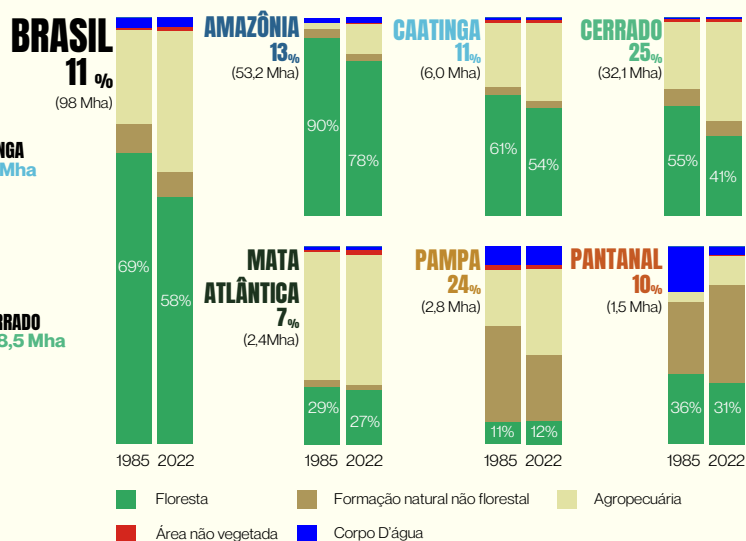


Figura 2.1: Variação na cobertura vegetal nativa entre 1985 e 2022 nos biomas brasileiros. Fonte: MapBiomias (2023a).

### Quadro 2.1: Cobertura de vegetação nativa nos biomas brasileiros

O impacto das ações humanas, entre elas a expansão agrícola, sobre a biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos tem ocorrido de forma direta por meio da supressão do habitat natural, da redução de contínuos florestais (Lôbo et al., 2011; Slattery & Fenner, 2021) e do efeito de borda (Fischer et al., 2021). Outros impactos importantes também são relatados como: alteração na temperatura, nas fontes de ignição que podem resultar em incêndios (Barlow et al., 2020; Leal-Filho et al., 2021), no balanço energético e no ciclo hidrológico (Silvério et al., 2015; Caballero et al., 2022).

O Brasil possui exigências legais, tanto para produção agrícola como para qualquer outra forma de utilização do solo. Nesse sentido, é importante explicitar que a supressão da vegetação nativa legal prevê a obtenção de autorização, a partir do Cadastro Ambiental Rural (CAR), que integra informações ambientais das propriedades e posses rurais. O Brasil é coberto por diversos sistemas de alerta de desmatamento, que analisam imagens de diferentes satélites. Segundo o Relatório Anual de Desmatamento 2022 (RAD, 2022) do MapBiomias Alerta, entre 2019 e 2022 foram validados mais de 300 mil alertas de desmatamento no Brasil, somando cerca de 6,60 Mha. De acordo com o mesmo Relatório, foram encontrados indícios de ilegalidade em mais de 99% da área desmatada no Brasil em 2022 e em apenas 36% dessa área houve alguma ação do poder público, como autorização, atuação ou embargo. Nota-se, portanto, o enorme desafio de monitoramento do uso e ocupação do solo em um país de dimensões continentais. A análise realizada por Rajão et al., (2020) mostrou que, “embora a maior parte da produção agrícola do Brasil seja livre de desmatamento, 2% das propriedades na Amazônia e no Cerrado são responsáveis por 62% de todo o desmatamento potencialmente ilegal e que cerca de 20% das exportações de soja e pelo menos 17% das exportações de carne bovina, de ambos os biomas para a União Europeia, podem ser originárias de áreas com desmatamento ilegal”.

A seguir discutimos as perdas em área da vegetação nativa dos biomas brasileiros nos últimos anos (Figura 2.1). Ressalta-se que esses números se atualizam a cada dia e, mais que números, é importante entender o contexto que os cercam.

### Quadro 2.1: Cobertura de vegetação nativa nos biomas brasileiros

Em números absolutos, a maior perda de vegetação nativa entre 1985 e 2022 aconteceu na Amazônia (Figura 2.1). Além do impacto direto sobre a biodiversidade, o desmatamento na Amazônia afeta a química atmosférica, balanço de gases de efeito estufa, hídrico e energético, escoamento superficial e dinâmica de nitrogênio, entre outros processos, com impactos regionais e globais (Ometto et al., 2011; Nobre et al., 2016; Lima et al., 2023). Adicionalmente, a floresta remanescente no bioma está sujeita a distúrbios antropogênicos que, juntamente com eventos climáticos, causam degradação, perda de biodiversidade e emissão de gases de efeito estufa. Registros realizados desde 2001 apontaram para um efeito negativo de incêndios florestais na distribuição espacial de 77,3% a 85,2% das espécies listadas como ameaçadas na região (Feng et al., 2021). Estima-se que 38% da floresta amazônica estejam degradadas por fogo, efeito de borda, exploração madeireira ou eventos de seca extrema, o que causa emissões de carbono comparáveis às emissões por desmatamento e redução de até 34% da evapotranspiração durante a estação seca nas áreas degradadas (Lapola et al., 2023).

Na Mata Atlântica, a perda proporcional recente (1985-2022) de habitat foi menor que nos demais biomas (Figura 2.1), mas essa relativa estabilidade esconde a supressão de florestas maduras que é compensada, parcialmente, pela regeneração de fragmentos florestais, especialmente em áreas pouco aptas para agricultura e silvicultura, e que possuem menor biodiversidade e estoque de carbono (Rosa et al., 2021). Esse processo ocasionou o aumento do isolamento da vegetação remanescente e a redução da quantidade e qualidade de habitats adequados para espécies ameaçadas de extinção (Diniz et al., 2022). A antropização da Mata Atlântica tem ainda outras consequências significativas para a sociedade brasileira, como a escassez hídrica, a contaminação química e a indução de problemas sanitários como o Mal de Chagas no século passado e a Febre Amarela na atualidade. A perda e a degradação da vegetação nativa da Mata Atlântica é sinal de alerta para um bioma responsável por garantir serviços ecossistêmicos para cerca de 57% da população e 67% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (Buainain et al., 2020).

No Cerrado, áreas de pastagem, agricultura e silvicultura somam quase 50% da área do bioma até 2022 (Figura 2.1). Este bioma contribui com a vazão que flui em oito das doze regiões hidrográficas brasileiras, considerado estratégico para a manutenção da regulação hídrica nos rios Paraguai, Parnaíba, São Francisco e Tocantins-Araguaia (Lima & Silva, 2007). Mudanças no uso e cobertura das terras precisam considerar a interdependência do equilíbrio do ciclo das águas no Pantanal com o bioma Cerrado e demais regiões brasileiras. O avanço, muitas vezes, desordenado das áreas rural e urbana têm gerado fragmentação de habitats e impactos negativos sobre a biodiversidade (Oliveira et al., 2017; Rocha et al., 2018). De 1985 a 2022, 32,1 Mha de vegetação nativa foram convertidos em outros usos no bioma (Figura 2.1). Estima-se que a supressão da vegetação nativa do Cerrado tenha causado, até 2019, redução de 10% da evapotranspiração anual e aumento de 0,9°C da temperatura de superfície média no bioma (Rodrigues et al., 2022). A ocupação desordenada também pode contribuir para maior ocorrência de incêndios, que são potencializados por fatores climáticos, como ampliação do período de seca e aumento da temperatura do ar, resultando em distúrbios nas características estruturais da vegetação (Dias et al., 2017; Santana, 2019; Santos et al., 2021).

A perda de cobertura vegetal na Caatinga alcançou cerca de 6 Mha entre 1985 e 2022 (Figura 2.1) (MapBiomias, 2023a), com várias regiões em processo avançado de desertificação, confirmando a ausência de planejamento e zoneamento das atividades agrícolas, em função da capacidade de

### Quadro 2.1: Cobertura de vegetação nativa nos biomas brasileiros

suporte de cada região (Araujo et al., 2023). Das atividades agrícolas, a pecuária foi o principal vetor de degradação ambiental no litoral, enquanto a extração de madeira foi a atividade mais expressiva na região Norte. Importante destacar que algumas regiões ainda estão preservadas e podem se tornar áreas de conservação ambiental (Silva et al., 2017; Antongiovanni et al., 2020).

No Pantanal, embora a proporção de vegetação nativa seja relativamente alta quando comparada a outros biomas (Figura 2.1), as ameaças à biodiversidade são expressivas (Alho et al., 2019), com impactos negativos não desprezíveis para a agricultura e provisão de serviços ecossistêmicos. O Pantanal e principalmente o planalto do seu entorno sofreram perdas e degradação de habitats naturais devido à prática de pecuária e agricultura não-sustentáveis, mineração, contaminação ambiental (incluindo contaminação por mercúrio, agrotóxicos e esgoto urbano), turismo não-sustentável, fogo, mudanças no fluxo das nascentes de rios e erosão, resultado da ação de conservação deficiente e ineficiente implementação da legislação ambiental (Alho, 2008; Alho et al., 2019). Observa-se uma tendência de redução da superfície de água no bioma considerando a série histórica de 1985 a 2022 (MapBiomas, 2023b). As intensas queimadas no Pantanal em 2020, resultantes da combinação de fatores climáticos e atividades humanas, tiveram seus efeitos propagados por mais de 4 Mha, afetando quase todas as unidades de conservação e territórios indígenas do bioma (Libonati et al., 2020; WWF, 2020) e um número desconhecido de espécies vegetais e animais, incluindo o refúgio da maior população de onças-pintadas no mundo e de outras espécies ameaçadas, como a arara azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*) (Leal-Filho et al., 2021).

O Pampa foi, junto com o Cerrado, um dos biomas que mais perdeu vegetação nativa em termos proporcionais entre 1985 e 2022 (Figura 2.1). A conversão de áreas naturais em agrícolas foi um reflexo, principalmente, da expansão dos cultivos de soja e outros grãos (Kuplich et al., 2018; MapBiomas, 2023a). Altamente diverso, mas pouco conhecido, o Pampa é o bioma brasileiro com maior Índice de Risco de Conservação, dado pela razão entre áreas naturais convertidas e protegidas (Overbeck et al., 2015).

#### 2.4.3 O desmatamento implica em perdas para a agricultura

Ainda que a precipitação seja altamente variável no espaço e no tempo (Manton & Bonell, 1993), a degradação de nascentes, o assoreamento de rios e lagos e a construção de represas podem diminuir a capacidade de regulação hídrica e a qualidade da água, serviços ecossistêmicos essenciais para a produção agrícola. Cabe destacar que o desmatamento altera a temperatura de superfície e a evapotranspiração (água evaporada do solo mais a água transpirada pela planta), reduzindo a probabilidade de

formação de nuvens e precipitação (Pielke et al., 1998), causando portanto, perdas econômicas para o setor agrícola (Leite-Filho et al., 2021; Rodrigues, et al., 2022). Estes efeitos tendem a ser agravados por eventos extremos de precipitação (secas ou chuvas intensas). Dados indicam que os anos de 2013 a 2021 apresentaram a menor superfície de água no Brasil (MapBiomas, 2023b). Embora tenha sido observada uma recuperação da superfície de água no Brasil em 2022, houve variação espacial nesse parâmetro, com Pampa e Pantanal ainda apresentando superfície de água inferior à média da série temporal (MapBiomas,

2023b). Essa redução tem impacto potencial na produção de alimentos, dessedentação de animais, geração de energia e abastecimento urbano, entre outros aspectos. Estima-se que a produção de soja e de milho poderiam ter sido 6,6% e 9,9% mais altas, respectivamente, na última década se o desmatamento a partir de 1982 no Cerrado e Amazônia não tivesse afetado os padrões de precipitação (Batista et al., 2023).

#### **2.4.4 Contribuição das mudanças no uso da terra para as emissões de GEE**

O Brasil tem assumido um papel relevante nos acordos internacionais de enfrentamento das mudanças do clima, evidenciando o papel importante de diferentes setores para o alcance dos compromissos de redução nas emissões de gases do efeito estufa (GEE). As mudanças de uso da terra no Brasil responderam pela maior parte das emissões, com 1,12 bilhão de toneladas brutas de gás carbônico equivalente CO<sub>2</sub>-eq, ou seja, 48% do total nacional, em 2022. As emissões nos setores agropecuária e de energia apareceram em seguida, respondendo por cerca de 27% e 18%, respectivamente (SEEG, 2023). A fermentação entérica, sobretudo do gado bovino, é a maior responsável pelas emissões do setor agropecuária (MCTI, 2022). Adicionalmente, atividades humanas geram fontes de ignição que, combinadas com condições climáticas favoráveis, têm causado incêndios florestais (Libonati et al., 2020; Silveira et al., 2022). A degradação florestal relacionada tanto a estes incêndios quanto ao efeito de borda, causado pelo desmatamento, representa uma importante fonte de emissões de GEE que não é contabilizada nas estimativas nacionais. Na Amazônia brasileira, entre

2003 e 2015, as emissões comprometidas de CO<sub>2</sub> relacionadas à degradação florestal alcançaram 88% das emissões brutas por desmatamento (Silva Junior et al., 2021).

Em vista disso, além da redução do desmatamento, a incorporação de práticas produtivas sustentáveis pode contribuir de forma inequívoca para mitigar as emissões de GEE em sistemas pecuários, florestais e graníferos. O país dispõe de sistemas inovadores qualificados para oferecer alternativas tecnológicas que tem grande potencial para promover a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, sobretudo a recuperação de pastagens degradadas, evitando a abertura de novas áreas nativas; a recomposição de Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL); a utilização de sistemas agrícolas integrados (sistema de Integração Lavoura-Pecuária – ILP; sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta – ILPF e Sistemas Agroflorestais – SAF); sistemas de plantio direto; e moduladores de fermentação ruminal (Madari et al., 2018; Manzatto et al., 2018) (ver também capítulo 4 deste Relatório).

### **2.5 Agricultura brasileira: da produção à conservação**

#### **2.5.1 Expansão da agricultura e a valorização ambiental**

A inserção nos mercados internacionais, uma marca histórica da agricultura brasileira, pautou a incorporação de tecnologias e inovação, com o crescimento da produtividade e agregação de valor, transformando-a nos últimos 50 anos (1970-2020) (Vieira et al., 2019). Ao mesmo tempo, as regras e normativos sociais e ambientais – o ambiente institucional *lato sensu* –

visando o desenvolvimento sustentável, vem sendo fortalecidos e aperfeiçoados desde a Constituição de 1988, contribuindo para difundir, paulatinamente, uma cultura de valorização da proteção ambiental sem a qual é impossível promover a transição para uma agricultura de baixo carbono e sustentável. Encontrar equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a manutenção dos serviços ecossistêmicos é um desafio iminente (DeFries et al., 2004; Farley & Costanza, 2010). Diferentes setores da economia, incluindo segmentos importantes da cadeia produtiva agrícola estão, gradativamente, reconhecendo que os recursos naturais e os serviços ecossistêmicos são peças fundamentais para o fortalecimento da governança socioambiental e econômica (Arvor et al., 2018).

### **2.5.2 Base institucional e tecnológica para a promoção do crescimento sustentável**

Como visto, o Brasil possui um arcabouço legal e institucional para a promoção do uso mais sustentável dos recursos naturais. A Reserva Legal (RL) e as áreas de Preservação Permanente (APP), conforme a Lei Federal de Proteção da Vegetação Nativa, nº 12.651/2012 (Brasil, 2012a), têm um potencial muito importante, podendo garantir a proteção entre 20% e 80% de vegetação nativa, conforme o bioma, mas enfrentam desafios em sua implementação. Como previsto nessa lei, todo imóvel rural do país deve estar inscrito no Cadastro Ambiental Rural (CAR), que constitui o primeiro passo para a regularização ambiental. Depois da etapa de inscrição no CAR, pelo possuidor do imóvel rural, existem mais duas etapas: de análise e validação dos cadastros, pelo órgão ambiental competente, e de regularização ambiental, quando serão estabelecidas as alternativas

de recomposição de remanescentes de vegetação em APP, áreas de Uso Restrito e Reserva Legal e compensação de Reserva Legal. De acordo com Chiavari et al. (2021), os maiores desafios para a implantação dessas etapas são: o elevado volume e a baixa qualidade dos cadastros; a dificuldade de comunicação com proprietários e possuidores de terras; a escassez de bases cartográficas; recursos técnicos e humanos para executar a validação. Ou seja, a validação das informações declaradas no CAR é complexa e dispendiosa, exigindo recursos humanos e financeiros desde a fiscalização até as análises computacionais automatizadas. A título de exemplo, o Boletim Informativo do CAR, de outubro de 2023 indica a existência de mais de sete milhões de cadastros, com dois milhões parcialmente analisados e apenas 101 mil com análise da regularidade ambiental concluída (SFB & MMA, 2023). Isso confirma a conclusão de Chiavari et al. (2021) de que a análise e validação do CAR está em andamento na maioria dos estados, ainda que a um ritmo aquém do desejado. Esta etapa representa o principal gargalo para a implementação da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Brasil, 2012a). A implementação do Programa de Regularização Ambiental (PRA) somente irá avançar com a etapa de validação dos cadastros concluída.

O PRA compreende um conjunto de ações desenvolvidas pelos produtores rurais para a adequação ambiental dos imóveis rurais por meio da recuperação, regeneração e/ou compensação, conforme a situação. Técnicas de recomposição da vegetação nativas têm sido aprimoradas nas últimas três décadas, com ganhos teóricos e práticos relevantes. Pesquisas desenvolvidas na Mata

Atlântica são bons exemplos e têm gerado informações para a tomada de decisões mais eficazes em diferentes contextos socioeconômicos (Rother et al., 2023). Para outros biomas também existem iniciativas que se destacam, a exemplo do WebAmbiente (Embrapa, 2023), que reúne informações em ambiente interativo para auxiliar a adequação ambiental dos imóveis rurais, sobretudo para o bioma Cerrado. No entanto, há necessidade de intensificar pesquisas para os ambientes não-florestais no Cerrado, bem como para os biomas Pampa, Pantanal e Caatinga (Guerra et al., 2020).

O país conta também com políticas e programas destinados a incentivar a adoção de técnicas e práticas mais conservacionistas,

como o Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC+), que incentiva o uso de técnicas e práticas com menor emissão de GEE, além da recuperação das áreas degradadas (MAPA, 2021). Este plano tornou-se uma referência em política pública indutora de práticas sustentáveis no setor agropecuário. Parece não haver dúvidas que o Brasil desenvolveu as capacitações básicas para sustentar o crescimento da produção agrícola e atender às expectativas de parte da demanda futura de alimento. O desafio é exercer essas capacitações, o que exige mecanismos de incentivos adequados, e principalmente o convencimento da sociedade da importância de levar adiante a agenda da sustentabilidade no país. Nesse

#### **Quadro 2.2: Convergência das agendas internacional e nacional**

Em seus mais de 8,5 milhões de km<sup>2</sup>, o Brasil abriga grande parte da biodiversidade do planeta (OECD, 2016), com grandes extensões de áreas silvestres, além de um importante setor agrícola, o que gera uma pressão mundial para a adoção de formas de produção voltadas à manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. A tradução dessa preocupação levou o Brasil a sediar dois eventos de grande importância mundial no que tange aos acordos internacionais em prol do desenvolvimento sustentável: Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) e Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20).

Na Rio-92, líderes mundiais discutiram ações que deveriam ser empregadas para conciliar a agenda de desenvolvimento econômico com a de conservação do meio ambiente. O Brasil foi um dos grandes impulsionadores da aprovação de documentos como a Agenda 21, a Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento, a Declaração de Princípios sobre Florestas e as Convenções sobre Biodiversidade, sobre Mudança Climática e sobre Desertificação (MRE, 2024). Na Rio+20 foi o momento de rever os acordos, estabelecer novas prioridades, fazer um balanço dos avanços e pontos que necessitavam de maior atenção para o alcance da sustentabilidade nos países signatários. Ainda que não tenham aplicabilidade compulsória, e que a maioria dos países não conte com condições para implementá-los, os acordos internacionais são relevantes e indicam o caminho a ser seguido.

Em 2015, a Organização das Nações Unidas apresentou 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, aos quais estão associadas 169 metas a serem alcançadas até 2030. O Brasil participou ativamente dessas discussões e da definição de diretrizes, que versam, dentre outras questões, sobre a busca de sistemas de produção de alimentos em bases sustentáveis. Preservar florestas e a vegetação nativa, preservar os recursos hídricos e incorporar práticas agrícolas sustentáveis, estão entre os principais desafios que precisam ser incorporados nos biomas brasileiros.

sentido, é necessário ampliar a eficiência no uso da água e do solo, para garantir a produtividade e a produção, recompor os recursos naturais e proteger a biodiversidade, além de diminuir a contaminação agroquímica do ambiente e o impacto das mudanças climáticas no território nacional (ver capítulo 4 deste Relatório).

O impacto das mudanças no uso do solo na maior ou menor oferta de diferentes serviços ecossistêmicos (*trade offs*) deve ser constantemente avaliado, buscando o equilíbrio e as sinergias, quando múltiplos serviços são aprimorados simultaneamente (DeFries et al., 2004; Raudsepp-Hearne et al., 2010). Práticas conservacionistas, integração de diferentes sistemas produtivos, manutenção dos serviços ecossistêmicos e maior interdisciplinaridade nos estudos agronômicos deverão ser a base da agricultura brasileira nos próximos anos (Buainain et al., 2020).

## 2.6 Considerações finais

A análise da trajetória da agricultura no Brasil lança luz a desafios que são, antes de mais nada, de toda a sociedade, e se colocam no âmbito das agendas do setor público e privado, das políticas públicas e das estratégias das empresas, ONGs, sociedade civil organizada, no plano da ciência e da inovação. Sustentabilidade, no sentido abrangente, é indissociável do desenvolvimento. A análise das externalidades da agricultura brasileira, das potencialidades e debilidades, dos desafios e ameaças, indica que não há mais espaço e nem tempo para evitar e postergar a inclusão da sustentabilidade como componente essencial do desenvolvimento (Martinelli & Filoso, 2009). Neste contexto, não é mais aceitável a troca e compensação entre crescimento econômico e meio ambiente, entre produção e inclusão social e produtiva, entre preservação

da biodiversidade e Produto Interno Bruto (PIB). Se, de um lado, a busca pelo equilíbrio entre produção agrícola e a recuperação/conservação ambiental passa por inovações e adaptações, de outro, e com maior peso, é preciso respeitar a capacidade de suporte dos ecossistemas, o que demanda transformações culturais, sociais, econômicas e institucionais.

Neste sentido, três desafios parecem centrais no contexto brasileiro, e em todos, a agricultura tem um papel fundamental. Primeiramente, a exploração de recursos naturais e a agricultura precisam estar alinhados ao cumprimento da legislação ambiental, às políticas e programas de incentivo à conservação ambiental e à adoção de sistemas alimentares mais sustentáveis. Os sistemas alimentares têm o papel estratégico de produzir bens essenciais para a humanidade, mas também têm potencial para afetar a estabilidade do ecossistema global (Shukla et al., 2022). Nesse aspecto, sistemas alimentares não-sustentáveis têm importantes impactos nos componentes e processos que regulam e limitam o ecossistema, incluindo mudanças nos sistemas terrestres e ciclos biogeoquímicos de nitrogênio e fósforo, perda de biodiversidade, depleção de recursos naturais finitos, aumento da temperatura na superfície terrestre e redução e perda de serviços ecossistêmicos fundamentais para a relativa estabilidade e para a sustentabilidade do sistema social e econômico (Mbow et al., 2019). Desse modo, é urgente a adoção de sistemas mais eficientes de produção agrícola, de consumo e de destinação dos resíduos, de redução das perdas agrícolas e da utilização dos resíduos orgânicos para geração de energia ou como fertilizantes.

O segundo desafio é a *necessidade de acelerar mudanças socioeconômicas, culturais e*

*políticas ancoradas em uma visão sistêmica sobre as interações e os efeitos sinérgicos e cumulativos entre modos de produção e de consumo, de modo a impulsionar a transição para a sustentabilidade.* Os padrões não sustentáveis de produção e consumo em diferentes setores da sociedade, tais como energia, mobilidade, edificações e, particularmente no setor agrícola evidenciam a necessidade de mudanças. É preciso reconhecer que não é mais possível manter o modelo socioeconômico baseado no aumento contínuo da produção e do consumo, pois existem limites ecológicos, dos quais alguns já foram ultrapassados (Persson et al., 2022), como a capacidade natural de assimilação dos GEE, além da perda de biodiversidade. Dessa maneira, a transição para a sustentabilidade envolve a adoção de estratégias e ações em diferentes setores, com reflexos na redução das desigualdades sociais e nas mudanças institucionais (Loorbach et al., 2017). A transição para uma agricultura sustentável, sobretudo no contexto brasileiro, precisa necessariamente ser orientada e articulada a partir de questões de justiça social, solidariedade com a biodiversidade e sustentabilidade ecológica. Finalmente, o terceiro desafio é a *urgência em fortalecer as políticas públicas e a governança socioambiental no Brasil*, consolidando os esforços de conservação da biodiversidade, dos serviços ecossistêmicos e da produção agrícola sustentável, tema central do capítulo 6 deste Relatório. Não há soluções simples para os desafios, mas elas devem passar pela: a) gestão intermunicipal, interestadual e internacional; b) continuidade de gestão de políticas ambientais ao longo de diversas gestões governamentais; c) articulação interinstitucional vertical (entre as instâncias municipais, estaduais e nacionais) e horizontal (entre estas instâncias e os atores da

sociedade civil e do empresariado). Ou seja, as soluções precisam incorporar as escalas espacial, temporal e interinstitucional; essa temática será aprofundada nos capítulos 5 e 6. O sucesso da transição do Brasil para uma trajetória de desenvolvimento sustentável exige mudanças das regras que sustentam as relações nacionais, regionais e locais. Embora a Constituição Federal de 1988 tenha estabelecido mecanismos de participação dos atores e das organizações políticas nos processos de formulação, monitoramento e avaliação das políticas em âmbito nacional estadual e municipal, grande parte do sistema jurídico e muitas organizações ainda refletem os desenhos de uma ordem política centralizada, que não é compatível com a realidade global e brasileira do século XXI.

Existem grandes desafios para a harmonização de regulamentações, políticas e atividades produtivas necessárias para garantir a governança eficaz do uso dos recursos, desde escalas globais até as locais (Meadowcroft, 2002). No entanto, o aumento do capital social e uma sociedade civil cada vez mais consciente e participativa são os caminhos mais promissores para um futuro, no qual a participação efetiva de novos atores em novas estruturas de formulação e governança de políticas levará a provisão mais eficaz e equitativa de bens e serviços públicos de qualidade. O aumento do capital social tem impactos positivos nos custos de transação e na eficácia das soluções de governança (Paavola, 2007). Isso enfatiza a urgência de enfrentar os desafios, de erradicar a pobreza e a exclusão, aumentar a equidade de oportunidades e promover o engajamento de todos os segmentos da sociedade civil na governança em direção a um caminho de desenvolvimento sustentável no Brasil.



## REFERÊNCIAS

- Alho, C. J. R. (2008). Biodiversity of the Pantanal: Response to seasonal flooding regime and to environmental degradation. *Brazilian Journal of Biology* 68, 957–966. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842008000500005>
- Alho, C. J. R., Mamede, S. B., Benites, M., Andrade, B. S. & Sepúlveda, J. J. O. (2019). Threats to the biodiversity of the Brazilian Pantanal due to land use and occupation. *Ambiente & Sociedade* 22, e01891. <https://doi.org/10.1590/1809-4422a-soc201701891vu2019l3ao>
- Angelsen, A. (ed.). (2008). *Moving ahead with REDD: issues, options and implications*. Cifor. Disponível em: <[https://www.cifor-icraf.org/publications/pdf\\_files/Books/BAn-gelsen0801.pdf](https://www.cifor-icraf.org/publications/pdf_files/Books/BAn-gelsen0801.pdf)>. Acesso em: ago. de 2024.
- Antongiovanni, M., Venticinque, E., Matsumoto, M. & Fonseca, C. (2020). Chronic anthropogenic disturbance on Caatinga dry forest fragments. *Journal of Applied Ecology* 57. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13686>
- Araujo, H. F. P., Canassa, N. F., Machado, C. C. C. & Tabarelli, M. (2023). Human disturbance is the major driver of vegetation changes in the Caatinga dry forest region. *Scientific Reports* 13(1), 18440. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-45571-9>
- Arvor, D., Daugeard, M., Tritsch, I., De Mello-Thery, N. A., Thery, H. & Dubreuil, V. (2018). Combining socioeconomic development with environmental governance in the Brazilian Amazon: The Mato Grosso agricultural frontier at a tipping point. *Environment, Development and Sustainability* 20(1), 1–22. <https://doi.org/10.1007/s10668-016-9889-1>
- Barlow, J., Berenguer, E., Carmenta, R. & França, F. (2020). Clarifying Amazonia's burning crisis. *Global Change Biology* 26, 319–321. <https://doi.org/10.1111/gcb.14872>
- Batista, F. de S., Duku, C. & Hein, L. (2023). Deforestation-induced changes in rainfall decrease soybean-maize yields in Brazil. *Ecological Modelling* 486, 110533. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2023.110533>
- Buainain, A. M. & Garcia, J. R. (2022). Civil Society and Environmental Protection in Brazil: two steps forward, one step back. Em: Oberoi, R., Halsall, J. P. & Snowden, M. (orgs.). *Contestations in Global Civil Society*, p. 97–117. Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-80043-700-520221009>
- Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988.
- Brasil. Decreto Nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934a. Código Florestal - Revogado pela Lei 4.771, de 1965
- Brasil. Decreto Nº 24.643, de 10 de julho de 1934b. Código de Águas.
- Brasil. Lei Nº 12.805, de 29 de abril de 2013. Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e altera a Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991.
- Brasil. Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
- Brasil. Lei Nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.
- Brasil. Lei Nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.
- Brasil. Lei Nº 12.651, 25 de maio de 2012a. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.
- Brasil. Lei Nº 7.794, de 20 de agosto de 2012b. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica.
- Brasil. Lei Nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências.
- Brasil. Lei Nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021a. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis nºs 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política.
- Brasil. Decreto Nº 10.606, de 22 de janeiro de 2021b. Institui o Sistema Integrado de Informações do Plano Setorial para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura e o Comitê Técnico de Acompanhamento do Plano Setorial para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura.
- Buainain, A. M., Favareto, A., Conti, E. et al. (2020). Desafios para agricultura nos biomas brasileiros. Brasília, DF: Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1125300/desafios-para-agricultura-nos-biomas-brasileiros>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Caballero, C. B., Ruhoff, A. & Biggs, T. (2022). Land use and land cover changes and their impacts on surface-atmosphere interactions in Brazil: A systematic review—ScienceDirect. *Science of The Total Environment* 808, 152134. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152134>
- Cabral, D. de C. & Cesco, S. (2008). Notas para uma história da exploração madeireira na Mata Atlântica do sul-sudeste. *Ambiente & Sociedade* 11, 33–48. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2008000100004>

- Chiavari, J., Lopes, C. & Araujo, J. (2021). *Onde estamos na implementação do código florestal? Radiografia do CAR e do PRA nos Estados Brasileiros (implementation of Forest Code-current status)*. Climate Policy Initiative/PUC-Rio. Disponível em: <<https://www.climatepolicyinitiative.org/pt-br/publication/onde-estamos-na-implementacao-do-codigo-florestal-radiografia-do-car-e-do-pra-nos-estados-brasileiros-edicao-2021/>>. Acesso em: ago. de 2024.
- DeFries, R. S., Foley, J. A. & Asner, G. P. (2004). Land-use choices: Balancing human needs and ecosystem function. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(5), 249–257. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0249:LCBH-NA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0249:LCBH-NA]2.0.CO;2)
- Dias, L. C. C., Moschini, L. E. & Trevisan, D. P. (2017). A Influência das Atividades Antrópicas na Paisagem da Área de Proteção Ambiental Estadual do Rio Pandeiros, MG - Brasil. *Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science* 6(2), Artigo 2. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2017v6i2.p85-105>
- Diniz, M. F., Coelho, M. T. P., Sánchez-Cuervo, A. M. & Loyola, R. (2022). How 30 years of land-use changes have affected habitat suitability and connectivity for Atlantic Forest species. *Biological Conservation* 274, 109737. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109737>
- Embrapa. Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária (2023). *Webambiente*. <https://www.webambiente.cnptia.embrapa.br>. Disponível em: <<https://www.webambiente.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Farley, J. & Costanza, R. (2010). *Payments for ecosystem services: from local to global. Ecological Economics* 69(11), 2060–2068. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.06.010>
- Feng, X., Merow, C., Liu, Z. et al. (2021). How deregulation, drought and increasing fire impact Amazonian biodiversity. *Nature* 597(7877), 516–521. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03876-7>
- Fischer, R., Taubert, F., Müller, M. S. et al. (2021). Accelerated forest fragmentation leads to critical increase in tropical forest edge area. *Science Advances* 7(37), eabg7012. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abg7012>
- Furtado, C. (2007). *Formação Econômica do Brasil*. Companhia das Letras.
- Gasques, J. G., Bastos, E. T., Bacchi, M. R. P. & Vieira Filho, J. E. R. (2022). Produtividade Total dos Fatores na Agricultura - Brasil e Países Selecionados. *Texto para discussão 2764*. IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada. Disponível em: <[https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11199/1/td\\_2764.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11199/1/td_2764.pdf)>. Acesso em: ago. de 2024.
- Guerra, A., Reis, L. K., Borges et al. (2020). Ecological restoration in Brazilian biomes: Identifying advances and gaps. *Forest Ecology and Management* 458, 117802. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117802>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). *Censo Agropecuário 2017: Tabela 6881 - Número de estabelecimentos agropecuários com área e Área dos estabelecimentos agropecuários, por tipologia, utilização das terras, condição do produtor em relação às terras, grupos de atividade econômica e origem da orientação técnica recebida*. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6881>>. Acesso em: ago. de 2024.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). *PAM - Produção Agrícola Municipal: tabelas de lavouras temporárias*. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Kuplich, T. M., Capoane, V. & Costa, L. F. F. (2018). O avanço da soja no bioma Pampa. *Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul* 31, artigo 31.
- Lapola, D. M., Martinelli, L. A., Peres, C. A. et al. (2014). Pervasive transition of the Brazilian land-use system. *Nature Climate Change* 4(1), 27–35. <https://doi.org/10.1038/nclimate2056>
- Lapola, D. M., Pinho, P., Barlow, J. et al. (2023). The drivers and impacts of Amazon forest degradation. *Science* 379, eabp8622. <https://doi.org/10.1126/science.abp8622>
- Leal-Filho, W., Azeiteiro, U. M., Salvia, A. L., Fritzen, B. & Libonati, R. (2021). Fire in Paradise: Why the Pantanal is burning. *Environmental Science & Policy* 123, 31–34. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.05.005>
- Leite-Filho, A. T., Soares-Filho, B. S., Davis, J. L., Abrahão, G. M. & Börner, J. (2021). Deforestation reduces rainfall and agricultural revenues in the Brazilian Amazon. *Nature Communications* 12(1), 2591. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22840-7>
- Libonati, R., Dacamara, C., Peres, L., Sander de Carvalho, L. & Garcia, L. (2020). Rescue Brazil's burning Pantanal wetlands. *Nature* 588. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-03464-1>
- Lima, J. E. F. W. & Silva, E. M. (2007). Estimativa da contribuição hídrica superficial do Cerrado para as grandes regiões hidrográficas brasileiras. Em: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, *Anais...* São Paulo, SP. Disponível em: <<https://anais.abrhidro.org.br/jobs.php?Event=151>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Lima, A. L., Veiga, J. A. P., Brito, A. L. & Correia, F. W. S. (2023). Effects of deforestation at different spatial scales on the climate of the Amazon basin. *Climate Research* 91, 21–46. <https://doi.org/10.3354/cr01717>

- Lôbo, D., Leão, T., Melo, F. P. L., Santos, A. M. M. & Tabarelli, M. (2011). Forest fragmentation drives Atlantic forest of northeastern Brazil to biotic homogenization. *Diversity and Distributions* 17(2), 287–296. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00739.x>
- Loorbach, D., Frantzeskaki, N. & Avelino, F. (2017). Sustainability Transitions Research: Transforming Science and Practice for Societal Change. *Annual Review of Environment and Resources* 42. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102014-021340>
- Madari, B. E., Cuadra, S. V., Oliveira, P. P. A. et al. (2018). O papel da agricultura na mitigação das emissões de gases de efeito estufa. Em: Cuadra, S. V., Heinemann, A. B., Barioni, L. G., Mozzer, G. B. & Bergier, I. (eds.). *Ação contra a mudança global do clima: contribuições da Embrapa*. Brasília, DF: Embrapa. E-book. (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 13), cap. 5. p. 90-106.
- Manton, M. J., Bonnel, M. Climate and rainfall variability in the humid tropics. In: Bonnel, M., Hufschmidt, M. M.; Gladwell, J. S. *Hydrology and water management in the humid tropics: hydrological research issues and strategies for water management*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. p. 13-33.
- Manzatto, C. V., Araujo, L. S., Vicente, L. E., Vicente, A. K. & Perosa, B. B. (2018). Monitoramento da mitigação das emissões de carbono na agropecuária. *AgroANALYSIS* 38(3), artigo 3. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/pt/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1123612/mitigacao-das-emissoes-de-gases-de-efeitos-estufa-pela-adoacao-das-tecnologias-do-plano-abc-estimativas-parciais>>. Acesso em: ago. de 2024.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária 2020-2030* – Plano Operacional. Brasília-DF, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/final-isbn-plano-setorial-para-a-daptacao-a-mudanca-do-clima-e-baixa-emissao-de-carbono-na-agropecuaria-compactado.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- MapBiomias. Projeto MapBiomias. (2023a). *Mapeamento anual de cobertura e uso da terra no Brasil entre 1985 a 2022 – Coleção 8*. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/>>. Acesso em: ago. de 2024.
- MapBiomias. Projeto MapBiomias. (2023b). *Mapeamento da superfície de água no Brasil - Coleção 2*. Disponível em: <[https://mapbiomas.org/https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/08/MapBiomias\\_Agua\\_2023\\_final.pdf](https://mapbiomas.org/https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/08/MapBiomias_Agua_2023_final.pdf)>. Acesso em: ago. de 2024.
- Martinelli, L. A. & Filoso, S. (2009). Balance between food production, biodiversity and ecosystem services in Brazil: A challenge and an opportunity. *Biota Neotropica* 9, 21–25. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032009000400001>
- Martins, J. de S. (1975). *Capitalismo e Tradicionalismo: Estudos Sobre as Contradições da Sociedade Agrária no Brasil*. Pioneira.
- Mbow, C., Rosenzweig, C., Barioni, L.G. et al. (eds.). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. In press.
- MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. *Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil*. 6a. edição, 2022. 137 p. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/estimativas-aneais-de-emissoes-gee/arquivos/6a-ed-estimativas-aneais.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Meadowcroft, J. (2002). Politics and scale: Some implications for environmental governance. *Landscape and Urban Planning* 61(2–4), 169–179. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00111-1](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00111-1)
- MRE. Ministério de Relações Exteriores. *O Brasil e o desenvolvimento sustentável*. Atualizado em 28/05/2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/mre/pt-br/del-brasonu/desenvolvimento-sustentavel-e-meio-ambiente/o-brasil-e-o-desenvolvimento-sustentavel>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Nobre, C. A., Sampaio, G., Borma, L. S. et al. (2016). Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(39), 10759–10768. <https://doi.org/10.1073/pnas.1605516113>
- OECD. The Organisation for Economic Cooperation and Development (2016). *Biodiversity Offsets: effective design and implementation*, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264222519-en>.
- Oliveira, S. N. de, de Carvalho Júnior, O. A., Gomes, R. A. T., Guimarães, R. F. & McManus, C. M. (2017). Landscape-fragmentation change due to recent agricultural expansion in the Brazilian Savanna, Western Bahia, Brazil. *Regional Environmental Change* 17(2), 411–423. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-0960-0>
- Ometto, J. P., Aguiar, A. P. D. & Martinelli, L. A. (2011). Amazon deforestation in Brazil: Effects, drivers and challenges. *Carbon Management* 2(5), 575–585. <https://doi.org/10.4155/cmt.11.48>
- Overbeck, G. E., Vélez-Martin, E., Scarano et al. (2015). Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. *Diversity and Distributions* 21(12), 1455–1460. <https://doi.org/10.1111/ddi.12380>
- Paavola, J. (2007). Institutions and environmental governance: A

- reconceptualization. *Ecological Economics* 63(1), 93–103. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.09.026>
- Persson, L., Carney Almroth, B. M., Collins, C. D. et al. (2022). Outside the Safe Operating Space of the Planetary Boundary for Novel Entities. *Environmental Science & Technology* 56(3), 1510–1521. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c04158>
- Pielke, R. A. (1998). Climate predictions as an initial value problem. *Bulletin of the American Meteorological Society* 79, p. 2743–2746. Disponível em: <<https://pielkeclimatesci.wordpress.com/wp-content/uploads/2009/10/r-210.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- RAD. *Relatório Anual de Desmatamento* (2022). São Paulo, Brasil, MapBiomass, 2023. 125 p. Disponível em: <[https://alerta.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/17/2024/03/RAD\\_2022.pdf](https://alerta.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/17/2024/03/RAD_2022.pdf)>. Acesso em: ago. de 2024.
- Rajão, R., Filho, B., Nunes, F., Börner, et al. (2020). The rotten apples of Brazil's agribusiness. *Science* 369, 246. <https://doi.org/10.1126/science.aba6646>
- Raudsepp-Hearne, C., Peterson, G. D. & Bennett, E. M. (2010). Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107(11), 5242–5247. <https://doi.org/10.1073/pnas.0907284107>
- Rocha, E. C., Brito, D., Silva, P. M. E. et al. (2018). Effects of habitat fragmentation on the persistence of medium and large mammal species in the Brazilian Savanna of Goiás State. *Biota Neotropica* 18(3). <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2017-0483>
- Rodrigues, A. A., Macedo, M. N., Silvério, D. V. et al (2022). Cerrado deforestation threatens regional climate and water availability for agriculture and ecosystems. *Global Change Biology* 28(22), 6807–6822. <https://doi.org/10.1111/gcb.16386>
- Rodrigues, R. M., Faria, A. M. de, Zavala, A. A. Z., Dallemole, D. & da Silva, E. V. Z. B. (2022). Sustentabilidade energética-econômica da soja-cultura em sorriso (Brasil). *Delos: Desarrollo Local Sostenible* 12(35). <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/615>
- Rosa, M. R., Brancalion, P. H. S., Cruzeilles, R. et al. (2021). Hidden destruction of older forests threatens Brazil's Atlantic Forest and challenges restoration programs. *Science Advances* 7(4), eabc4547. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abc4547>
- Rother, D. C., Romanelli, J. P. & Rodrigues, R. R. (2023). Historical trajectory of restoration practice and science across the Brazilian Atlantic Forest. *Restoration Ecology* 31(8), e14041. <https://doi.org/10.1111/rec.14041>
- Santana, N. C. (2019). Fire Recurrence and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Dynamics in Brazilian Savanna. *Fire* 2(1), artigo 1. <https://doi.org/10.3390/fire2010001>
- Santos, G. L. dos, Pereira, M. G., Delgado, R. C. et al. (2021). Degradation of the Brazilian Cerrado: Interactions with human disturbance and environmental variables. *Forest Ecology and Management* 482(6), 118875. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118875>
- SEEG. Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. (2023). Disponível em: <<https://seeg.eco.br/>>. Acesso em: ago. de 2024.
- SFB. Serviço Florestal Brasileiro; MMA. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Regularização Ambiental: *Boletim Informativo*. Dados declarados até 03 de outubro de 2023. Disponível em: <[https://www.car.gov.br/manuais/Boletim\\_Informativo\\_Outubro\\_de\\_2023.pdf](https://www.car.gov.br/manuais/Boletim_Informativo_Outubro_de_2023.pdf)>. Acesso em: ago. de 2024.
- Shukla, P. R., Skea, J., Slade, R. et al. (orgs.). (2022). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. IPCC. Intergovernmental panel on climate change. 2029 p. <https://doi.org/10.1017/9781009157926>
- Silva-Filho, E. G. (2016). A Amazônia e o plano de integração nacional: os projetos de expansão e o avanço do capital nas sociedades tradicionais. *Revista Tempo Amazônico* 3 (2), 136–152. Disponível em: <[https://snh2017.anpuh.org/resources/download/1506090987\\_ARQUIVO\\_0k08-AAamazoniaeo-planodeintegracaonacional.pdf](https://snh2017.anpuh.org/resources/download/1506090987_ARQUIVO_0k08-AAamazoniaeo-planodeintegracaonacional.pdf)>. Acesso em: ago. de 2024.
- Silva, J. M. C. D., Leal, I. R. & Tabarelli, M. (orgs.). (2017). *Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3>
- Silva-Junior, C. H. L., Carvalho, N. S. et al. (2021). Amazonian forest degradation must be incorporated into the COP26 agenda. *Nature Geoscience* 14(9), 634–635. <https://doi.org/10.1038/s41561-021-00823-z>
- Silveira, M. V. F., Silva-Junior, C. H. L., Anderson, L. O. & Aragão, L. E. O. C. (2022). Amazon fires in the 21st century: The year of 2020 in evidence. *Global Ecology and Biogeography* 31(10), 2026–2040. <https://doi.org/10.1111/geb.13577>
- Silvério, D. V., Brando, P. M., Macedo, M. N. et al. (2015). Agricultural expansion dominates climate changes in southeastern Amazonia: The overlooked non-GHG forcing. *Environmental Research Letters* 10(10), 104015. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/10/104015>
- Singhanian, M. & Saini, N. (2023). Institutional framework of ESG disclosures: Comparative analysis of developed and developing countries. *Journal of Sustainable Finance & Investment* 13(1), 516–559. <https://doi.org/10.1080/20430795.2021.1964810>

Slattery, Z. & Fenner, R. (2021). Spatial Analysis of the Drivers, Characteristics, and Effects of Forest Fragmentation. *Sustainability* 13(6), artigo 6. <https://doi.org/10.3390/su13063246>

Tabarelli, M., Pinto, L. P., Silva, J. M. C., Hirota, M. M. & Bedê, L. C. (2005). Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade*, 1. Disponível em: <<https://www.avesmarinhas.com.br/desafios%20e%20oportunidades%20para%20a%20conserva%C3%A7%C3%A3o%20da%20biodiversidade.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.

Vieira, P. A., Contini, E., Henz, G. P. & Nogueira, V. G. de C. (2019). *Geopolítica do alimento: O Brasil como fonte estratégica de alimentos para a humanidade*. Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/pt/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1114767/geopolitica-do-alimento-o-brasil-como-fonte-estrategica-de-alimentos-para-a-humanidade>>. Acesso em: ago. de 2024.

WWF. World Wildlife Fund. (2019) *Unidades de Conservação no Brasil*. Disponível em: <[https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/factsheet\\_uc\\_tema05\\_v2.pdf](https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/factsheet_uc_tema05_v2.pdf)>. Acesso em: ago. de 2024.

WWF. World Wildlife Fund. (2020). *Fires in the Pantanal grow more than 200% and break a record*. Disponível em: <<https://www.wwf.org.br/?76914/Fires-in-the-Pantanal-grow-more-than-200-and-break-a-record>>. Acesso em: ago. de 2024.