



BPBES
Plataforma Brasileira
de Biodiversidade
e Serviços Ecossistêmicos

Relatório Temático sobre Agricultura,
Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos





BPBES
Plataforma Brasileira
de Biodiversidade
e Serviços Ecossistêmicos

Relatório Temático sobre Agricultura, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos

Organizadores: Rachel Bardy Prado¹ • Gerhard Ernst Overbeck² • Caio Graco Roza³ • Raquel Aparecida Moreira⁴ • Marina Moraes Monteiro⁵ • Gabriela Teixeira Duarte⁶

¹ Embrapa Solos

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul

³ University of Helsinki - Finlândia

⁴ Universidade de São Paulo

⁵ Floresta Cheia Instituto de Conservação Ambiental

⁶ Instituto Internacional para Sustentabilidade

Como citar: 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. 195 p.

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



**Relatório Temático sobre Agricultura,
Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos**

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO _ 7

- i) Qual a importância de uma avaliação da agricultura brasileira sob a perspectiva da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos?
- ii) Quais são os desafios socioeconômicos atuais e futuros do setor agrícola?
- iii) Quais são os desafios ambientais do setor agrícola?
- iv) Qual é o propósito do Relatório?
- v) A quem se destina o Relatório?
- vi) Como é a abordagem da IPBES/BPBES e quais foram as principais etapas de construção do Relatório?
- vii) Como o Relatório é estruturado?
- viii) Qual é a abrangência do Relatório?
- ix) Como o Relatório contribui com a agenda internacional relacionada ao desenvolvimento sustentável?

Referências

CAPÍTULO 1. BENEFÍCIOS MÚTUOS ENTRE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS _ 25

1.1 Introdução

1.2 Importância da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos para a agricultura

1.3 Contribuições dos serviços ecossistêmicos para a agricultura em números

1.4 Conhecimentos ecológicos de Povos e Comunidades Tradicionais (PCTs) relacionados à agricultura e à biodiversidade

1.5 Considerações finais

Referências

Anexo A1.1

CAPÍTULO 2. TRAJETÓRIA HISTÓRICA E PANORAMA ATUAL DAS RELAÇÕES ENTRE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS _ 52

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

CAPÍTULO 3. CENÁRIOS PARA AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS _ 73

3.1 Introdução

3.2 Modelos e cenários: aspectos conceituais e estado da arte

3.3 Cenários para a produção agrícola brasileira e sua relação com a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos

3.4 Mudanças climáticas e sua relação com a agricultura, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos

3.5 Cenários para a agricultura sustentável

3.6 Modelos e cenários para tomada de decisões.

3.7 Considerações finais

Referências

CAPÍTULO 4: CONCILIANDO A AGRICULTURA E A MANUTENÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS _ 99

4.1 Introdução

4.2 Principais sistemas de produção agrícola nos biomas brasileiros

4.2.1 Amazônia

4.2.2 Caatinga

4.2.3 Cerrado

4.2.4 Pantanal

4.2.5 Mata Atlântica

4.2.6 Pampa

4.3 Sistemas de produção de alimentos, fibras e energia que incrementam biodiversidade e serviços ecossistêmicos

4.3.1 Sistemas agroflorestais: dos modelos inspiradores da agricultura tradicional aos sistemas integrados de produção

4.3.2 Plantações florestais: dos monocultivos de exóticas aos plantios mistos com nativas

4.4 Mudanças transformadoras para sistemas agrícolas sustentáveis

4.4.1. Importância do conhecimento tradicional e das tecnologias sociais

4.4.2. Extensão rural como caminho para aplicação das tecnologias e transição agroecológica

4.4.3. Restauração de paisagens e ecossistemas como mecanismo de desenvolvimento socioeconômico

4.4.4. Agricultura 4.0 - Inclusão digital no campo

4.5 Considerações finais

Referências

Anexo A4.1

CAPÍTULO 5. OPORTUNIDADES PARA GERAÇÃO DE RENDA E INCLUSÃO PRODUTIVA NA PAISAGEM RURAL POR MEIO DO USO SUSTENTÁVEL E DA MANUTENÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS _ 133

5.1 Introdução

5.2 Incentivos às práticas e à comercialização de produtos da agricultura sustentável

5.2.1 Mercados institucionais e programas governamentais

5.2.2 Iniciativas de certificações socioambientais voluntárias

5.2.3 Nichos de mercado

5.2.4 Inclusão digital na agricultura e sustentabilidade

5.3 Oportunidades de agregação de renda associadas à conservação e ao uso sustentável dos recursos naturais

5.3.1 Uso e comercialização de produtos da sociobiodiversidade

5.3.2 Turismo rural como fomentador do desenvolvimento sustentável no meio rural

- 5.3.3 Cadeia produtiva da restauração como oportunidade de renda
- 5.3.4 Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e mecanismos semelhantes
- 5.3.5 Mercado de Cotas de Reserva Ambiental
- 5.4 Considerações finais
- Referências

CAPÍTULO 6. GOVERNANÇA PARA CONCILIAR A AGRICULTURA, A BIODIVERSIDADE E OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NO BRASIL _ 161

- 6.1 Introdução
- 6.2 Conceito e contexto de governança aplicada à agricultura
- 6.3 Ameaças à integração das agendas de agricultura, da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos no Brasil
 - 6.3.1 Desafios na governança fundiária e ambiental
- 6.4 Agentes socioeconômicos e instrumentos de governança aplicados à conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos
 - 6.4.1 Agentes socioeconômicos
 - 6.4.2 Instrumentos de governança relacionados à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos
- 6.5 Instrumentos econômicos capazes de garantir a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos no setor agrícola
 - 6.5.1 Pagamento por Serviços Ambientais
 - 6.5.2 Cobrança pelo uso da água
- 6.6 Potencial do papel dos consumidores em práticas de governança que conciliam produção agrícola com a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos
- 6.7 Considerações finais
- Referências

GLOSSÁRIO DO RELATÓRIO TEMÁTICO SOBRE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS _ 185

LISTA DE SIGLAS DO RELATÓRIO TEMÁTICO SOBRE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS _ 194

APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO

Como citar:

Duarte, G. T., Moreira, R. A., Graco-Roza, C., Monteiro, M. M., Overbeck, G. E., Prado, R. B. Apresentação do Relatório. *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. 7-24.

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

Autores: Gabriela Teixeira Duarte¹, Caio Graco Roza², Raquel Aparecida Moreira³, Marina Morais Monteiro⁴, Gerhard Ernst Overbeck⁵, Rachel Bardy Prado⁶

¹ Instituto Internacional para Sustentabilidade

² University of Helsinki - Finlândia

³ Universidade de São Paulo

⁴ Floresta Cheia Instituto de Conservação Ambiental

⁵ Universidade Federal do Rio Grande do Sul

⁶ Embrapa Solos

APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO

i) Qual a importância de uma avaliação da Agricultura Brasileira sob a perspectiva da Biodiversidade e dos Serviços Ecossistêmicos?

ii) Quais são os desafios socioeconômicos atuais e futuros do setor agrícola?

iii) Quais são os desafios ambientais do setor agrícola?

iv) Qual é o propósito do Relatório?

v) A quem se destina o Relatório?

vi) Como é a abordagem da IPBES/BPBES e quais foram as principais etapas de construção do Relatório?

vii) Como o Relatório é estruturado?

viii) Qual é a abrangência do Relatório?

ix) Como o Relatório contribui com a agenda internacional relacionada ao desenvolvimento sustentável?

Referências

i) Qual a importância de uma avaliação da Agricultura Brasileira sob a perspectiva da Biodiversidade e dos Serviços Ecossistêmicos?

A prática da agricultura – termo aqui adotado como o conjunto de atividades agrícolas, pecuárias e de silvicultura – é uma das atividades antrópicas mais antigas e consiste em um dos principais meios de utilização dos ecossistemas como fonte de alimentos, matéria-prima e energia. Ainda, as atividades agrícolas, em muitas comunidades humanas, podem ir além da produção de materiais, envolvendo a cultura, religião e o estilo de vida da região. Assim, a produção de alimentos pertence ao conceito mais amplo de contribuições da natureza para as pessoas, possuindo valores que vão desde os econômicos de consumo até valores relacionais de identidade cultural.

O Brasil se tornou, nas últimas três décadas, um dos maiores responsáveis pela produção agrícola mundial, suprimindo aproximadamente 10% da demanda alimentícia global (Contini e Aragão, 2021). Dentre os principais produtos oriundos do setor agrícola brasileiro, destacam-se o complexo da soja, a produção de carnes, o complexo sucroalcooleiro, cereais, produtos florestais, café, fibras, fumo, sucos e demais produtos de origem animal que somados contribuíram cerca de 157 bilhões de dólares para a balança comercial brasileira em 2023 (MAPA, 2023; Figura 0.1). Em adição, a agricultura brasileira é

responsável por cerca de 20% dos empregos formais no país (Barros et al., 2022) e totaliza aproximadamente 27% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional (Cepea, 2021; mais detalhes no capítulo 1 deste relatório).

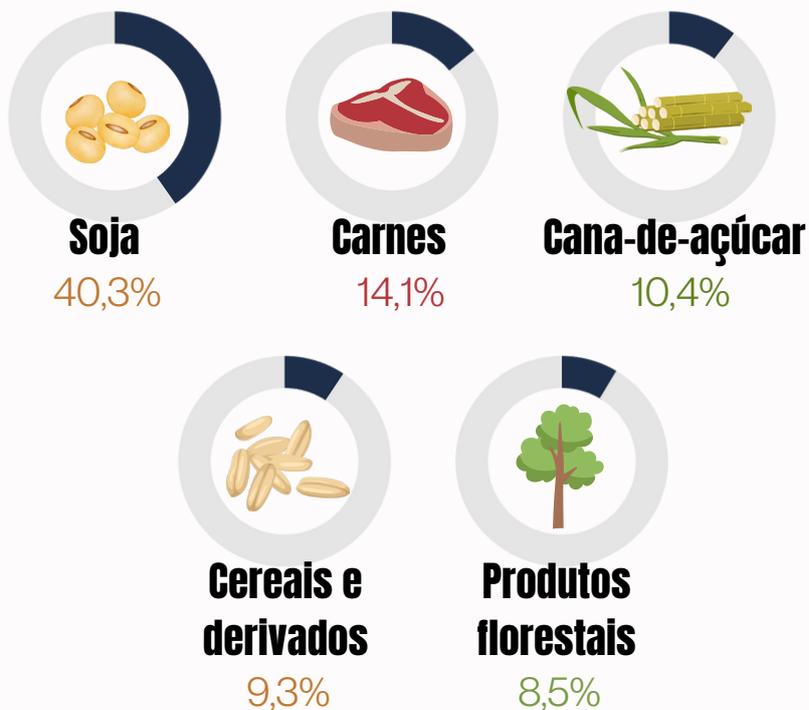
Ao mesmo tempo, o Brasil é um país de uma imensa biodiversidade. Os ecossistemas no território brasileiro abrigam mais de 20% do número total de espécies da Terra, o que eleva o país ao posto de principal nação entre os 17 países megadiversos do mundo, ou seja de maior biodiversidade (MMA, 2024). O país contém dois hotspots de biodiversidade global, o Cerrado e a Mata Atlântica, bem como uma grande porção da Amazônia, ecossistema com enorme relevância para o clima continental e global, o que nos coloca numa situação de responsabilidade elevada para a conservação global da biodiversidade e dos recursos naturais. A importância da manutenção dessa biodiversidade para a provisão de diversos serviços ecossistêmicos – benefícios que os ecossistemas naturais provêm para o bem-estar humano – vem sendo a cada dia mais evidenciada pela ciência (Díaz et al., 2015). Além disso, o país abriga uma rica sociodiversidade, representada por mais de 300 povos indígenas e por diversas comunidades tradicionais, como quilombolas, caiçaras e seringueiros, que reúnem um inestimável acervo de conhecimentos sobre a conservação da biodiversidade e que possuem diversas formas de relações culturais com os ambientes naturais.

Serviços ecossistêmicos: são os benefícios diretos e indiretos que os ecossistemas fornecem aos seres humanos e que são essenciais para as nossas sociedades. Para o Millennium Ecosystem Assessment (MEA 2005), os serviços ecossistêmicos são classificados em: serviços de provisão, como provisão de alimentos, fibras e água; serviços de regulação, como a regulação do clima e o controle de inundações e erosão; serviços culturais, como os benefícios espirituais, cognitivos e recreativos; e os serviços de suporte, como a ciclagem de nutrientes, a produção de oxigênio e a formação dos solos.

BALANÇA COMERCIAL DA AGRICULTURA BRASILEIRA NO ANO DE 2022

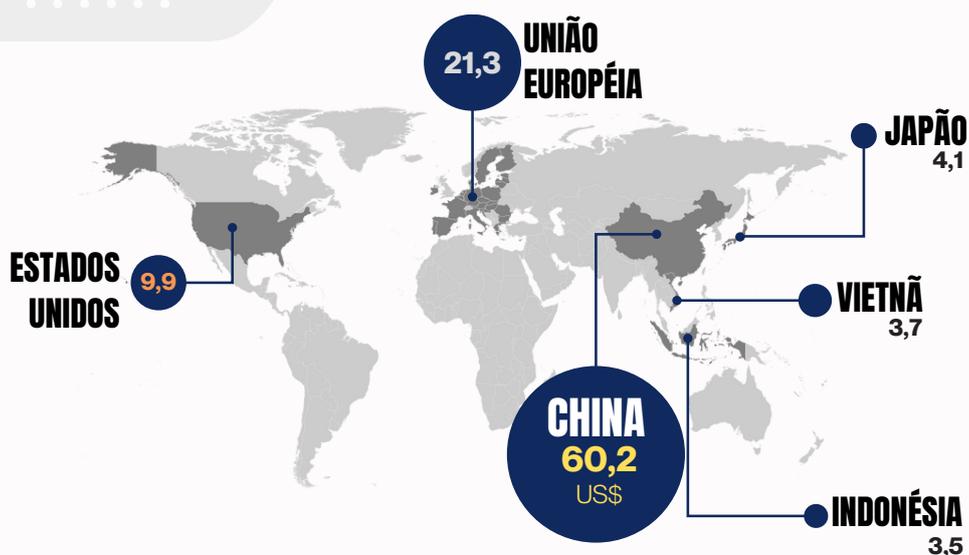
Principais setores

(relativo aos 167 bilhões US\$ arrecadados)



Principais importadores

(em bilhões de US\$)



Fonte: Ministério da Agricultura e Pecuária

Figura 0.1. Produção agrícola brasileira e exportações. Fonte: <https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/Agrostat/Agrostat.html>.

Em relação ao uso da terra no Brasil, segundo a Coleção 8 do MapBiomas (MapBiomas, 2023), a agropecuária representa cerca de 33,21% do território nacional, sendo o restante ocupado por áreas florestadas (58,08%), formações naturais não florestadas (5,75%), corpos d'água (2,15%) e áreas não vegetadas (0,81%) (ver números por bioma na Figura 0.2). Essa grande proporção de áreas de vegetação nativa possui uma distribuição heterogênea, com sua qualidade ecológica muitas vezes impactada pela ação antrópica, inclusive pela agricultura, que altera não somente a composição de espécies, mas também outras características dos ecossistemas, incluindo a saúde do solo, os ciclos hidrológicos e as emissões de

gases de efeito estufa. Por outro lado, existem técnicas de produção agrícola que favorecem a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, bem como é possível aumentar a produtividade em áreas já destinadas à agricultura de forma sustentável, minimizando impactos indesejáveis. Uma avaliação da agricultura brasileira sob a perspectiva da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos se faz necessária, principalmente, ao se considerar a urgência reconhecida de desenvolver modelos de produção que contribuam para a proteção da biodiversidade, manutenção e provisão dos serviços ecossistêmicos e para uma agricultura mais resiliente e adaptada às mudanças climáticas. Esse tema será aprofundado no capítulo 2 deste relatório.



Figura 0.2. Extensão dos biomas terrestres brasileiros e seus principais tipos de uso e cobertura da terra. Fonte: MapBiomas, 2023.

ii) Quais são os desafios socioeconômicos atuais e futuros do setor agrícola?

A população mundial vem apresentando um crescimento acentuado desde o início do século XX o que, junto com o crescimento econômico, aumenta as demandas por bens e serviços produzidos pelos ecossistemas, tais como alimentos, água, fibras e energia (Fu et al., 2015). Com a atual taxa de crescimento populacional de 1,1% ao ano, estima-se uma população de 8,5 bilhões de pessoas em 2030 e 9,7 bilhões de pessoas em 2050 (United Nations, 2022). Neste cenário, um aumento da produção de alimentos em cerca de 60–110% entre 2005 e 2050 será necessário para suprir a demanda futura por alimentos (FAO, 2009; Tilman et al., 2011; Alexandratos e Bruinsma, 2012). Isso significa que o setor agrícola de países em desenvolvimento deve praticamente dobrar sua produção (FAO, 2009; Alexandratos e Bruinsma, 2012). Atualmente, são utilizados 36% dos cerca de 4,2 bilhões de hectares de terras disponíveis para a agricultura no planeta (Bruinsma, 2017). Um aumento da área de produção, no entanto, traz um grande risco de aumentar as pressões sobre os sistemas naturais, caso não se alcance maior eficiência e sustentabilidade no modelo de produção agrícola (Barral et al., 2020).

Durante as últimas três décadas, o setor agrícola do Brasil cresceu a um ritmo impressionante, como já apresentado no tópico anterior. Contudo, avaliações regionais realizadas no país demonstram uma dualidade entre a produção de larga escala, com ganhos de capital elevados e produtos destinados principalmente para o mercado internacional, e a produção advinda de propriedades tradicionais, de

pequenos produtores e famílias de baixa renda, que produzem tanto para o consumo próprio quanto para o mercado local (OCDE/FAO 2015). Essa dualidade agrava as desigualdades sociais presentes no Brasil. Entre 2019 e 2022, durante a pandemia do Covid-19, mais de 60 milhões de brasileiros tiveram acesso restrito a alimentos. O número representa um aumento de cerca de 10% do registrado nos anos de 2014 e 2016, quando 37,5 milhões de brasileiros enfrentavam algum tipo de insegurança alimentar (FAO, 2022).

Para o enfrentamento das desigualdades no meio rural, é importante reconhecer as diferenças entre grupos sociais, de modo a traçar caminhos viáveis para superação dos desafios do setor agrícola. Por exemplo, a insegurança alimentar no Brasil é maior entre pessoas do sexo feminino que do sexo masculino (Neri, 2022). Ainda, os maiores estabelecimentos agrícolas do país em termos de área (maiores que 1 mil hectares) possuem mais do triplo de dirigentes que se autodeclararam de cor ou raça branca que de dirigentes que se autodeclararam de cor ou raça preta ou parda. Dentre estabelecimentos de menor área (até 1 hectare) a relação é invertida, sendo as pessoas dirigentes que se declaram como não-brancas (cor ou raça parda, preta, indígena, amarela) mais que o dobro das que se declaram brancas (IBGE, 2017). Portanto, os desafios socioeconômicos futuros da produção agrícola no Brasil são muitos, passando pela ocupação adequada das terras, segurança alimentar, inclusão social e agregação de renda aos produtos agrícolas produzidos de forma sustentável. Estes e outros desafios serão explorados nos capítulos do presente relatório,

onde experiências exitosas e soluções inovadoras, relacionadas à valorização do conhecimento tradicional e familiar, bem como agregação de renda ao produtor serão também apresentados.

iii) Quais são os desafios ambientais do setor agrícola?

O foco na provisão de um único serviço ecossistêmico, como a produção de alimentos, sem um olhar sistêmico nos impactos nos demais serviços, vêm causando grande pressão sobre a biodiversidade e reduzindo outros benefícios que podem ser obtidos da natureza pelos seres humanos. Mais ainda, práticas agrícolas não sustentáveis podem colocar a própria base da produção agrícola em risco. Particularmente nos biomas Cerrado e Mata Atlântica, a longa história de conversão da vegetação nativa para a agricultura (café, cana-de-açúcar, pastagem e soja) resultou em declínios acentuados na área de cobertura de ecossistemas naturais (Ribeiro et al., 2009). Essa degradação histórica aumenta as preocupações sobre o desmatamento e a perda da vegetação nativa em todos os biomas do país, da Amazônia até o Pampa, devido à ampliação de fronteiras agrícolas. Inclusive, o Brasil registrou a maior perda líquida anual de área florestal no mundo em 2018 (Global Forest Watch, 2022). Projeções futuras de mudanças globais no uso da terra sugerem que o Brasil será um dos países mais afetados pela expansão das terras agrícolas nos próximos 30 anos (Lamparter et al., 2018; Molotofs et al., 2018).

As pressões da agricultura sobre os recursos naturais não se restringem

a perda da vegetação nativa. Ao longo das últimas décadas, com a expansão da agricultura brasileira pautada no uso intensivo de insumos (fertilizantes, corretivos e agrotóxicos), muitos impactos negativos têm sido observados sobre o solo e à água. Projeções globais mostram que o Brasil, China, Estados Unidos e Índia respondem por mais da metade da estimativa de cargas globais de nitrogênio e fósforo que caem em corpos hídricos (Xie e Ringler, 2017). Ainda, o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo, utilizando 19% de todo defensivo agrícola produzido no planeta. A combinação desses insumos traz riscos de contaminação dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos, causa prejuízos para a saúde humana, polinizadoras e controladoras de pragas, essenciais para a produção de alimentos e coloca sob ameaça às espécies aquáticas (Reid et al., 2018; Ippolito e Fait, 2019).

Outra consequência das práticas inadequadas na agricultura são as perdas anuais de solo por erosão. A erosão hídrica é uma das principais formas de degradação dos solos agrícolas no Brasil. A erosão ocasiona, por exemplo, a perda média de 0,5% ao ano na capacidade de armazenamento dos reservatórios de energia e para abastecimento (Carvalho, 2008). Ainda, muitos rios chegam ao mar com uma vazão muito reduzida, em função do assoreamento, como é o caso do rio Paraíba do Sul e do rio São Francisco, essenciais para o abastecimento de água de grande parte da população brasileira (Prado et al., 2017). O uso da água no meio rural representa 83% da demanda total brasileira, sendo que a irrigação representa aproximadamente 70% do consumo de água sendo a área irrigável no Brasil é

de aproximadamente de 29,6 milhões de hectares (Agência Nacional de Águas, 2018). O desperdício de água é também preocupante, estima-se que 40,3% da água tratada no Brasil é desperdiçada por meio de vazamentos, fraudes e erros de medição (Instituto Trata Brasil, 2023). É também no espaço rural que nascem os grandes mananciais de abastecimento, estando estes sob os efeitos do uso e manejo do solo e da água que ocorrem nos ambientes agrícolas (Prado et al., 2017). As mudanças climáticas trazem incertezas e complexidade adicional à produção agrícola, na forma de maior variabilidade na disponibilidade hídrica e potenciais mudanças na aptidão agrícola em função de alterações na temperatura e no regime de chuvas. Tanto os sistemas produtivos quanto os de abastecimento devem buscar formas de se adaptar às novas condições conforme as suas particularidades.

É preciso, portanto, uma reversão do cenário atual de degradação ambiental e de impactos na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos no meio rural. Porém, é possível obter elevados índices de produtividade na agricultura e manter a biodiversidade e a provisão de serviços ecossistêmicos, mais ainda em tempos de mudanças climáticas globais?

Existem inúmeros exemplos de tecnologias, práticas e sistemas de produção na agricultura que conseguem reduzir a pressão sobre os recursos naturais, como os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, sistemas agroflorestais, a produção de alimentos orgânicos, o manejo ecológico de pragas e o reaproveitamento de água e resíduos na produção agrícola. Existem ainda instrumentos de políticas públicas

que visam incentivar a agricultura de baixa emissão de carbono e/ou valorizar o papel do produtor na manutenção da biodiversidade e da provisão de serviços ecossistêmicos. No entanto, ainda há grandes lacunas na disseminação e implementação dessas possibilidades em larga escala.

Por fim, para uma real redução da pegada ecológica da agricultura e para o avanço de negócios sustentáveis ou verdes no nível nacional e internacional é necessário avançar com a gestão e planejamento estratégicos, internalizando a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, como fatores essenciais nos diferentes sistemas de produção. Um passo importante é reconhecer que existem milhões de hectares de áreas com potencial produtivo que atualmente estão degradadas no país. Segundo MapBiomass (2023), 95,5 milhões de hectares de pastos estão degradados no país. A recuperação destas áreas aliada com a conservação de áreas remanescentes de vegetação natural, em todos os biomas, é fundamental para reduzir as pressões sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. Um segundo passo é valorizar as diversas funções ecológicas prestadas por uma paisagem bem manejada. Agir em prol da provisão de múltiplos serviços ecossistêmicos na paisagem reduz riscos para a própria agricultura e contribui para a conservação ambiental, podendo agregar valor aos produtos e renda aos produtores, por meio de mecanismos como a certificação, denominação de origem e atividades associadas como o agroturismo, temas que serão aprofundados neste relatório.

iv) Qual é o propósito do Relatório?

Ao considerar que o Brasil possui uma enorme biodiversidade que possibilita

a provisão de diversos serviços ecossistêmicos, que há necessidade de redução das pressões antrópicas sobre os ecossistemas naturais, em consonância com a prática de agricultura sustentável, e considerando também os cenários futuros da agricultura, dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade, o Relatório Temático sobre Agricultura, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (RABSE) tem como propósito demonstrar que é possível conciliar a produção de alimentos com a conservação da biodiversidade, a manutenção dos serviços ecossistêmicos e a geração de oportunidades de renda à população como um todo. O Relatório aponta, após uma análise detalhada, caminhos e soluções para práticas de agricultura, pecuária e silvicultura sustentáveis, com um olhar para a ampliação da multifuncionalidade da paisagem no meio rural, e discute o papel e a importância das políticas públicas. Por fim, o Relatório pretende contribuir para a sustentabilidade em diferentes cadeias produtivas, regiões brasileiras e escalas de produção, seja ela a agricultura familiar, a não-familiar e voltada ao agronegócio ou a praticada pelos povos e comunidades tradicionais.

v) A quem se destina o Relatório?

O Relatório destina-se a ampliar o conhecimento e a apoiar decisões, visando a sustentabilidade e uma relação equilibrada entre os temas centrais do relatório: Agricultura, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Portanto, pretende-se atingir e influenciar as ações de atores de diferentes setores e organizações da sociedade, sejam eles públicos ou privados, a saber: governamental, extensão rural, comitês de bacias, conselhos de meio

ambiente e agricultura federais, estaduais e municipais, empresas, ONGs, associações e cooperativas de produtores rurais, universidades e parlamentares.

vi) Como é a abordagem da IPBES/BPBES e quais foram as principais etapas de construção do Relatório?

O desenvolvimento do Relatório seguiu o Marco Conceitual, os métodos e formatos utilizados nos relatórios globais desenvolvidos no âmbito da Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (sigla em inglês: IPBES) (Diaz et al., 2015; Joly et al., 2019; Figura 0.3) e os quais formam a base também de diferentes relatórios e diagnósticos nacionais elaboradas pela Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES), com destaque para o Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos¹.

A Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos é uma organização nacional sem fins lucrativos criada em 2017. O seu objetivo é produzir sínteses regulares do melhor conhecimento disponível pela ciência acadêmica e conhecimento tradicional sobre biodiversidade, serviços ecossistêmicos e suas relações com o bem-estar humano, para subsidiar os tomadores de decisão e promover diálogos com diferentes setores da sociedade brasileira.

1. Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (Joly et al., 2019). Disponível em: <https://www.bpb.es.net.br/produto/diagnostico-brasileiro/>

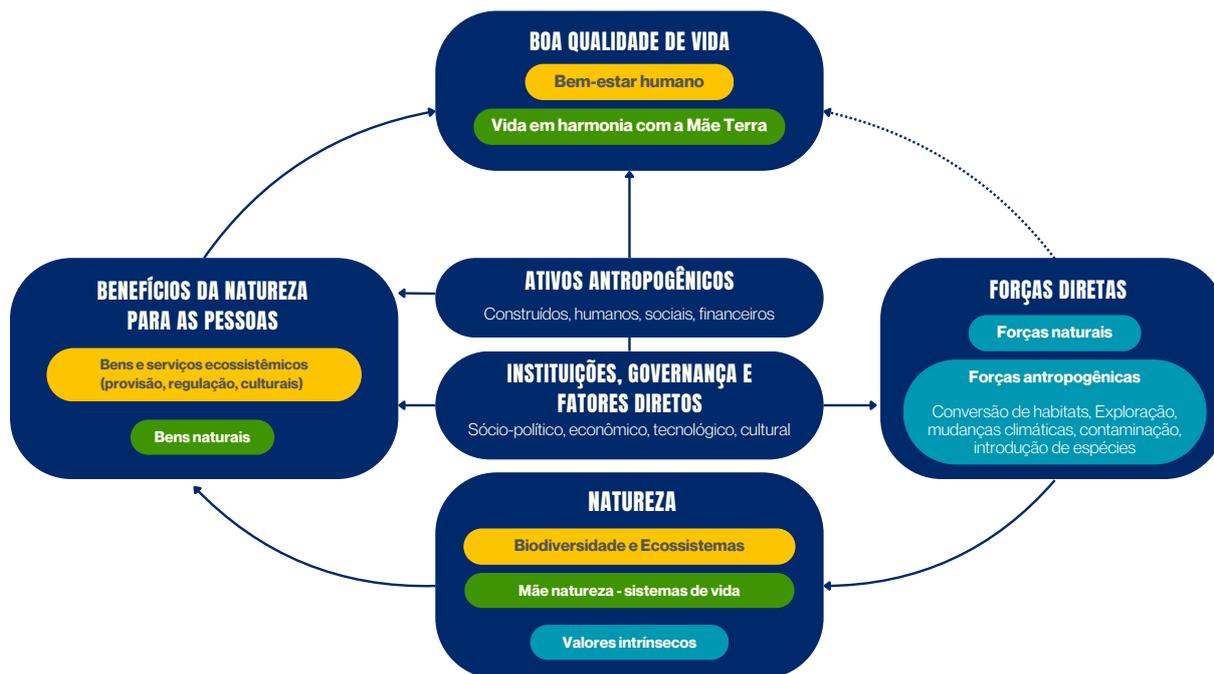


Figura 0.3. Modelo conceitual da Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES). Fonte: Adaptado de Diaz et al. (2015) e Joly et al. (2019).

Um dos conceitos essenciais no contexto do Relatório é o de “serviços ecossistêmicos (SE)”, entendido como os benefícios que a natureza fornece às diversas atividades e sobrevivência humanas (MEA, 2005), tais como purificação do ar e regulação climática, provisão de alimentos e água, controle à erosão, ciclagem de nutrientes no solo, dentre vários outros. Recomenda-se consultar o capítulo 2 do Primeiro Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos para um aprofundamento maior sobre o tema. A Figura 0.4 apresenta as principais classes e alguns exemplos de SE, segundo a classificação de MEA (2005).

O Relatório foi elaborado com a participação de 100 especialistas de mais de 40 instituições nacionais e internacionais, de diversas áreas do conhecimento relacionadas ao tema do Relatório, como agronomia, biologia, economia, geografia, climatologia, sociologia

e ciência política e incluindo o conhecimento dos povos e comunidades tradicionais. Esses especialistas atuavam como coordenadores do Relatório e dos capítulos, autores de capítulos e revisores externos, todos de forma voluntária e não-remunerada. Para a seleção dos participantes do relatório foram considerados os seguintes critérios, também previstos pela IPBES/BPBES:

1. *Diversificação de organizações e setores* – organizações de reconhecida competência na área do estudo devem ser contempladas, sejam elas universidades, centros de pesquisas, empresas e agências reguladoras públicas ou privadas e organizações não-governamentais. Setores: governo, abastecimento, agricultura, pecuária, silvicultura e conservação ambiental, turismo, comercialização, restauração ecológica, financeiro, entre outros.
2. *Balanço disciplinar* – multiplicidade de conhecimento e disciplinas devem ser

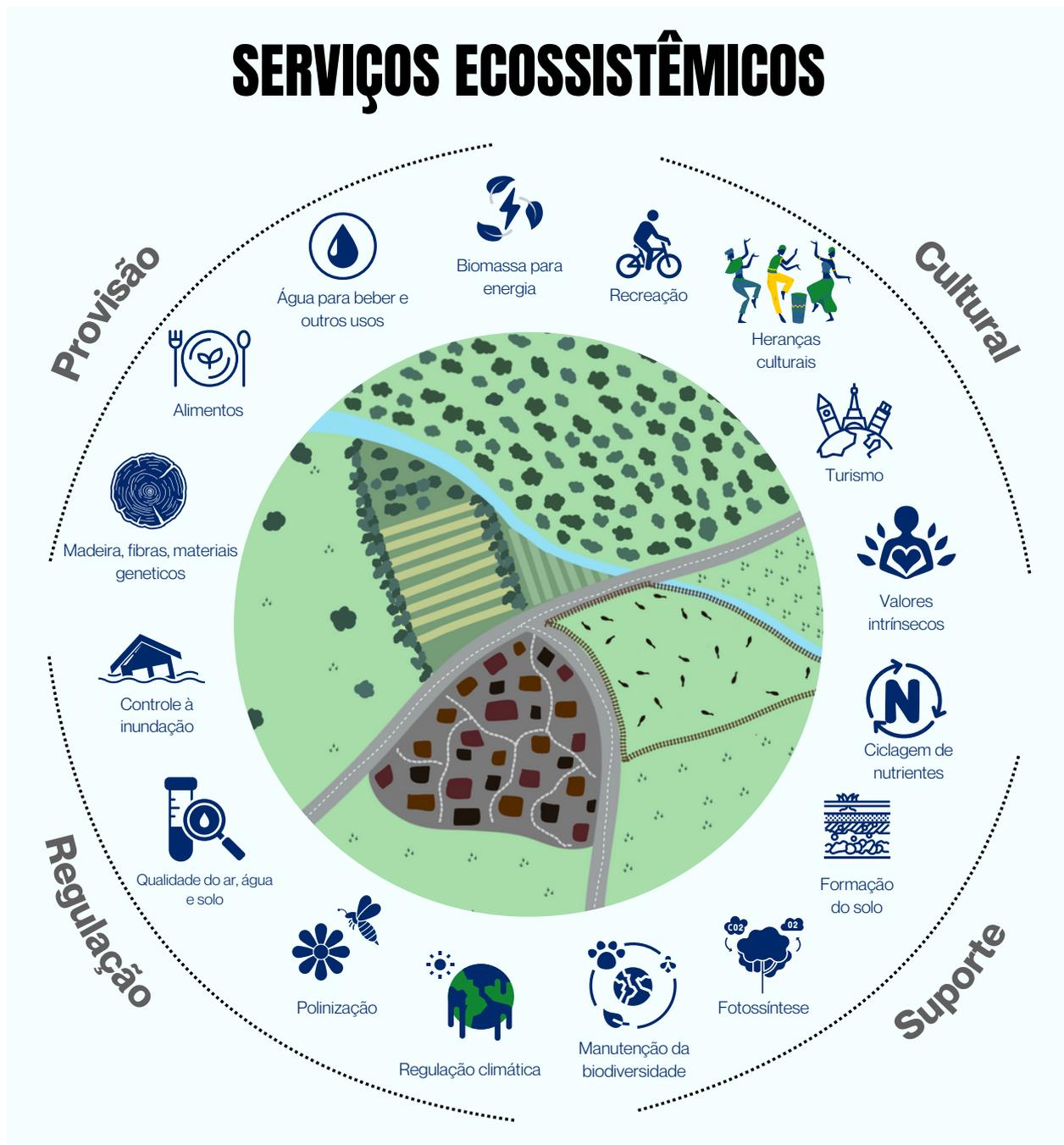


Figura 0.4. Classificação dos serviços ecossistêmicos. Fonte: Adaptado de MEA (2005).

representados, correlatos à temática do relatório;

3. *Balanco geográfico* – representação das diferentes regiões do país em suas especialidades (biomas brasileiros);

4. *Balanco de gênero* – representatividade de gêneros.

A construção do Relatório teve início em setembro de 2020, com a definição do escopo (*scoping*), contando com a participação de profissionais de diversos setores relacionados ao tema, como pesquisadores, extensionistas, gestores e representantes do terceiro setor². A Figura 0.5 ilustra as principais etapas do Relatório, dentre elas a seleção dos coordenadores de capítulos, que são especialistas de excelência nos diversos temas abordados no relatório, seguido de convite a autores de capítulos e seleção de jovens pesquisadores, a fim de

incluir profissionais em diferentes estágios de carreiras. Todos estes colaboradores apoiaram com eficiência e afinco nas demais etapas da elaboração do relatório (elaboração do rascunho inicial, primeira e segunda versões do relatório, revisão cruzada interna, revisão externa por consultores, realização de workshops de alinhamento interno e para obter a opinião de atores de diferentes setores relacionados ao tema e elaboração do sumário para tomadores de decisão), bem como em reuniões que ocorreram no nível da coordenação geral, coordenação de capítulos e entre jovens pesquisadores. No âmbito do Relatório foram também geradas diversas matérias de divulgação mais ampla sobre os temas abordados nos diferentes capítulos, publicados, a partir de uma colaboração entre a BPBES e o jornal Nexo, no canal Nexo Políticas Públicas³.



Figura 0.5. Principais etapas da elaboração do Relatório Temático sobre Agricultura, Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos. Concepção da figura: Autores desse capítulo.

2. Participantes da definição do escopo (*scoping*) do presente Relatório: Antônio Barbosa/Rafael Neves (Articulação no Semiárido Brasileiro/ASA Brasil), Joice Ferreira (pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental), Luiz Antonio Martinelli (ESALQ/USP), Luiz Roberto Zillo (Sociedade Rural Brasileira) e Thais Michel (EMATER-RS/Ascar).

3. <https://pp.nexojournal.com.br/parceiros/bpbps>

vii) Como o Relatório é estruturado?

O conteúdo principal desse Relatório está desenvolvido, após essa apresentação, em seis capítulos, apoiados por um glossário de termos, uma lista de siglas e dois anexos. O **capítulo 1**, intitulado “**Benefícios mútuos entre agricultura, biodiversidade e serviços ecossistêmicos**”, destaca os serviços ecossistêmicos fornecidos pela agricultura no Brasil, como a produção de alimentos, fibras e energia. Ele ressalta a importância desses serviços para o bem-estar humano e enfatiza o papel da biodiversidade e do conhecimento dos povos e comunidades tradicionais como base para práticas agrícolas sustentáveis a longo prazo. O **capítulo 2**, intitulado “**Trajетória histórica e panorama atual das relações entre agricultura, biodiversidade e serviços ecossistêmicos**”, apresenta tanto o histórico quanto o panorama atual dos fatores diretos e indiretos que contribuem para esses conflitos. Além disso, o capítulo mostra como a perda de biodiversidade e serviços ecossistêmicos vem afetando a agricultura, e as consequências desse sistema de produção para a qualidade de vida tanto das populações rurais quanto urbanas. O **capítulo 3**, intitulado “**Cenários para a agricultura, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos**” resume os cenários e projeções futuras da produção agrícola e da relação entre agricultura, biodiversidade e serviços ecossistêmicos nos biomas brasileiros. Esses cenários consideram os fatores com impacto diretos, como a demanda crescente por alimentos e intensificação da produção, e os fatores indiretos, como os impactos das mudanças climáticas, a diminuição de polinizadores e a resistência de patógenos emergentes. Os cenários

também avaliam as possibilidades de mudanças tecnológicas e práticas de manejo sustentável na agricultura, bem como as alterações nos padrões de comportamento e consumo humano. O **capítulo 4**, intitulado “**Conciliando a agricultura e a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos**”, identifica as tecnologias e práticas de uso e manejo sustentável na agricultura existentes no Brasil que contribuem para a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, destacando-se a viabilidade de disseminação e aplicação no campo, nos diferentes sistemas de produção e biomas. São apresentados estudos de caso exitosos em relação ao uso eficiente do solo e da água na agricultura, à tecnologias para redução do uso de insumos e agrotóxicos, à recuperação de áreas degradadas e à reinserção de terras degradadas à agricultura, dentre outros. O **capítulo 5**, intitulado “**Oportunidades para geração de renda e inclusão produtiva na paisagem rural por meio do uso sustentável e da manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos**”, aborda os principais mecanismos de compensação econômica e agregação de renda ao produtor que incentivam o uso e manejo sustentável na agricultura, a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos e a multifuncionalidade da paisagem rural. São apresentadas também estratégias para uma maior inclusão social e retenção de pessoas no campo, ampliação das relações entre o urbano e rural e valorização do manejo sustentável da sociobiodiversidade por povos e comunidades tradicionais. O **capítulo 6**, intitulado “**Governança para conciliar a agricultura, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos no Brasil**”,

descreve as estratégias de governança, derivadas de diversos arranjos institucionais, incluindo políticas, legislação e fortalecimento de diálogos multisetoriais e transescalares, que visam conciliar a agricultura com a manutenção da biodiversidade e serviços ecossistêmicos. São apresentadas e discutidas neste tópico as políticas públicas para a agricultura

focadas na provisão de múltiplos serviços ecossistêmicos, no fortalecimento da adoção de tecnologias na agricultura por todos os tipos de produtores rurais, no manejo sustentável e participativo considerando diferentes escalas de governança, dentre outras. A Figura 0.6 apresenta os principais termos e palavras-chave utilizados nos capítulos do RABSE.

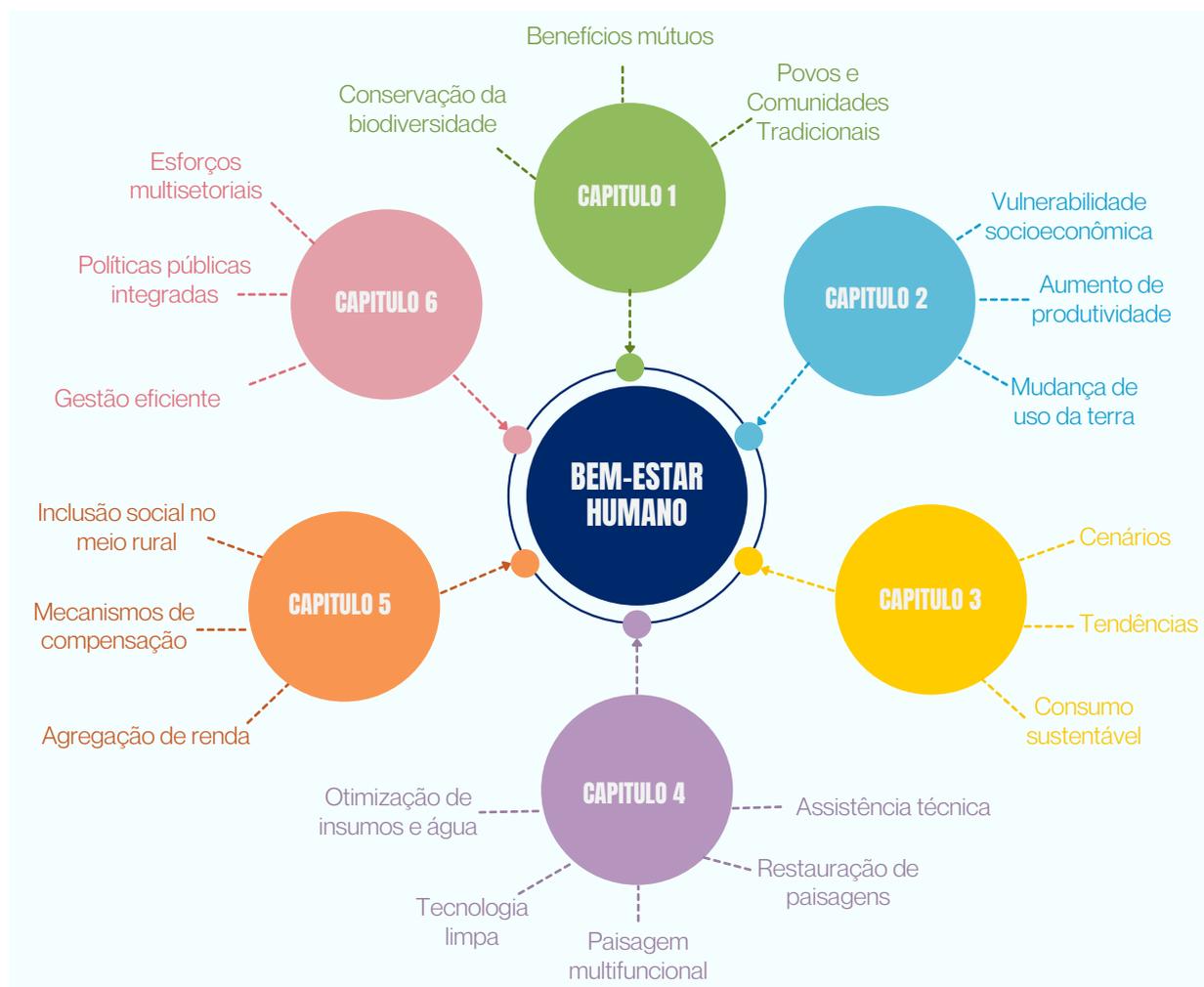


Figura 0.6. Termos e palavras-chave dos capítulos do presente Relatório. Concepção da figura: Autores desse capítulo.

viii) Qual é a abrangência do Relatório?

A agricultura abrange diversos setores e diferentes sistemas de produção, de forma que é um grande desafio apresentar sua relação com a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos, bem como soluções

para uma agricultura mais sustentável de uma forma integrada. Consideramos, sob o termo 'agricultura' a agricultura, a pecuária e a silvicultura, essa última sendo também chamada de florestas plantadas e plantações florestais ao longo dos capítulos.

O capítulo 4 traz uma discussão mais atual e aprofundada sobre esses termos. Em relação à escala temporal, incluímos o contexto histórico de uso e ocupação das terras desde os primórdios da expansão e modernização da agricultura no país, mas com destaque para a apresentação de leis e políticas ambientais a partir da Lei que estabeleceu o Código Florestal brasileiro em 1965, Lei nº 4.771/1965 (Brasil, 1965). Em termos espaciais, o Relatório cobre todo o território nacional, considerando as especificidades dos diferentes biomas. Aborda as diferentes escalas de produção, sendo consideradas neste Relatório como três categorias: agricultura familiar, não familiar (voltada principalmente ao agronegócio, às vezes denominada simplesmente de *commodities*) e a experiência e a praticada por povos e comunidades tradicionais. A agricultura familiar é definida legalmente pela Lei Federal nº 11.326/2006 (Brasil, 2006) como aquela que pratica atividades no meio rural, em área inferior a quatro módulos fiscais; utilizando predominantemente mão-de-obra familiar; com percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida em lei; e por fim, dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família. Desse modo, as demais propriedades que não se enquadrem nessas características foram denominadas de agricultura não familiar. Já o termo Povos e Comunidades Tradicionais (PCTs) refere-se a grupos (povos indígenas, quilombolas, geraizeiros, quebradeiras de coco, vazanteiros, catadoras de sementes, retirados, pescadores artesanais, seringueiros, castanheiros, ribeirinhos, fechos de pasto, caiçaras, pomeranos,

faxinalenses) culturalmente diferenciados e que se reconhecem assim, e por possuírem formas próprias de organização social, religiosa, econômica, além de utilizarem conhecimentos ancestrais, inovações e práticas transmitidas pela tradição. Esse termo foi definido na Resolução nº 230, de 8 de junho de 2021, do Conselho Nacional do Ministério Público (CNMP), que disciplina a atuação do Ministério Público brasileiro junto a essas populações. Esse Relatório considera também os principais marcos legais nacionais e acordos internacionais relacionados ao tema do Relatório, uma vez que são vetores de mudança.

ix) Como o Relatório contribui com a agenda internacional relacionada ao desenvolvimento sustentável?

Reconhecidos relatórios, plataformas e iniciativas internacionais enfatizam a urgência de redirecionar a sociedade humana em direção a um futuro sustentável, resiliente e equitativo. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas destacam a importância do setor agrícola para esse redirecionamento, especialmente nos ODS 2 (Fome Zero) e 12 (Consumo e Produção Responsáveis), por meio da agricultura sustentável, apoio aos pequenos produtores, acesso igualitário à terra, tecnologia e mercado (United Nations, 2023). O Brasil desempenha um papel crucial para alcançar esses objetivos por ser um dos principais países produtores de alimentos. Isso fica demonstrado neste Relatório que apresenta as ações já em andamento e as possibilidades para o país nessa missão. Outros ODS também estão fortemente ligados ao setor agrícola. Por exemplo, a erradicação da pobreza (ODS 1) depende do acesso universal a alimentos

nutritivos e água limpa (ODS 6), sem a presença excessiva de poluentes, como agrotóxicos. Além disso, o foco das ações brasileiras para o setor deve ser uma agricultura de baixo carbono, planejada para auxiliar na adaptação de regiões vulneráveis (ODS 13).

Inclusive, essas ações podem estar relacionadas à iniciativa RECSOIL – Recarbonization of Global Agricultural Soil da FAO, uma promissora opção de compensação de gases de efeito estufa com base na implementação de práticas sustentáveis de manejo do solo (carbono orgânico do solo centrado) em grande escala (FAO, 2023). Tais iniciativas corroboram para que o Brasil desempenhe seu papel para atingir as metas estabelecidas nos acordos da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC, 2015).

Dentre as agendas internacionais, a conservação e recuperação das diferentes formas de vida na Terra (ODS 14 e 15) se apresenta não só como um imperativo ético como uma necessidade para subsistência e bem-estar humano. O recém acordado Quadro Global para Biodiversidade de Kunming-Montreal, na conferência da Convenção da Diversidade Biológica, possui as novas metas globais relacionadas a tais temas e prevê uma maior harmonia com a natureza até 2050, contendo um plano para trazer a mudança transformadora necessária na relação das pessoas com o resto da natureza (CBD, 2022). Tais mudanças necessariamente terão de passar pelo setor agrícola, que deverá planejar suas atividades de forma a reduzir a necessidade de expansão de área e seus impactos nos ecossistemas naturais, contexto do qual o Brasil deverá ter iniciativas e participação relevante.

Portanto, o setor da agricultura é chave para se alcançar muitas das metas acordadas no âmbito internacional. No entanto, um verdadeiro avanço neste sentido só será possível com uma visão integrada, que considere a conservação da biodiversidade e a provisão de serviços ecossistêmicos como um princípio fundamental para as atividades da agricultura. Ainda, é importante reconhecer o papel essencial dos produtores rurais e melhorar a sua qualidade de vida. Nesse sentido, esse Relatório evidencia os avanços e experiências exitosas e traz recomendações para conciliar a agricultura e a conservação nos diferentes biomas. Objetiva-se subsidiar decisões coerentes e acertadas e fortalecer o diálogo e a governança nos diferentes setores da sociedade com olhar múltiplo e inclusivo.

REFERÊNCIAS

- ANA. Agência Nacional de Águas. (2018). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018: informe anual*. Brasília: ANA, 72p. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/informe_conjuntura_2018.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Alexandratos, N. & Bruinsma, J. (2012). *World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision*. ESA Working paper No. 12-03. Rome, FAO. Disponível em: <<https://www.fao.org/4/ap106e/ap106e.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Barral, M. P., Villarino, S., Levers, C. et al. (2020). Widespread and major losses in multiple ecosystem services as a result of agricultural expansion in the Argentine Chaco. *Journal of Applied Ecology* 57, 2485-2498. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13740>
- Brasil. Lei Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal.
- 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.
- Barros, G. S. C., Castro, N. R., Machado, G. C., Almeida, F. M. S. & Almeida, A. N. (2022). *Boletim mercado de trabalho do agronegócio brasileiro*. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA). Piracicaba, 2º trimestre de 2022. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_Mercado%20de%20Trabalho_2T2022.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Bruinsma, J. (2017). *World agriculture: towards 2015/2030: an FAO perspective*. Routledge.
- Carvalho, N. O. (2008). *Hidro sedimentologia Prática*. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais CPRM/ Centrais Elétricas Brasileiras - Eletrobrás. 2. ed. Rio de Janeiro, p. 561-566.
- CBD. Convention of Biological Diversity (2022). *Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity*. Disponível em: <<https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-en.pdf>>. Acesso em: ago de 2024.
- CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. CNA. Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária. *PIB do agronegócio brasileiro de 1996 a 2021*. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: ago. 2024.
- Contini, E. & Aragão, A. (2021). *O agro brasileiro alimenta 800 milhões de pessoas*. Brasília: Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/26187851/Popula%C3%A7%C3%A3o+alimentada+pelo+Brasil/5bf465fc-ebb5-7ea2-970d-f53930b0ec25?version=1.0&download=true>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J. et al. (2015). The IPBES Conceptual Framework—Connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.11.002>
- FAO. Food and Agriculture Organization. (2009). *High Level Expert Forum - how to feed the world in 2050*. Office of the Director, Agricultural Development Economics Division. Economic and Social Development Department. Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy. Disponível em: <<https://www.fao.org/wsfs/forum2050/wsfs-forum/en/>>. Acesso em: ago. de 2024.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO. (2022). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0639en>.
- FAO. Food and Agriculture Organization. (2023). *RECSOIL: Recarbonization of Global Agricultural Soils*. Disponível em: <<https://www.fao.org/global-soil-partnership/areas-of-work/recsoil/recsoil-home/en/>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Fu, B., Zhang, L., Xu, Z. & Skinner, D. S. (2015). Ecosystem services in changing land use. *Journal of Soils and Sediments* 15, 4. <https://doi.org/10.1007/s11368-015-1082-x>.
- Global Forest Watch (2022). Disponível em <<https://www.globalforestwatch.org/>>. Acesso em: ago. de 2024.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Agropecuário*. (2017). Disponível em: <<https://censoagro2017.ibge.gov.br>> Acesso em: ago. de 2024.
- Instituto Trata Brasil (2023). Disponível em <<https://tratabrasil.org.br/perdas-de-agua-2023/>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Ippolito, A. & Fait, G. (2019). Pesticides in surface waters: from edge-of-field to global modeling. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 36, 78-84. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.10.023>.
- Joly, C. A., Scarano, F. R., Seixas, C. S. et al. (eds.). (2019). *1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos*. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (BPBES). São Carlos: Editora Cubo, 351 p. <https://doi.org/10.4322/978-85-60064-88-5>.
- Lamparter, G., Nobrega, R. L. B., Kovacs, K., Amorim, R. S. & Gerold, G. (2018). Modeling hydrological impacts of agricultural expansion in two macro-catchments in Southern Amazonia. *Regional Environmental Change* 18, 91-103. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-1015-2>.
- MAPA. Ministério da Agricultura e Pecuária (2023). Disponível em: <<https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/Agrostat/Agrostat.html>>. Acesso em: ago. de 2024.

- MapBiomas. Projeto MapBiomas. (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.
- MEA. Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. Washington, DC: Island Press. Disponível em <http://pdf.wri.org/ecosystems_human_well-being.pdf>. Acesso em: ago. 2024.
- Molotoks, A., Stehfest, E., Doelman, J. et al. (2018). Global projections of future cropland expansion to 2050 and direct impacts on biodiversity and carbon storage. *Global Change Biology* 24, 5895-5908. <https://doi.org/10.1111/gcb.14459>.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente e do Clima. (2024). Disponível em <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade#:~:text=0%20Brasil%20ocupa%20quase%20metade,e%20tr%C3%AAs%20grandes%20ecossistemas%20marinhos>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Neri, M.C. (2022). *Insegurança alimentar no Brasil - Pandemia, tendências e comparações internacionais*. Rio de Janeiro: FGV Social, 29 p. Disponível em: <<https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/df305afe-7edc-487a-a61a-0dae27223ab0/content>>. Acesso em: ago. de 2024.
- OECD. The Organisation for Economic Co-operation and Development. FAO. Food and Agriculture Organization. (2015). *Brazilian agriculture: prospects and challenges*, OECD-FAO Agricultural Outlook 2015, Part 1, Chapter 2, OECD Publishing, Paris. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/agr_outlook-2015-5-en.pdf?expires=1723142903&id=id&accname=guest&checksum=13A38E-F4864EE8E13BD908E671DFFD>. Acesso em: ago. de 2024.
- Prado, R. B., Formiga, R. & Marques, G. F. (2017). Uso e gestão da água: desafios para a sustentabilidade no meio rural. In: Turetta, A. P. D. (ed.) *As funções do solo, suas fragilidades e seu papel na provisão dos serviços ecossistêmicos*. Boletim Informativo. Viçosa: SBSC 43(2), 43-48.
- Reid, A. J., Carlson, A. K., Creed, I. F. et al. (2018). Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society* 94(3), 849-873. <https://doi.org/10.1111/brv.12480>
- Ribeiro, M. C., Metzger, J. P., Martensen, A. C., Ponzoni, F.J. & Hirota, M. M. (2009). The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142(6), 1141-1153. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J. & Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *PNAS* 108(50), 20260-20264. <https://doi.org/10.1073/pnas.111643710>.
- Xie, H. & Ringler, C. (2017). Agricultural nutrient loadings to the freshwater environment: the role of climate change and socioeconomic change. *Environmental Research Letters*, 12, 104008. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa8148>.
- UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change. Paris Agreement. (2015). Disponível em <https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- United Nations, DESA, Population Division. (2022). *World Population Prospects*. Disponível em: <<https://population.un.org/wpp>>. Acesso em: ago. de 2024.
- United Nations. (2023). *The 17 Goals*. Disponível em: <<https://sdgs.un.org/goals>>. Acesso em: ago. de 2024.

CAPÍTULO 1: BENEFÍCIOS MÚTUOS ENTRE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Como citar: Viana, B. F., Nabinger, C., Pires, M de M., Moraes, A. R. de, Santos, A., Lopes, A. V., Clement, C. R., Silva, F. D. S., Hasenack, H., Hipólito, J., Campanha, M. M., Nunes-Neto, N., Porto, R. G. Capítulo 1: Benefícios mútuos 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. 25-51.

<http://doi.org/10.4322/978-65-01-21502-0.cap01>

Coordenadores do capítulo: Blandina Felipe Viana¹, Carlos Nabinger², Mônica de Moura Pires³

¹ Universidade Federal da Bahia

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul,

³ Universidade Estadual de Santa Cruz

Autores do capítulo: Alice Ramos de Moraes⁴, Amaury da Silva dos Santos⁵, Ariadna Valentina Lopes⁶, Charles Roland Clement⁷, Felipe Deodato da Silva e Silva⁸, Heinrich Hasenack⁹, Juliana Hipólito de Sousa¹⁰, Mônica Matoso Campanha¹¹, Nei de Freitas Nunes-Neto¹², Rafaella Guimarães Porto¹³

⁴ Universidade Estadual de Campinas

⁵ Embrapa Tabuleiros Costeiros

⁶ Universidade Federal de Pernambuco

⁷ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

⁸ Instituto Federal de Mato Grosso

⁹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul

¹⁰ Universidade Federal de Viçosa

¹¹ Embrapa Milho e Sorgo

¹² Universidade Federal da Grande Dourados

¹³ Universidade Federal de Pernambuco

Revisores externos: Ima Célia Guimarães Vieira¹⁴, Cristina Adams¹⁵, Alexandre Magno de Melo Faria¹⁶

¹⁴ Museu Goeldi

¹⁵ Universidade de São Paulo

¹⁶ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

CAPÍTULO 1: BENEFÍCIOS MÚTUOS ENTRE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

1.1 Introdução

1.2 Importância da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos para a agricultura

1.3 Contribuições dos serviços ecossistêmicos para a agricultura em números

1.4 Conhecimentos ecológicos de Povos e Comunidades Tradicionais (PCTs) relacionados à agricultura e à biodiversidade

1.5 Considerações finais

Referências

Anexo A1.1

1.1 Introdução

A agricultura, compreendendo a pecuária e a silvicultura, é uma atividade resultante da interação ser humano-natureza para produzir alimentos, madeira, biocombustíveis, fibras, fármacos, dentre outros, imprescindíveis para o bem-estar e qualidade de vida humana. Na contemporaneidade, o modelo de agricultura predominante, baseado na monocultura com uso intensivo do solo e da água, de agrotóxicos, fertilizantes e demais insumos agrícolas derivados do petróleo é a principal ameaça à biodiversidade, à provisão de serviços ecossistêmicos e à sociobiodiversidade, gerando supressão da vegetação natural de grandes áreas, compactação e erosão dos solos, contaminação dos recursos hídricos e dos alimentos, desterritorialização de povos e comunidades tradicionais (PCTs), dentre outros danos (Díaz et al., 2018). Em contraposição, existem modelos de práticas agrícolas ambientalmente amigáveis que permitem conciliar agricultura e conservação da natureza, aliando a produtividade dos sistemas agrícolas com o uso racional dos recursos naturais. Neste capítulo apresentam-se os mútuos benefícios e sinergias de modelos de agricultura na perspectiva da sustentabilidade das atividades agrícolas, do bem-estar dos seres humanos e da manutenção da vida no planeta. Para ilustrá-los, são apresentados tipos de serviços ecossistêmicos providos pela biodiversidade para a agricultura em números e suas multidimensionalidades, destacando a importância das relações dos PCTs e agricultores familiares com a natureza, que fundamentam os sistemas de conhecimentos ecológicos locais (CEL),

na origem, manutenção e conservação da agrobiodiversidade e dos serviços ecossistêmicos (SE) relacionados. Ao longo do capítulo, empregamos as terminologias “Serviços Ecossistêmicos” (SE) e “Contribuição da Natureza para as Pessoas” (CNP) como sinônimas. Optamos por manter ambas as nomenclaturas, visto que o termo “Serviços Ecossistêmicos” é amplamente conhecido e adotado em documentos oficiais, enquanto o uso de “Contribuição da Natureza para as Pessoas”, embora mais recente (Díaz et al., 2015), é considerado como mais inclusivo e apropriado para categorizar os benefícios providos pela biodiversidade e processos associados à agricultura.

1.2 Importância da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos para a agricultura

A biodiversidade contempla toda a variedade da vida na Terra, desde as variações entre indivíduos de mesma espécie, passando pela diversidade de espécies até os ecossistemas (CBD, 1992). A biodiversidade é fundamental para a agricultura, tendo em vista que todas as espécies (sejam elas animais, vegetais, fungos, etc.) cultivadas em sistemas agrícolas são provenientes, originalmente, de espécies silvestres que, por sua vez, fazem parte da biodiversidade do planeta. Por meio do manejo pelos seres humanos, ao longo do tempo, muitas espécies foram domesticadas e semi-domesticadas de modo a suprir necessidades de alimentação, de obtenção de insumos e de matérias-primas para moradia, vestimentas, utensílios e muitos outros fins.

Outro aspecto importante da biodiversidade diz respeito ao seu papel no funcionamento dos ecossistemas e no fornecimento de serviços ecossistêmicos fundamentais

para a agricultura. Exemplos dos serviços ecossistêmicos e desserviços ecossistêmicos (impactos negativos nos serviços ecossistêmicos causados por ações humanas) na interface entre agricultura e biodiversidade, as interconexões entre a biodiversidade e a agricultura e seus benefícios mútuos e impactos são representados na Figura 1.1. A polinização por animais, inclusive espécies silvestres, cujo habitat principal são ecossistemas nativos, por exemplo, é imprescindível para diversas espécies de plantas de interesse comercial, consistindo em um serviço ecossistêmico essencial para a humanidade, uma vez que está relacionada à provisão de alimentos (Joly et al., 2019) (Quadro 1.1). A presença da vegetação nativa também gera serviços ecossistêmicos importantes ao reter as partículas do solo, contribuindo para o serviço ecossistêmico de controle à erosão, favorecendo a capacidade de infiltração e armazenamento de água no solo. Serviços ecossistêmicos importantes para a qualidade e integridade do solo resultam da ação de organismos e microrganismos que decompõem a matéria orgânica e disponibilizam nutrientes importantes para o crescimento vegetal. Outro exemplo de serviço ecossistêmico a

ser mencionado é o controle biológico de pragas e doenças prejudiciais aos cultivos agrícolas, por meio da ação de predadores naturais. Além disso, a vegetação natural tem papel relevante no controle microclimático, por meio da evapotranspiração, contribuindo para o fornecimento dos serviços hidrológicos (Power, 2010; IPBES et al., 2016; Wolowski et al., 2019).

Os serviços ecossistêmicos dependem da biodiversidade (Prip, 2018). Portanto, a conservação ou a perda da biodiversidade ocasiona impactos diretos sobre o funcionamento dos ecossistemas e também sobre a produção e produtividade agrícolas e bem-estar humano. Os ecossistemas naturais são o bem mais precioso para a agricultura (Martinelli & Filoso, 2009) e, por isso, não há sentido tratar agricultura e conservação da biodiversidade de maneira antagônica – seja pela importância da agricultura como produtora de alimentos e provedora de serviços ecossistêmicos para as sociedades humanas, seja por sua dependência de serviços fornecidos pelos ecossistemas naturais. O Quadro 1.1 apresenta um exemplo de serviço ecossistêmico que beneficia a biodiversidade e a agricultura.

Quadro 1.1: Benefícios da polinização para a biodiversidade e para a agricultura

Um dos benefícios que mais se destaca na relação entre agricultura e biodiversidade é a polinização de plantas feita por animais, pois ela afeta a produção de diversos cultivos agrícolas em quantidade e qualidade (por exemplo: tamanho dos frutos, quantidade de frutos e sementes). Aproximadamente 75% das espécies agrícolas de importância global para a produção de alimentos dependem, em algum grau, da polinização animal, principalmente por insetos (IPBES, 2016; Joly et al., 2019). Entre as culturas que apresentam dependência essencial de polinizadores animais estão, por exemplo, o cacau, o melão, a melancia e o maracujá (Klein et al., 2007). Outras culturas, como café e soja, têm sua produção incrementada na presença de polinizadores. Desse modo, a polinização associa-se diretamente à oferta agrícola e de muitos dos nutrientes essenciais à dieta humana e animal (Porto et al., 2021).

Quadro 1.1: Benefícios da polinização para a biodiversidade e para a agricultura

A polinização também se relaciona diretamente à biodiversidade local. Aproximadamente 90% das plantas silvestres com flores dependem, pelo menos em parte, da polinização realizada por animais, e isto requer uma alta diversidade de polinizadores silvestres (IPBES, 2016). A conservação da vegetação nativa é importante para contribuir para uma maior disponibilidade de polinizadores, beneficiando a produção de cultivos que dependem dessa polinização (Souza et al., 2014) e incrementando o valor econômico e social desse serviço (Hipólito et al., 2019). Isto sem considerar espécies animais que ainda não são relatadas como polinizadores de cultivos, mas que podem estar contribuindo para a produtividade agrícola, isto é, a *diversidade negligenciada de polinizadores agrícolas* (Lopes et al., 2021). Estima-se, por exemplo, que a diversidade negligenciada de abelhas como potenciais polinizadores de culturas no Brasil seja de 88,4%; no caso dos vertebrados estima-se que a diversidade negligenciada seja de 95,2% (Lopes et al., 2021). Isso significa que muitas das interações planta-polinizador ainda não observadas estão fora da agenda de conservação para a estabilidade agrícola e essas espécies não deveriam ser excluídas das estratégias de conservação e do planejamento do uso da terra (Lopes et al., 2021). É sabido que a presença de polinizadores silvestres em áreas naturais no entorno de cultivos aumenta a produtividade, a estabilidade na produção e a rentabilidade dos cultivos (Garibaldi et al., 2011, 2016).

Atualmente, a maior parte da agricultura tem implicado na modificação humana do ambiente, visando a substituição, em maior ou menor grau, de espécies nativas por espécies de interesse agrícola. Convencionalmente, os sistemas agrícolas são manejados visando um maior fornecimento de serviços ecossistêmicos de provisão, como alimentos, forragem (alimentação animal), biocombustíveis (por exemplo: etanol, biodiesel), madeiras para diversos fins (por exemplo: geração de energia, construção civil, papel e celulose), fibras (por exemplo: algodão, seda, lã), fármacos e produtos cosméticos e ornamentais (por exemplo: plantas e flores). Ainda, por se tratar de uma atividade intrinsecamente ligada aos modos de vida de diversas sociedades humanas, a agricultura também fornece serviços ecossistêmicos culturais, por exemplo, em paisagens ou localidades profundamente caracterizadas por determinado tipo ou modo de produção agrícola (López-Santiago et al., 2014;

Winkler & Nicholas, 2016), como é o caso da utilização do coco-babaçu (*Attalea speciosa* Mart.) no Brasil (Joly et al., 2019).

Os diferentes usos da terra e práticas de manejo impactam – positiva ou negativamente – os ecossistemas, a sociobiodiversidade associada e, conseqüentemente, os respectivos serviços ecossistêmicos fornecidos pela paisagem (Foley et al., 2005). Atualmente, a agricultura é um vetor crítico de degradação da terra em nível mundial (IPBES, 2018b). Para maximizar a produtividade, busca-se, na agricultura convencional, suplantado ou mesmo substituir alguns serviços ecossistêmicos pela utilização de insumos externos aos sistemas agrícolas, como, por exemplo, pela aplicação (muitas vezes excessiva) de fertilizantes e agrotóxicos, implantação de sistemas de irrigação e polinização assistida. Ainda que tais práticas tragam benefícios em termos de aumento de produtividade agrícola no curto prazo, em médio e longo prazo este padrão não se



Figura 1.1. Serviços e desserviços ecossistêmicos na interface entre agricultura e biodiversidade. Fonte: Adaptado de Zhang et al. (2007). Concepção da figura: Blandina Felipe Viana.

sustenta, pois incorre em um círculo vicioso em que são necessários cada vez mais insumos (e recursos naturais) para sustentar os padrões de produção almejados, gerando um balanço energético negativo (Costa & Faria, 2019). A expansão e o avanço da agricultura sobre habitats nativos (IPBES, 2018a) e territórios tradicionais sem planejamento e, muitas vezes, sem o manejo adequado, contribuem para o declínio e a perda da sociobiodiversidade e dos serviços ecossistêmicos (Foley et al., 2005; Potts et al., 2016; Landis, 2017; Díaz et al., 2018). A degradação da terra leva ao seu abandono por conta de erosão, queda de fertilidade, compactação do solo e salinização (The Global Land Outlook, 2017).

A dependência humana em relação à agricultura é inegável. Desta forma, práticas que geram mais impactos positivos que negativos para a conservação das espécies e bem-estar social e que favoreçam o fornecimento de múltiplos serviços ecossistêmicos devem ser propagadas e fomentadas (Landis, 2017; Alves-Pinto et al., 2018; Simonet et al., 2018; West et al., 2018; Tavares et al., 2020). A intensificação ecológica da agricultura (Garibaldi et al., 2019) baseia-se na ideia de aumento da produtividade agrícola por meio do fortalecimento dos serviços ecossistêmicos providos pela biodiversidade, diminuindo o uso de insumos externos e minimizando a expansão de áreas agrícolas. Alguns exemplos neste sentido incluem elementos citados a seguir, porém, uma discussão mais aprofundada sobre práticas agrícolas sustentáveis encontra-se no capítulo 4:

i. a conservação da vegetação nativa que fornece habitat para espécies predadoras de pragas agrícolas próxima a áreas de cultivo

(Souza et al., 2014; Bueno et al., 2019) e polinizadores (Bergamo et al., 2021);

ii. a adoção de Sistemas Agroflorestais (SAFs) (Mascarenhas et al., 2021) que favoreçam o armazenamento de carbono (Gama-Rodrigues et al., 2010; Schroth et al., 2015), a produção de alimentos de alto valor nutricional (Neves, 2013) e o fornecimento de serviços ecossistêmicos culturais (Souza et al., 2012);

iii. a intensificação de práticas agrícolas amigáveis à biodiversidade, o que inclui sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (Balbino et al., 2011), e, ao mesmo tempo, atende às necessidades humanas de alimento, contribuindo para a resiliência de paisagens (Rockström et al., 2017) e para a redução de emissões de gases de efeito estufa (Peters et al., 2013);

iv. a conservação do solo, tendo em vista seu papel fundamental nos processos ecológicos relacionados à produção primária e em determinar, por assim dizer, a biodiversidade que ocorre em determinada área – o que influencia diretamente o uso do solo para fins de produção agrícola (Prado et al., 2016);

v. a pecuária sobre campos nativos, adequadamente manejada, que se beneficia da alta diversidade de espécies para oferecer ao gado uma dieta que diminui ou até elimina a necessidade de complementação alimentar com ração, mantendo a cobertura vegetal nativa e a fauna associada (Nabinger et al., 2009; Pinto et al., 2016).

vi. a adoção de sistemas de produção orgânicos ou em transição agroecológica, reduzindo o uso de fertilizantes e agrotóxicos, fazendo uso de bioinsumos e valorizando a biodiversidade.

A intensificação ecológica da agricultura pode se concentrar, por exemplo, em áreas já convertidas para o uso agrícola, como áreas de pastagens degradadas, enquanto áreas menos aptas para o uso podem ser restauradas e/ou conservadas (TNC, 2019). A presença da vegetação nativa pode contribuir para a recarga de aquíferos, proteção de cursos d'água contra o assoreamento, além de promover a conexão entre fragmentos de vegetação nativa, aumentar a diversidade de polinizadores e dispersores, atuar no controle biológico e na regulação climática (Souza et al., 2014; TNC, 2019; Bueno et al., 2019; Machado et al., 2020).

Instituições de pesquisa têm identificado técnicas de conservação e uso do solo e da água recomendadas nas diferentes regiões do país, mas infelizmente essas técnicas ainda não têm sido adotadas na escala necessária – ou, quando adotadas, seguem as recomendações apenas parcialmente (Denardin et al., 2014). Neste sentido, ressalta-se a importância de mecanismos de incentivo à adoção de boas práticas agrícolas e do reforço da assistência técnica rural pública, visando benefícios mútuos para a agricultura e para a biodiversidade. As políticas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) – discutidas mais amplamente no capítulo 5 – têm sido disseminadas e incorporadas às políticas públicas. Diferente de métodos tradicionais, conhecidos como “comando e controle”, em que a gestão ambiental é baseada em fiscalizações e multas, os PSAs são baseados na valoração econômica da natureza e, conseqüentemente, na distribuição de incentivos monetários aos responsáveis pela preservação ambiental. As iniciativas de PSA passam a ser uma opção lucrativa e sustentável para o público-

alvo que é o produtor rural, e é um ponto de convergência entre ambientalistas, ruralistas, comunidades científicas e gestores ambientais.

1.3 Contribuições dos serviços ecossistêmicos para a agricultura em números

Para gerar um panorama geral sobre as contribuições dos serviços ecossistêmicos (SE) ou contribuições da natureza para as pessoas (CNP) para a agricultura no Brasil foi realizada uma pesquisa bibliográfica. As bases de dados utilizadas nesse levantamento foram: Dimensions, Scielo e Periódicos CAPES, considerando as seguintes palavras-chave (em inglês e português): Brasil, agricultura, cultivos, pasto, serviço ecossistêmico, serviço ambiental, contribuições da natureza para as pessoas e valoração. A delimitação temporal foi de 1965 até 2021, resultando em 1.265 estudos, dos quais foram selecionados 477 estudos de acordo com os seguintes critérios: a) Ser um estudo aplicado que mensura/avalia serviços ecossistêmicos no Brasil, seja na escala local, regional ou nacional; e/ou b) Ser um estudo que tenha relação clara com a agricultura (no sentido amplo do termo, ou seja, incluindo pecuária e silvicultura).

Os trabalhos selecionados foram classificados considerando as informações do título e do resumo, nas seguintes categorias: a) bioma em que o estudo foi desenvolvido; b) categoria de CNP; c) escala geográfica do estudo; d) estudos com Pagamentos por Serviços Ambientais; e) estudos que envolvem valoração monetária e não-monetárias. Estudos realizados em dois biomas e com duas ou mais CNP foram contabilizados para todas as

categorias envolvidas. As categorias de CNP foram selecionadas de acordo com Diaz et al. (2018), sendo elas: Manutenção de habitats; Regulação da qualidade da água; Regulação do clima; Produção de alimentos; Regulação do solo; Regulação da quantidade da água; Produtos madeireiros e não-madeireiros; Polinização; Suporte e identidades; Manutenção de opções; Energia; Experiências físicas e psicológicas; Regulação de organismos prejudiciais a humanos; Aprendizado e inspiração; Regulação de eventos extremos; Regulação da qualidade do ar; e Recursos medicinais.

A literatura sobre SE relacionada às contribuições da natureza para a agricultura, inclui estudos sobre diversos SE, especialmente: manutenção de habitats; regulação da qualidade e quantidade da água; regulação do clima e do solo, produção de alimentos, dentre outros SE, que podem estar relacionados às diferentes categorias mencionadas por Diaz et al. (2018). A Figura 1.2 apresenta as contribuições da natureza abordadas em estudos sobre agricultura no Brasil, no período de 1994 a 2021, organizadas segundo as categorias de



Figura 1.2. Contribuições da natureza para as pessoas abordados em estudos sobre agricultura no Brasil, no período de 1994 a 2021, organizadas segundo as categorias de serviços ecossistêmicos (Regulação, Suporte, Provisão e Cultural) (MEA, 2005), para facilitar a compreensão. Categorias com menos de 10 ocorrências estão agrupadas em “Outras contribuições” e são pertencentes a variados SE. Concepção da figura: Autores do capítulo.

serviços ecossistêmicos (Regulação, Suporte, Provisão e Cultural) (MEA, 2005), para facilitar a compreensão do leitor, já que a classificação de MEA (2005) é mais conhecida.

A literatura relacionada a manutenção de habitats, de forma geral, avalia as iniciativas baseadas na conservação e restauração de ecossistemas, investigando inclusive os aspectos econômicos vinculados a essas atividades. Por exemplo, em um estudo de caso no corredor ecológico de Chapecó/SC, fazendeiros estariam dispostos a receber R\$ 382,57/ha⁴ para participar de um programa de conservação (Alarcon et al., 2017). Outro exemplo, políticas de incentivos econômicos (por exemplo: ICMS Ecológico) estimularam

4. Taxa de conversão: 3,283 R\$/USD na data de publicação do artigo, 14/06/2017 (Banco Central - <https://www.bcb.gov.br/conversao>).

a criação de áreas protegidas por parte de municípios brasileiros (Droste et al., 2017) (veja Quadro 1.2).

A regulação da qualidade e da quantidade da água é um dos principais objetivos das políticas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) no Brasil (Prado et al., 2019). Foram identificadas 68 iniciativas de PSA hídricas em andamento ou concluídas no território nacional até o ano de 2017 (Coelho et al., 2021). Segundo o Relatório Temático Água: Biodiversidade, Serviços Ecossistêmicos e Bem Estar Humano no Brasil (Pires et al., 2019), desenvolvido no âmbito da BPBES, a agricultura e a pecuária consomem em média 750 mil e 125 mil litros de água por segundo, respectivamente; cerca de 85% da produção agrícola nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul dependem da água da chuva

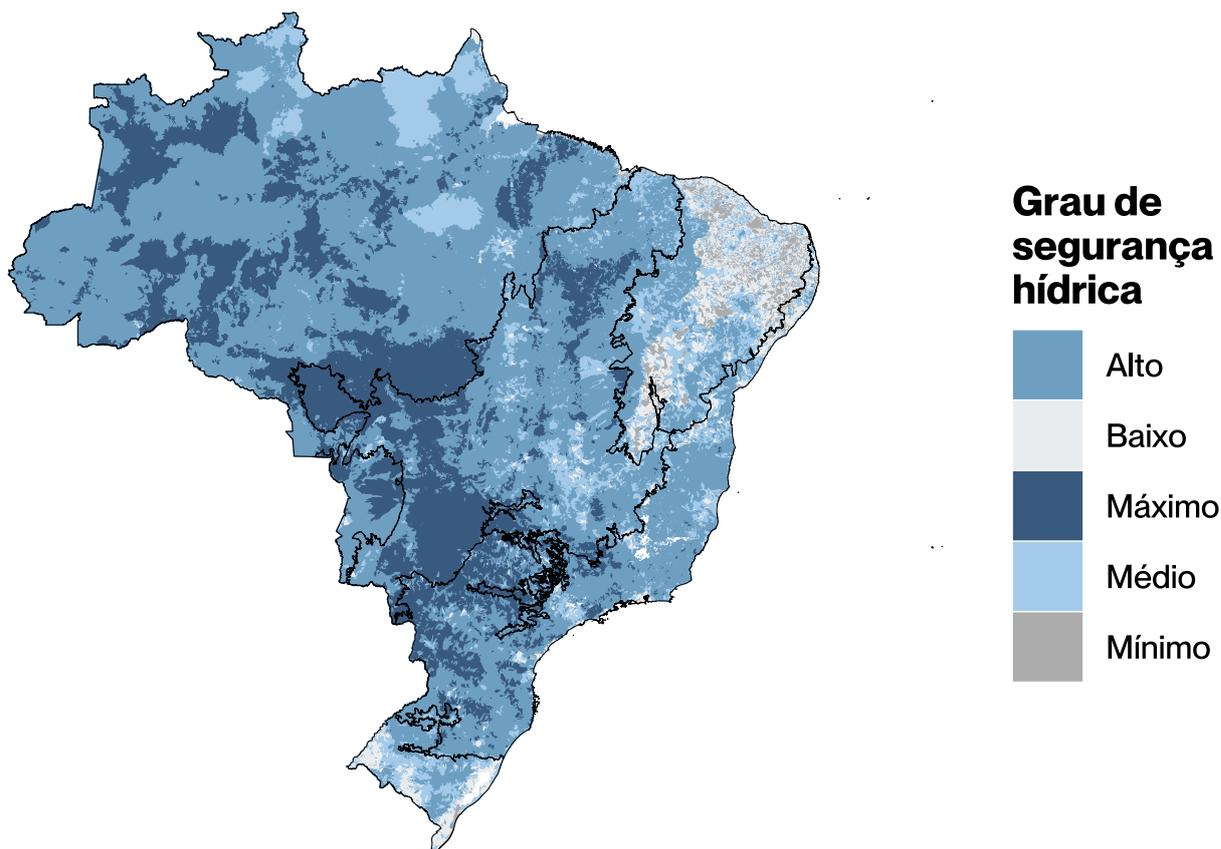
Quadro 1.2: Estudo de Caso - ICMS Ecológico (ICMS-E)

O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) é um imposto estadual sobre o valor adicionado de bens e serviços. A Constituição de 1988 determinou que 25% das receitas do ICMS deveriam ser transferidas dos estados para os municípios que os compõem. O ICMS Ecológico (ICMS-E) surgiu em 1991, no estado do Paraná, para compensar municípios que abrigam Unidades de Conservação (UC) em seus territórios e que, por isso, limitavam o crescimento econômico devido às restrições de uso do solo para atividades econômicas. Assim, critérios ambientais foram incluídos na valoração dos repasses do ICMS. Dessa forma, o ICMS-E se enquadra em um tipo de PSA, cuja finalidade é retribuir a provisão de bens públicos ambientais, tais como os serviços ecossistêmicos, a tais entidades governamentais. Essa abordagem de conservação da natureza baseada em um instrumento econômico tem elevado o orçamento de tais municípios e trazido benefícios sociais, ambientais e econômicos. Hoje, 17 estados brasileiros utilizam o ICMS-E e beneficiam-se diretamente na forma de arrecadação e preservação ambiental (Garrido et al., 2021; Lima et al., 2020). Por exemplo, em Minas Gerais, o uso do ICMS-E proporcionou aumento de renda dos municípios pouco produtivos, melhoria de Unidades de Conservação já existentes, bem como a criação de novas áreas protegidas. Ainda neste estado, no período de 1997 a 2006, a área protegida aumentou 400%, passando de cerca de 1,14 para 4,93 milhões de hectares, com uma transferência bruta de ICMS de R\$1,13 bilhões aos municípios em junho de 2020 (Fernandes et al., 2011). No Estado de São Paulo, para citar mais um exemplo, 186 municípios estão aptos a receber o ICMS-E, e em 2019, o governo estadual repassou R\$150 milhões (Garrido et al., 2021).

majoritariamente originada da Amazônia; por fim, 8,4 trilhões de litros d'água foram virtualmente destinados a outros países via exportação de 84 milhões de toneladas de

soja em 2018. O cenário de segurança hídrica projetado para 2035 revela que as regiões mais vulneráveis à escassez desse recurso são áreas de expansão agrícola (Figura 1.3).

Segurança Hídrica no Brasil - 2035



Fonte: Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (2022)

Figura 1.3. Índice de Segurança Hídrica (ISH) em 2035. Cenário elaborado considerando a atual infraestrutura hídrica em operação e expansão da demanda por água (abastecimento humano e setor produtivo).
Fonte: ANA (2022).

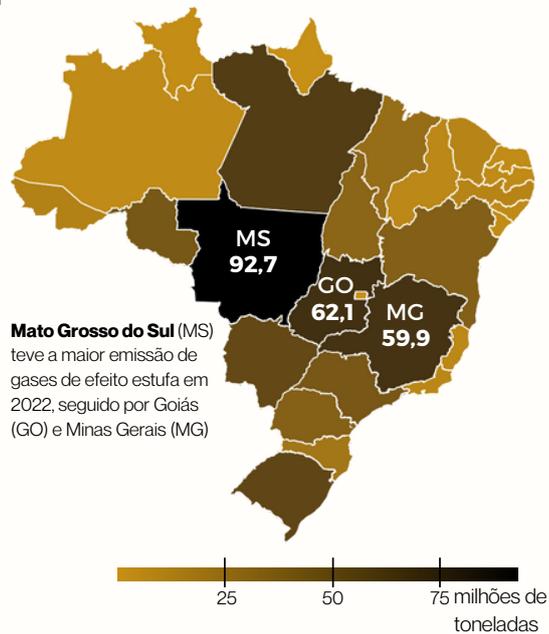
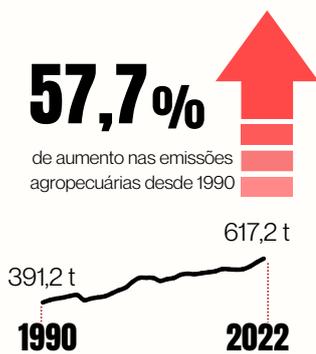
A agricultura é fundamental para a *regulação do clima*, pois as emissões de gases do efeito estufa estão diretamente relacionadas com práticas agrícolas comumente adotadas no Brasil. Por exemplo, abertura de novas áreas agrícolas via desmatamento contribui para a emissão de tais gases, enquanto atividades

de reflorestamento e silvicultura sequestram da atmosfera os gases emitidos. Atualmente, o Brasil é um dos maiores emissores de dióxido de carbono mediante mudança no uso da terra e na cobertura do solo (Rosan et al., 2021). O setor agrícola totalizou 617,2 milhões de toneladas de CO₂-eq em 2022,

representando um aumento de 57,7% desde o início da série histórica, em 1990 (Figura 1.4; SEEG, 2024). Os estados que mais emitiram CO₂-eq, pela agricultura, em 2022, foram Mato Grosso (92,7 milhões t), Goiás (62,1 milhões t) e Minas Gerais (59,9 milhões t) (SEEG, 2023). O balanço de emissões, que engloba também a remoção dos gases da atmosfera, mostra que as pastagens de médio vigor e as lavouras cultivadas sob

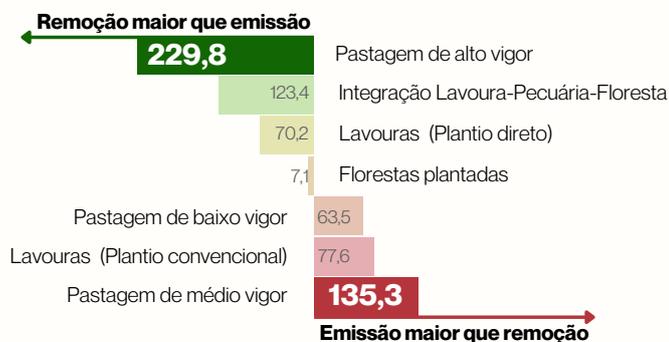
sistema convencional são as atividades que mais emitem CO₂-eq (Figura 1.4). Para fins de comparação, o Plano da Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC) do governo federal, que envolve programas em diversas áreas, tais como, recuperação de pastagens degradadas e adaptação às mudanças climáticas, mitigou cerca de 193,7 milhões t de CO₂-eq entre o período de 2010 a 2020 (MAPA, 2023).

Emissão de CO₂ no ano de 2022



Balanço

Diferença entre emissão e remoção em milhões de toneladas



Fonte: Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (2024)

Figura 1.4. a) Emissões de CO₂-eq do setor agrícola no Brasil (1990 a 2022) e por estados brasileiros em 2022 e b) balanço líquido de CO₂-eq (emissão menos a remoção) por classe de uso da terra em 2022. Fonte: SEEG (2024).

A *produção de alimentos* na agricultura é essencial para a cadeia de produção alimentícia e envolve uma diversidade de tipos de produtores rurais. Tal contribuição envolve tanto produtos extraídos da natureza (por exemplo: coleta de açaí nas florestas da Amazônia), bem como, aqueles decorrentes de espécies manejadas (ex.: cultivos orgânicos de hortaliças e monocultivos de oleaginosas). Em 2020, o Brasil produziu o valor de R\$554,67 bilhões nos setores da agricultura, extrativismo, produtos de origem animal e aquicultura (Figura 1.5), concentrando nas regiões Centro-Oeste (R\$ 154,65 bilhões), Sudeste (R\$ 152,53 bilhões) e Sul (R\$ 136,60 bilhões) a maior parte dessa produção, em decorrência da força dos setores da agricultura baseada

em monoculturas (80,8 a 93,6%) e dos produtos de origem animal (5,5 a 17,8%). Nas regiões Norte e Nordeste ocorre a maior participação dos setores do extrativismo (1,3 a 6%) e da aquicultura (2,4 a 3,3%). Nota-se que a aquicultura, apesar de contribuir para a provisão de alimentos, não foi considerada no recorte temático do presente Relatório.

A *produção brasileira de alimentos* é destinada tanto para o mercado interno quanto para o externo. Segundo dados da FAO (2022), a agricultura exportou 30,6% e importou 3,7% em relação ao valor da produção nacional em 2020. Dessa forma, grande parte do que é produzido por mercados locais, regionais, e pelos sistemas de subsistências permanece no país para abastecer o

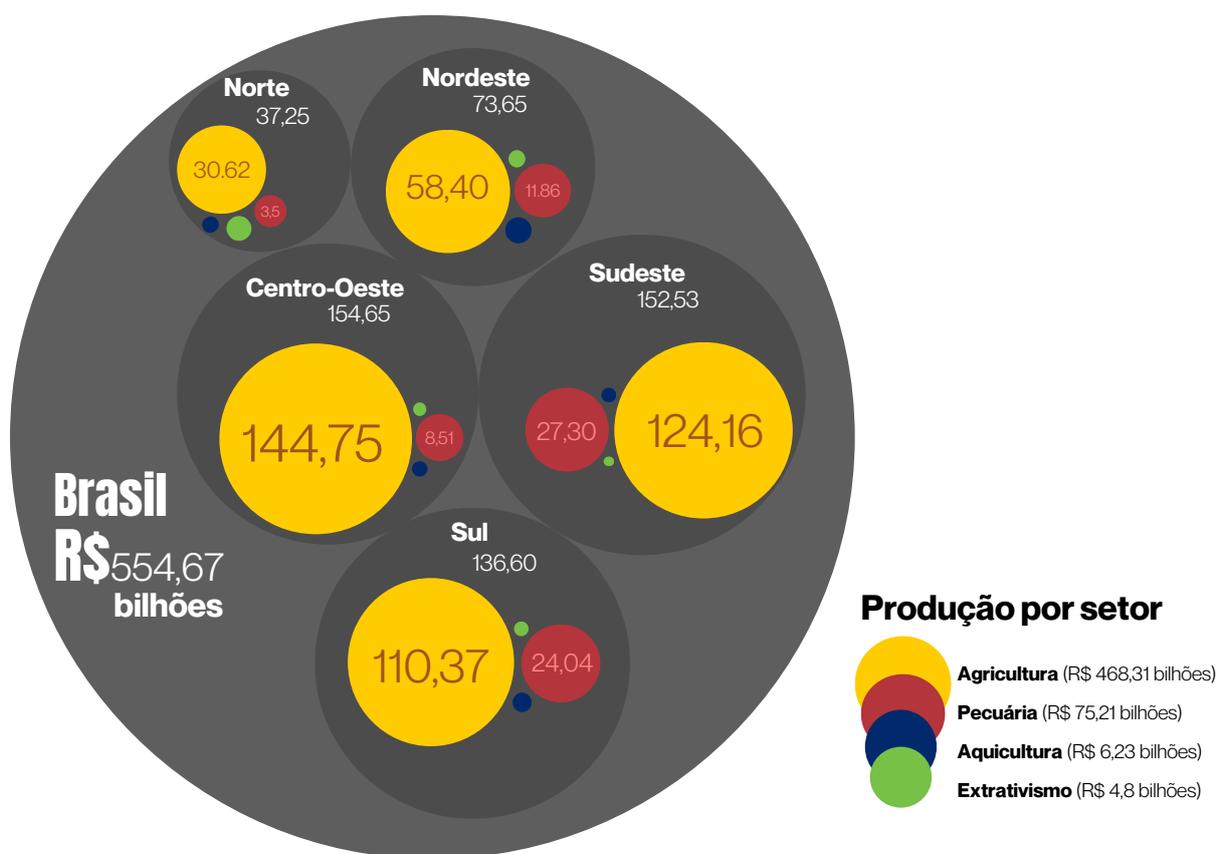


Figura 1.5. Distribuição do valor da produção pela agricultura, pecuária, extrativismo e aquicultura no Brasil e em suas regiões em 2020. O valor da produção está associado a 72 produtos na agricultura, 45 no extrativismo e 25 na aquicultura. O valor dos produtos de origem animal engloba a produção de leite, ovos, mel, casulos do bicho-da-seda e lã. Círculos vazios representam valores menores do que R\$3 bilhões. Fonte: IBGE, 2022.

consumo interno. Enquanto a agricultura não familiar foi responsável por R\$ 305,8 bilhões (Figura 1.6), concentrando-se em *commodities* de lavouras temporárias (por exemplo: soja, milho, feijão, trigo, algodão herbáceo, entre outros) e produção animal, geralmente, destinadas ao mercado internacional. A agricultura familiar produziu R\$210,7 bilhões do valor gerado na agricultura em 2017 e possui maior diversificação

produtiva, especialmente nas regiões Norte, Sudeste e Nordeste do país, onde há maior participação de lavouras permanentes, extrativismo e horticultura. Dessa forma, os serviços ecossistêmicos são importantes na geração de valor econômico na agricultura e maior diversificação alimentar no mercado e nos sistemas de subsistência, além de segurança e soberania alimentar para o país.

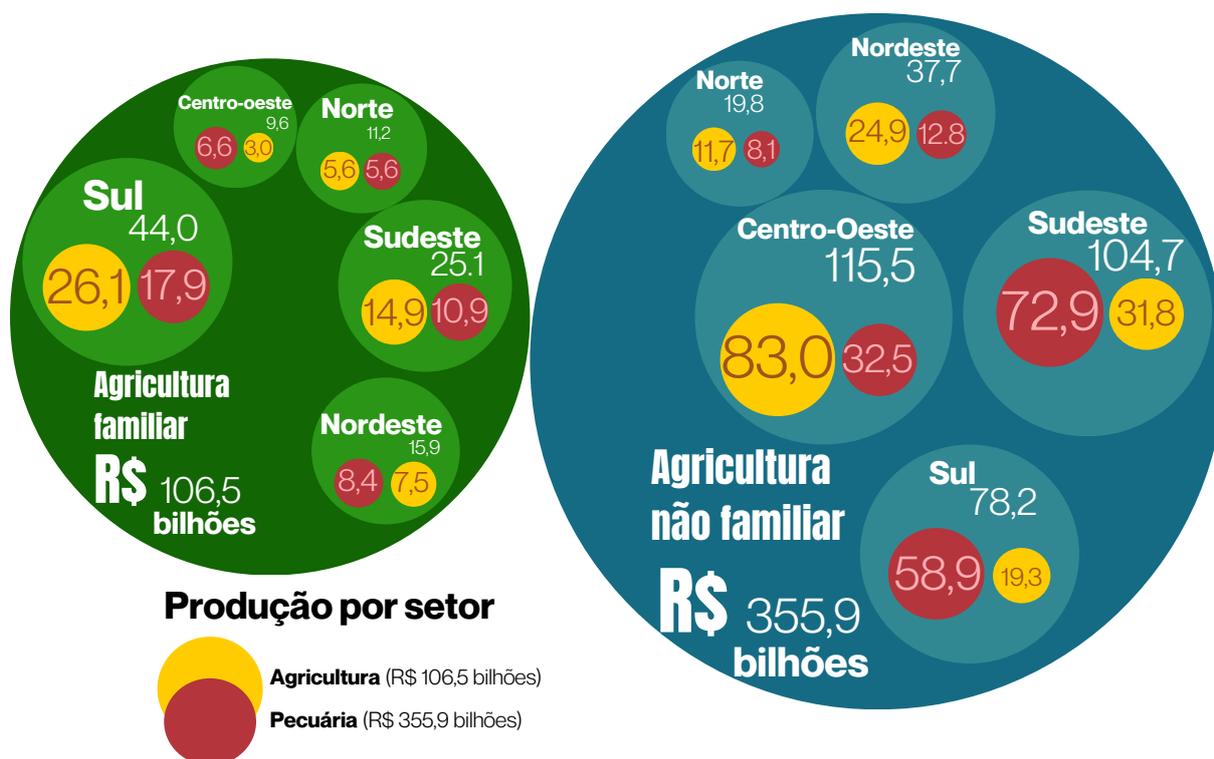


Figura 1.6. Distribuição do valor da produção agrícola entre propriedades familiares e não familiares no Brasil e por suas regiões em 2017. Fonte: IBGE, 2022.

Os estudos relacionados à quantificação dos SE que favorecem a agricultura tiveram um crescimento exponencial no período de 1994 a 2012, mas ainda se nota uma distribuição assimétrica por bioma (Figura 1.7). O número de artigos publicados aumentou significativamente de 5 estudos (1994 a 2000) para 167 (2019 a 2022), sendo o bioma Mata Atlântica o que obteve maior atenção, seguido da Amazônia e do Cerrado. Foi identificado também um aumento no número de

estudos dos biomas Caatinga, Pampa e nos ecossistemas costeiros, além de estudos na escala nacional, abrangendo todos os biomas.

Conforme Díaz et al. (2015), o valor de um serviço ecossistêmico deve ser considerado para além da medida monetária, pois os benefícios da natureza para as pessoas englobam vários aspectos da qualidade de vida. A valoração monetária é aquela em que há uma relação clara entre o benefício que o serviço ecossistêmico

Serviços ecossistêmicos e agricultura: Panorama de pesquisas nos biomas do Brasil (1994-2022)

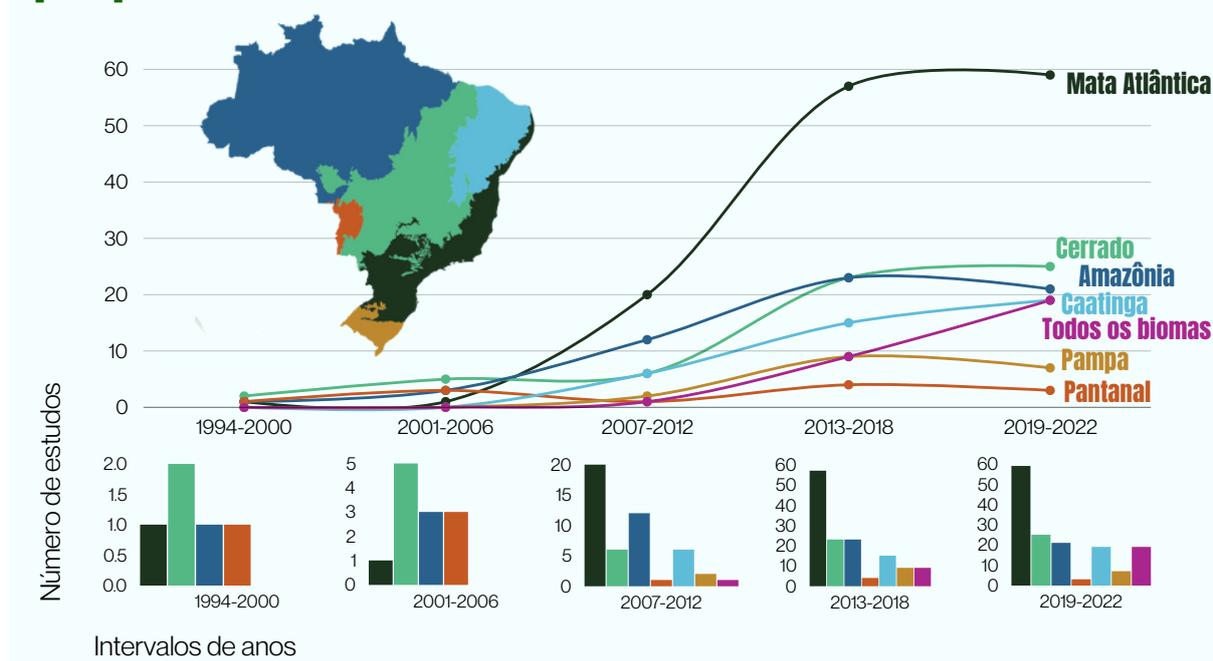


Figura 1.7. Distribuição dos estudos relacionados a quantificação dos serviços ecossistêmicos na agricultura ao longo do tempo (1994-2022) nos diferentes biomas. Os dados foram agrupados em intervalos de anos para facilitar a visualização. Os intervalos estabelecidos foram de 1994 a 2000, 2001 a 2006, 2007 a 2012, 2013 a 2018 e 2019 a 2022. O gráfico de linha descreve a flutuação temporal na quantidade de estudos enquanto os gráficos de barra demonstram a diferença no número de estudos por biomas para os intervalos de anos. Concepção da figura: Autores do capítulo.

possui para a sociedade, sendo tal benefício evidenciado em termos monetários. A valoração não-monetária é aquela em que há alguma identificação clara do benefício que a sociedade obtém da natureza, mas sem valoração econômica. Por fim, fez-se levantamento acerca da valoração do serviço ecossistêmico, os quais foram agrupados em três abordagens: i) valoração monetária; ii) valoração não-monetária; e iii) valorações de outra natureza (Figura 1.8).

Pantanal, Pampa e ecossistemas costeiros são menos estudados dentre os trabalhos levantados. Em relação às temáticas, sabemos pouco sobre serviços relacionados aos aspectos psicológicos (por exemplo: inspiração/aprendizagem e experiências físicas e psicológicas, incluindo a segurança alimentar), bem como, serviços de suporte e de regulação de organismos prejudiciais a

humanos e a provisão de energia. Entretanto, os números aqui apresentados podem estar subdimensionados pelas limitações do levantamento bibliográfico, especialmente em relação à quantidade de estudos. As lacunas apresentadas constituem em uma oportunidade de discussão sobre como compreender melhor a relação da biodiversidade e da agricultura, bem como, sua relevância para a sobrevivência humana.

1.4 Conhecimentos ecológicos de Povos e Comunidades Tradicionais (PCTs) relacionados à agricultura e à biodiversidade

Com base nas informações sobre biodiversidade e serviços ecossistêmicos para a agricultura, destacamos, nesta seção,

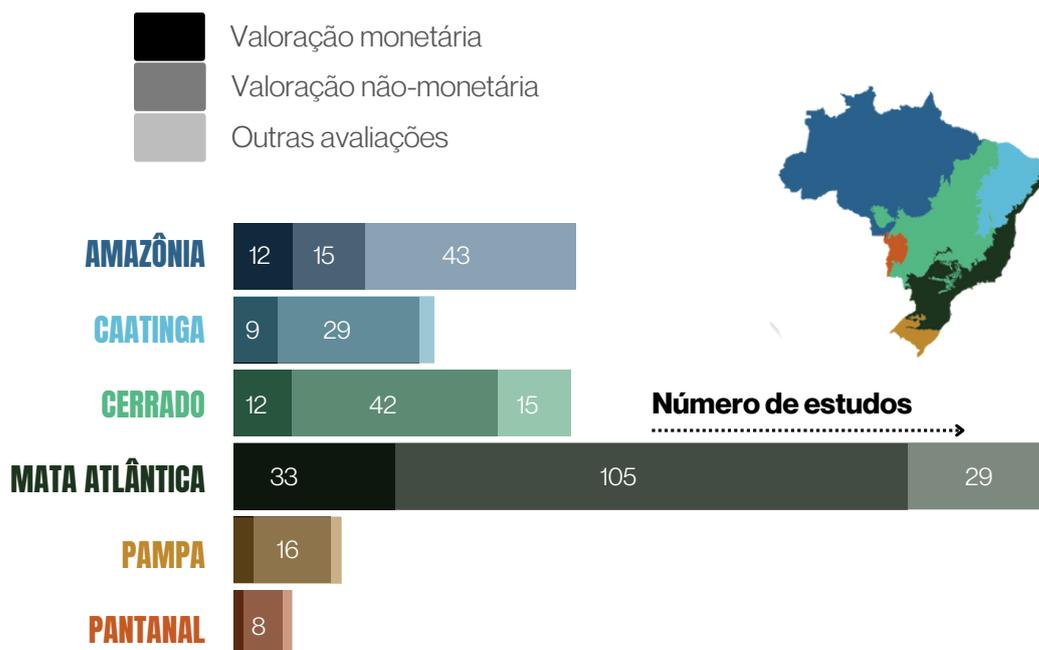


Figura 1.8. Distribuição do número de estudos sobre as contribuições dos Serviços Ecosistêmicos para a agricultura no Brasil, por bioma e tipo de valoração (1994-2022). As cores dos biomas são mantidas consistentes com o restante do Relatório, e as categorias de valoração (monetária, não monetária, e outras avaliações) são diferenciadas pela opacidade das cores: a cor mais escura representa valoração monetária, a intermediária representa valoração não monetária, e a mais clara representa outras avaliações. Valores menores que cinco não são explicitados nas barras. Concepção da figura: Autores do capítulo.

a importância das relações dos PCTs com a natureza (veja Quadro 1.3) que fundamentam seus Conhecimentos Ecológicos Locais (CEL), a produção de alimentos e outras necessidades em sistemas hortícolas, arborícolas e silvícolas (incluindo espécies que foram domesticadas ao longo dos últimos 10.000 anos) (Clement et al., 2021; Cunha, 2021).

No Brasil, as relações ser humano-natureza e os CELs de Povos Indígenas foram modificadas a partir da combinação com as relações humano-natureza de diferentes culturas africanas e europeias, e mais recentemente asiáticas, e seus respectivos CELs, resultando em milhares de combinações de cultivos de grãos, hortaliças, raízes e tubérculos, medicinais, fruteiras e outras árvores, além da criação de animais (Emperaire et al., 2021). Com esses intercâmbios, o número de espécies com populações domesticadas aumentou

e, segundo Neves (2013), muitas dessas combinações asseguraram a manutenção da fertilidade do solo, integrando a conservação ambiental ao processo produtivo por meio do aumento da agrobiodiversidade na produção de alimentos e outros produtos.

Nos sistemas de produção dos povos indígenas e africanos estão presentes combinações de horticultura, arboricultura e silvicultura, que hoje chamamos de sistemas agroflorestais (Nair et al., 2021) ou SAFs, mesmo quando incluem pequenas áreas sem árvores. Tanto na horticultura como na arboricultura as relações entre seres humanos e plantas são pessoais, pois plantas são manejadas individualmente. Muitas populações de plantas foram domesticadas em todas as terras baixas da América do Sul. Uma estimativa recente sugere que pelo menos 600 espécies possuem populações domesticadas em algum grau, a maioria árvores e palmeiras

Quadro 1.3: Relações ser humano-natureza

As relações ser humano-natureza variam entre os grupos étnicos do mundo, embora o sistema político-econômico dominante no mundo atual tente impor uma única relação, oriunda do Iluminismo Europeu dos séculos XVII e XVIII, sendo disseminado na maioria do mundo contemporâneo pelas conquistas europeias (Graeber & Wengrow, 2021). A relação dominante sugere que a natureza existe para ser explorada pelos humanos e que os componentes da natureza são recursos para serem usufruídos para acumular riqueza. Esse pensamento fundamenta o sistema agrícola dominante no Brasil, baseado em monoculturas, uso extensivo do território e uso indiscriminado de agrotóxicos (Ollinaho et al., 2022). Embora proponentes desse entendimento da relação ser humano-natureza, frequentemente, apoiem-se na tradição judaico-cristã e mesmo em trechos da Bíblia, como justificativas para a continuação desse tipo de relação de exploração da natureza pelos humanos, essa narrativa desconsidera que na tradição judaico-cristã e na própria Bíblia imputa-se o cuidado à natureza. Um exemplo da concepção cristã de cuidado à natureza está na Encíclica *Laudato Si'* (Francisco, 2015). A proposição de relações ser humano-natureza baseadas no cuidado também ocorre em outras tradições religiosas ou espirituais, como o budismo (Jamieson, 2001).

Sob a perspectiva dos povos indígenas do Brasil, as relações ser humano-natureza são radicalmente diferentes (Castro, 2004; Descola, 2013). Nas cosmologias indígenas, todos os primeiros seres criados foram humanos e, portanto, tiveram relações sociais próximas. O mundo entregue aos primeiros seres exigia cuidados e tinha que ser cultivado. Com o passar do tempo, alguns seres foram transformados em não-humanos, mas sem perder suas relações sociais, inclusive com humanos. Por isto, todas as relações entre seres humanos e outros seres são relações sociais, e cada grupo de seres (denominados de espécies no mundo ocidental) possui culturas distintas, assim como os seres humanos possuem (Castro, 2004). Nesta lógica, a base das relações entre seres humanos e outros seres é de respeito (já que são considerados iguais). Desta forma, qualquer uso ou troca exigiria negociação, uma vez que não se pode aproveitar de um outro ser sem sua permissão (Aparicio, 2020).

Com a chegada de outros povos ao Brasil na época colonial, têm-se outras relações ser humano-natureza. Um exemplo são dos povos africanos que tinham relações mais respeitadas com os outros seres que o povo vindo de Portugal. Na cosmovisão africana lorubá, por exemplo, as relações entre os humanos, animais e vegetais não diferem em importância (Nascimento, 2016), podendo ser consideradas relações sociais, como no caso dos povos indígenas do Brasil. O princípio central dessa cosmovisão é o conhecimento do fundamento energético comum a cada elemento da natureza, justificando assim que a realidade é complexa e cheia de significados (Nascimento, 2016). O povo lorubá é do tronco linguístico Bantu, o maior da África tropical e do sul do continente. Já que a maioria dos povos africanos escravizados e trazidos ao Brasil foram provenientes desta região, podemos considerar que possuem esta relação ser humano-natureza.

Existem diferentes cosmovisões entre os PCTs, mas como ponto comum há o respeito à natureza e aos outros seres vivos. O período colonial foi violento, com a dizimação dos Povos Indígenas e a miscigenação forçada. Quando existia consonância de cosmovisões existia a possibilidade de combinações ontológicas, fato que aconteceu quando os escravizados começaram a escapar e se refugiar no interior do Brasil, formando comunidades que chamavam de quilombos, onde viviam os quilombolas. Atualmente os quilombolas estão entre as comunidades tradicionais mais numerosas do Brasil, com aproximadamente 6.300 quilombos rurais e urbanos (Guimarães et al., 2022).

(Clement et al., 2021), que são legados dos povos indígenas (Cunha, 2021). Algumas das mais importantes são apresentadas no Anexo A1.1 deste capítulo. Os povos africanos também domesticaram muitas espécies (Stalker et al., 2021), embora não exista, ainda, uma sistematização. Os europeus, africanos e asiáticos trouxeram mais espécies domesticadas, incluindo grãos. Este conjunto de espécies é que forma a agrobiodiversidade disponível para produzir alimentos e outras necessidades no Brasil (Emperaire et al., 2021), além de servir de salvaguarda para o Brasil e a humanidade.

O modo de vida dos povos africanos escravizados no Brasil abarcava um acervo botânico riquíssimo, construído por meio de vários sistemas étnicos de conhecimento, com forte influência da mulher africana (Carney & Rosomoff, 2011). São exemplos os usos de plantas por curandeiras, enfermeiras e parteiras, além do uso de cereais na alimentação por meio de seu processamento (Carney, 2004). Ainda em relação aos povos africanos no Brasil e sua herança, o uso das plantas é indispensável nos rituais de candomblé, pois todos os ancestrais são representados por meio de sementes, folhas, raízes e frutos. Relata-se um ancestral que detém todo o conhecimento das ervas utilizadas, que é chamado de Katendê, que é celebrado com cânticos, rituais e defesa das matas e florestas (Brandão & Givigi, 2018).

Durante a colonização do Brasil, os primeiros imigrantes tentaram aprender com os povos indígenas, a partir das suas formas de cuidar da natureza. No entanto, dois séculos depois, o Marquês de Pombal – influenciado pelo Iluminismo – ordenou suspender esses “experimentos” e implantar

monocultivos (Souza, 2009), iniciando-se com a cana-de-açúcar. No entanto, a maioria dos PCTs manteve suas práticas e sistemas de produção próprios, muitos dos quais oferecem lições importantes e contrastes interessantes com os sistemas de produção dominantes no Brasil atualmente. Alguns destes sistemas de produção são reconhecidos como patrimônio cultural imaterial do Brasil pelo Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), um como patrimônio mundial (Sistema Importante do Patrimônio Agrícola Mundial – SIPAM; em inglês *Globally Important Agricultural Heritage Systems – GIAHS*) pela FAO, e outros ainda merecem tal reconhecimento.

Os sistemas agrícolas convencionais baseados em monocultivos com intensivo uso de fertilizantes, agrotóxicos e outros insumos – a exemplo da agricultura industrial que domina o agronegócio atualmente – tornaram o Brasil um exportador de alimentos (ou de *commodities*) a um alto custo de degradação ambiental e social, incluindo a expansão sobre territórios indígenas, que continua até os dias de hoje. No entanto, os sistemas tradicionais (incluindo agricultores familiares e outros produtores de pequena escala) oriundos das muitas outras relações indígenas, europeias, africanas e asiáticas são muito produtivos, fornecem uma grande diversidade de alimentos à população brasileira, e geram renda para seus praticantes, além de contribuir fortemente para a segurança e soberania alimentar e nutricional. Alguns desses evoluíram para sistemas mais simples, mas geralmente com algum grau de harmonia com a natureza.

O IPHAN reconhece o Sistema Agrícola Tradicional do Rio Negro como patrimônio cultural imaterial brasileiro desde 2010 (IPHAN, 2019). Entende-se por Sistema Agrícola Tradicional o complexo de dimensões cosmológicas, culturais e técnicas que abrangem as práticas relacionadas às atividades de agricultura, a sociabilidade e a alimentação de uma região, no caso os municípios de Barcelos, Santa Isabel do Rio Negro e São Gabriel da Cachoeira, no noroeste do Estado do Amazonas. O sistema agrícola é baseado nas práticas de produção de mandioca brava para a produção de farinha d'água e muitos outros alimentos à base de mandioca. Como todos os sistemas de produção indígenas, a roça recém aberta é dominada pela presença de mandioca, mas intercalada com outras espécies anuais e perenes, com pelo menos 300 espécies contabilizadas na época da elaboração do dossiê do IPHAN. O sistema é um SAF sequencial, ou seja, começa como uma roça aberta cheia de plantas anuais e é manejado para ser uma capoeira produtiva até amadurecer como floresta rica em fruteiras e outras plantas úteis. O sistema produz mandioca, muitos alimentos, plantas medicinais e outros produtos úteis – e ainda produz uma floresta.

Recentemente (2018), o IPHAN reconheceu o Sistema Agrícola Tradicional do Vale do Ribeira, baseado nas comunidades quilombolas desta parte da Mata Atlântica em São Paulo. Por estar centrado nas comunidades quilombolas, o sistema inclui conhecimentos, práticas e plantas de origem africana, misturada com conhecimentos, práticas e plantas de origem Indígena, bem como europeu. O Sistema Agrícola Tradicional do Sul da Serra do Espinhaço, Minas Gerais, foi reconhecido em 2019 pela

FAO como GIAHS. Diferente do sistema do rio Negro, o sistema da Serra do Espinhaço é um complexo de sistemas agrícolas adaptadas à grande variação ambiental da Serra do Espinhaço no sul do Cerrado. As comunidades tradicionais da região se auto-reconhecem como “Apanhadores de flores sempre-vivas”, diversas espécies de flores dos campos do alto da Serra que são usadas em artesanato. Além de manejar e conservar os campos das sempre-vivas, as apanhadoras e os apanhadores manejam jardins, roças, capoeiras, florestas e pastos para garantir sua reprodução social e segurança e soberania alimentar. É um sistema cuidadosamente desenhado para se adaptar à variação ambiental do Cerrado, ao contrário de remover a vegetação savânica e substituí-la com monoculturas, como faz o agronegócio mineiro atualmente.

Ainda não foi reconhecido pelo IPHAN nenhum SAT no bioma Pampa, porém outras experiências são reconhecidas na região sul do Brasil. Um deles é o SAF realizado por agricultores familiares agroecológicos do Planalto Serrano Catarinense, cuja principal espécie é o pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze), produzindo o pinhão, que é a semente dessa árvore. Os agricultores praticam o extrativismo do pinheiro no SAF, além de utilizar outras espécies para o abastecimento das famílias e comercialização, como é o caso da erva-mate (Magnanti e Rover, 2021). Mais experiências envolvendo pinhão, inclusive no bioma Pampa, podem ser encontradas em Mazurana et al. (2016). Este bioma contempla ainda experiências envolvendo benzedeiros e benzedores, comunidades quilombolas, povos indígenas e povo pomerano, entre tantas outras relevantes como estratégias culturais para o futuro do bioma Mazurana et al. (2016).

No Ministério do Meio Ambiente há a Comissão Nacional para o Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (CNPCT), que reúne representantes dos diferentes PCTs. O Portal Ypadê⁵ disponibiliza muitas informações sobre os diferentes PCTs. Muito embora existam dificuldades ou obstáculos (incluindo, por exemplo, limitações de políticas públicas e violência no campo), os PCTs produzem seus alimentos e atendem outras necessidades para reproduzir suas comunidades, em geral, em maior harmonia com a natureza do que a sociedade nacional dominante foi capaz de realizar até agora. Assim, essas comunidades são formas alternativas ao sistema hegemônico e que precisam ser mais mobilizadas e valorizadas.

1.5 Considerações finais

Neste capítulo, abordamos a complexa interação entre agricultura, biodiversidade e serviços ecossistêmicos, destacando o relevante papel da agricultura na sociedade e conservação ambiental. Os dados evidenciam a natureza multifacetada da agricultura, envolvendo a produção de alimentos, biocombustíveis, forragem animal, madeiras, fibras, fármacos e produtos ornamentais, moldando a paisagem rural de distintas formas. A biodiversidade e os serviços ecossistêmicos para a agricultura são de grande relevância e de contribuição vital na polinização, no controle biológico de pragas, na disponibilidade hídrica, no controle climático, na fertilidade do solo e na prevenção da erosão.

Os impactos da agricultura na biodiversidade podem ser positivos ou negativos,

dependendo das práticas e manejos adotados. Práticas agrícolas sustentáveis, de baixo impacto ambiental, aliadas a instrumentos como Pagamentos por Serviços Ambientais e ICMS-Ecológico, promovem a conservação da biodiversidade. Nesse contexto, ressaltamos a importância dos conhecimentos dos Povos e Comunidades Tradicionais, na domesticação de espécies essenciais para a agricultura nacional, evidenciando a riqueza cultural e ecológica dessas práticas e dos sistemas de cultivos que demonstram uma abordagem alternativa e sustentável para a agricultura.

Por isso, na promoção de práticas sustentáveis, recomendamos aos tomadores de decisões:

- a) Reconhecer a importância dos serviços ecossistêmicos fornecidos pela agricultura para a sociedade, destacando a variedade de benefícios como alimentos, biocombustíveis, forragem animal, madeiras, fibras, fármacos e produtos ornamentais.
- b) Valorizar a biodiversidade como um elemento-chave para a agricultura, proporcionando serviços ecossistêmicos como polinização, controle biológico de pragas, disponibilidade hídrica e controle microclimático, manutenção da fertilidade do solo e controle de erosão.
- c) Estabelecer políticas públicas de adoção de práticas integradas de manejo agrícola sustentáveis, de baixo impacto ambiental, para mitigar impactos negativos sobre a biodiversidade, promovendo a conservação da vegetação nativa, armazenamento de carbono e proteção de cursos d'água, enquanto desencoraja práticas prejudiciais, como a conversão de habitats nativos.

5. Disponível em: <http://portalypade.mma.gov.br>

d) Integrar a conservação da biodiversidade nas práticas agrícolas, reconhecendo que agricultura e conservação podem se beneficiar mutuamente quando praticadas de maneira sustentável.

e) Investir em pesquisas para preencher lacunas de conhecimento sobre a importância dos serviços ecossistêmicos na agricultura, expandindo os estudos para todos os biomas.

f) Incentivar e fomentar programas como Pagamentos por Serviços Ambientais e ICMS-Ecológico, como instrumentos econômicos eficazes para a conservação da natureza, reconhecendo os benefícios econômicos e ambientais proporcionados aos municípios.

g) Promover iniciativas de Pagamentos por Serviços Ambientais Hídricos (PSA hídrico) como estratégia para garantir a quantidade e qualidade das águas de abastecimento, especialmente em áreas com alta demanda por água.

h) Valorizar e disseminar os sistemas de cultivos dos Povos e Comunidades Tradicionais como alternativas sustentáveis ao sistema hegemônico, respeitando seus direitos e reconhecendo sua contribuição para a produção de alimentos em harmonia com a natureza.

i) Reconhecer e valorizar a contribuição dos Povos Indígenas para a domesticação de espécies importantes da biodiversidade, promovendo práticas agrícolas que fortaleçam a segurança e a soberania alimentar e nutricional.

REFERÊNCIAS

- Alarcon, G., Fantini, A., Salvador, C. & Farley, J. (2017). Additionality is in detail: Farmers' choices regarding payment for ecosystem services programs in the Atlantic forest, Brazil. *Journal of Rural Studies* 54, 177–186. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.06.008>
- Alves-Pinto, H. N., Hawes, J. E., Newton, P., Feltran-Barbieri, R. & Peres, C. A. (2018). Economic Impacts of Payments for Environmental Services on Livelihoods of Agro-extractivist Communities in the Brazilian Amazon. *Ecological Economics* 152, 378–388. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.05.016>
- ANA. Agência Nacional de Águas (2022). *Índice de Segurança Hídrica* (ISH). Disponível em: <<https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/d8e1e13cb2134c5a895faf10a-9ce80b1/explore>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Aparicio, M. (2020). Contradomesticação na Amazônia indígena: A botânica da precaução. Em: Oliveira, J. C., Amoroso, Lima, A. G. de, Shiratori, K., Marras, S. & Empreire, L. *Voices vegetais: diversidade, resistência e histórias da floresta*. 189-212. São Paulo: Ubu; Paris: PALOC (IRD/MNHN), p. 189–212.
- Balbino, L.C., Cordeiro, L. A. M., Porfírio-da-Silva et al. (2011). Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. *Pesq. agropec. bras.* 46 (10). <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000001>
- Bergamo, P. J., Wolowski, M., Tambosi, L. R. et al. (2021). Areas Requiring Restoration Efforts are a Complementary Opportunity to Support the Demand for Pollination Services in Brazil. *Environmental Science & Technology* 55(17), 12043–12053. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c02546>
- Bueno, E. T., Souza, M. M. de, & Clemente, M. A. (2019). The Effect of Forest Fragmentation on Polistinae. *Sociobiology* 66(3), Artigo 3. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v66i3.4378>
- Carney, J. A. & Rosomoff, R. N. (2011). *In the shadow of slavery: Africa's botanical legacy in the Atlantic World*. Berkeley: University of California Press., 296 p.
- Castro, E. B. V. de. (2004). Exchanging Perspectives: The Transformation of Objects into Subjects in Amerindian Ontologies. *Common Knowledge* 10(3), 463–484. <https://doi.org/10.1215/0961754X-10-3-463>
- CBD Convention on Biological Diversity (1992). Nações Unidas. Disponível em: <<https://www.cbd.int/>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Clement, C. R. (1999). 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. *Economic Botany* 53(2), 188–202. <https://doi.org/10.1007/BF02866498>
- Clement, C. R., Casas, A., Parra-Rondinel et al. (2021). Disentangling Domestication from Food Production Systems in the Neotropics. *Quaternary* 4(1), 4. <https://doi.org/10.3390/quat4010004>
- Coelho, N. R., Gomes, A. D. S., Casano, C. R. & Prado, R. B. (2021). Panorama das iniciativas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental* 26(3), 409–415. <https://doi.org/10.1590/s1413-415220190055>
- Costa, H. C. da & Faria, A. M. de M. (2019). Análise da eficiência energética da cotonicultura em Sorriso (Brasil). *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana* 12, 14. Disponível em: <<https://www.eumed.net/rev/oel/2019/12/eficiencia-energetica-brasil.html>> [//hdl.handle.net/20.500.11763/oel1912eficiencia-energetica-brasil](https://hdl.handle.net/20.500.11763/oel1912eficiencia-energetica-brasil)>. Acesso em: ago. de 2024.
- Cunha, M. C. da, Magalhães, S. B., Adams, C. & Neves, E. G. (2021). Biodiversidade e agrobiodiversidade como legados de povos indígenas (Seção 6). Em: M. Carneiro da Cunha, S. B. Magalhães & C. Adams (Eds.). *Povos tradicionais e biodiversidade no Brasil: Contribuições dos povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais para a biodiversidade, políticas e ameaças*. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 2022. Disponível em: <<http://portal.sbpnet.org.br/livro/povostradicionais6.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Denardin, J. E., Faganello, A. & Santi, A. (2014). *Falhas na implementação do sistema plantio direto levam à degradação do solo*. Portal Agrolink. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/culturas/milho/artigo/falhas-na-implementacao-do-sistema-plantio-direto-levam-a-degradacao-do-solo_81760.html>. Acesso em: ago. de 2024.
- Descola, P. (2013). *Beyond nature and culture* (J. Lloyd, Trad.; Paperback edition). The University of Chicago Press. Disponível em: <<https://doi.org/10.7208/chicago/9780226145006.001.0001>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J. et al. (2015). The IPBES Conceptual Framework—Connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.coesust.2014.11.002>
- Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M. et al. (2018). Assessing nature's contributions to people. *Science* 359(6373), 270–272. <https://doi.org/10.1126/science.aap8826>
- Droste, N., Lima, G. R., May, P. H., & Ring, I. (2017). Municipal Responses to Ecological Fiscal Transfers in Brazil: A microeconomic panel data approach. *Environmental Policy and Governance* 27(4), 378–393. <https://doi.org/10.1002/eet.1760>
- Empeire, L., Abreu, A. G., Figueiroa, A. L. G. et al. (2021). Gerar,

- cuidar e manter a diversidade biológica (Seção 7). Em: M. Carneiro da Cunha, S. B. Magalhães, & C. Adams (Eds.). *Povos tradicionais e biodiversidade no Brasil: Contribuições dos povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais para a biodiversidade, políticas e ameaças*. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Disponível em: <<http://portal.sbpcnet.org.br/livro/povostradicionais7.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- FAO (2022). Food and Agriculture Organization. *Food and agriculture data*. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Fernandes, L. L., Coelho, A. B., Fernandes, E. A. & Lima, J. E. de. (2011). Compensação e incentivo à proteção ambiental: O caso do ICMS ecológico em Minas Gerais. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 49, 521–544. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032011000300001>
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P. et al. (2005). Global consequences of land use. *Science* 309(5734), 570–574. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>
- Francisco (2015). *Carta Encíclica Laudato Si' do Santo Padre Francisco sobre o cuidado da casa comum*. Disponível em: <https://www.vatican.va/content/francesco/pt/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html>. Acesso em: ago. de 2024.
- Gama-Rodrigues, E. F., Ramachandran Nair, P. K., Nair, V. D. et al. (2010). Carbon Storage in Soil Size Fractions Under Two Cacao Agroforestry Systems in Bahia, Brazil. *Environmental Management* 45(2), 274–283. <https://doi.org/10.1007/s00267-009-9420-7>
- Garibaldi, L. A., Aizen, M. A., Klein, A. M., Cunningham, S. A. & Harder, L. D. (2011). Global growth and stability of agricultural yield decrease with pollinator dependence. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(14), 5909–5914. <https://doi.org/10.1073/pnas.1012431108>
- Garibaldi, L. A., Carvalheiro, L. G., Vaissière, B. E. et al. (2016). Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. *Science* 351(6271), 388–391. <https://doi.org/10.1126/science.aac7287>
- Garibaldi, L. A., Pérez-Méndez, N., Garratt, M. P. D. et al. (2019). Policies for Ecological Intensification of Crop Production. *Trends in Ecology & Evolution* 34(4), 282–286. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.01.003>
- Garrido, L. D., Sousa, L. A. de, Fontgalland, I. L. & Martins, M. de F. (2021). O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) ecológico como instrumento do pagamento por serviços ambientais. *Research, Society and Development* 10(3), Artigo 3. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13262>
- Graeber, D., & Wengrow, D. (2021). *The Dawn of Everything: A New History of Humanity*. Farrar, Straus and Giroux, New York, 704 p.
- Guimarães, B. N., Santana, C., Amorim, F., Oberlaender, M. M., Sanches, R.A. (2022). *Quem são, quantos são* (Seção 1). Em: Cunha, M. C., Magalhães, S. B. & Adams, C. (eds.). *Povos tradicionais e biodiversidade no Brasil: contribuições dos povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais para a biodiversidade, políticas e ameaças*. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. v.1. Disponível em: <<http://portal.sbpcnet.org.br/livro/povostradicionais1.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Hipólito, J., Sousa, B. dos S. B., Borges, R. C. et al. (2019). Valuing nature's contribution to people: The pollination services provided by two protected areas in Brazil. *Global Ecology and Conservation* 20, e00782. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00782>
- IPBES. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2016). *Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production*. Potts, S.G., Imperatriz-Fonseca, V. L. Ngo, H. T. et al. (eds.). Bonn, Germany: IPBES, 36 p. Disponível em: https://files.ipbes.net/ipbes-web-prod-public-files/downloads/pdf/individual_chapters_pollination_20170305.pdf.
- IPBES. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2018a). *Summary for policymakers of the assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Scholes, R., Montanarella, L., Brainich, A. et al. (eds.). Bonn, Germany: IPBES, 44 p. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3237411>
- IPBES. The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2018b). *The IPBES assessment report on land degradation and restoration*. Montanarella, L., Scholes, R. & Brainich, A. (eds.). Bonn-Germany: IPBES, 744 p. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3237392>
- IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. (2019). *Sistema agrícola tradicional do Rio Negro*. Brasília-DF: IPHAN. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/dossie_19_sistema_agricola_web__12jul19.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Jamieson, D. (ed.). (2001). *A companion to environmental philosophy*, p. 52–66. Disponível em: <<https://download.e-bookshelf.de/download/0000/5790/30/L-G-0000579030-0002344715.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Joly, C. A., Scarano, F. R., Seixas, C. S. et al. (2019). *1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade & Serviços Ecossistêmicos*. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES). São Car-

- los: Editora Cubo, 351 p. <https://doi.org/10.4322/978-85-60064-88-5>
- Klein, A.M., Vaissière, B. E., Cane, J. H. et al. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings. Biological Sciences* 274(1608), 303–313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
- Landis, D. A. (2017). Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. *Basic and Applied Ecology* 18, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.07.005>
- Lima, I., Gomes, L., & Fernandes, M. (2020). Áreas protegidas como critério de repasse do ICMS Ecológico nos estados brasileiros. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 54. <https://doi.org/10.5380/dma.v54i0.66676>
- Lopes, A. V., Porto, R. G., Cruz-Neto, O. et al. (2021). Neglected diversity of crop pollinators: Lessons from the world's largest tropical country. *Perspectives in Ecology and Conservation* 19(4), 500–504. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.06.004>
- López-Santiago, C., Oteros-Rozas, E., Martín-López, B. et al. (2014). Using visual stimuli to explore the social perceptions of ecosystem services in cultural landscapes: The case of transhumance in Mediterranean Spain. *Ecology and Society* 19(2): 27. <https://doi.org/10.5751/ES-06401-190227>
- Machado, A. C., J. Baronio, G., Oliveira, F., Garcia, C., & Rech, A. (2020). Does a coffee plantation host potential pollinators when it is not flowering? Bee distribution in an agricultural landscape with high biological diversity in the Brazilian Campo Rupestre. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 101. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10857>
- Magnanti, N. J. & Rover, O. J. (2021) Extrativismo do pinhão: soberania e segurança alimentar, agroecologia e gênero. Em: Mota, D. M. da, Sili-prandi, E. & Pacheco, M. E. L. (eds.) *Soberania Alimentar: biodiversidade, cultura e relações de gênero*. 5, 269 p. Disponível em: <<https://lacafr.paginas.ufsc.br/files/2020/03/Magnanti-Rover-2021.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- MAPA. Ministério da Agricultura e Pecuária (2023). *Resultados do Plano—Ministério da Agricultura e Pecuária*. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/asuntos/sustentabilidade/planoabc-abcmais/plano-abc/acoes-do-plano>>. 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>
- Mascarenhas, A. R. P., Scoti, M. S. V., Melo, R. R. D. et al. (2021). Physico-mechanical properties of the wood of freijó, *Cordia goeldiana* (Boraginaceae), produced in a multi-stratified agroforestry system in the southwestern Amazon. *Acta Amazonica* 51(2), 171–180. <https://doi.org/10.1590/1809-4392202003001>
- Mazurana, J., Dias, J. E. & Laureano, L. C. (2016). Povos e comunidades tradicionais do Pampa. Porto Alegre: Fundação Luterana de Diaconia. 223p.
- Meyer, R. S., DuVal, A. E. & Jensen, H. R. (2012). Patterns and processes in crop domestication: an historical review and quantitative analysis of 203 global food crops. *New Phytologist* 196(1), 29–48. <https://doi:10.1111/j.1469-8137.2012.04253.x>
- Nabinger, C., Ferreira, E. T., Freitas, A. K., Carvalho, P. C. de F. & Sant'Anna, D. M. (2009). Produção Animal com base no Campo Nativo: Aplicações de Resultados de Pesquisa. Em: Pillar, V. D., Müller, S. C., Castilhos, Z. M. d. S., & Jacques, A. V. A. (eds.). *Campos sulinos conservação e uso sustentável da biodiversidade*. MMA. p. 175–197. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/262376450_Campos_Sulinos_Conservacao_e_Uso_Sustentavel_da_Biodiversidade#-fullTextFileContent>. Acesso em: ago. de 2024.
- Nair, P. K. R., Kumar, B. M. & Nair, V. D. (2021). Definition and Concepts of Agroforestry. Em: Nair, P. K. R., Kumar, B. M. & V. D. Nair (orgs.). *An Introduction to Agroforestry: four decades of scientific developments*, p. 21–28. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75358-0_2
- Nascimento, W. F. do. (2016). Aproximações brasileiras às filosofias africanas: Caminhos desde uma ontologia Ubuntu. *Prometeus Filosofia* 9(9), 21, 231–245 <https://doi.org/10.52052/issn.2176-5960.pro.v9i21.5698>
- Neves, P. D. M. (2013). Sistemas agroflorestais como fomento para a segurança alimentar e nutricional. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 8(5), Artigo 5. <http://revista.gvaa.com.br>
- Ollinaho, O. I., Pedlowski, M. A. & Kröger, M. (2022). Toxic turn in Brazilian agriculture? The political economy of pesticide legalization in post-2016 Brazil. *Third World Quarterly* 44(3), 612–630. <https://doi.org/10.1080/01436597.2022.2153031>
- Peters, M., Herrero, M., Fisher, M. et al. (2013). Challenges and opportunities for improving eco-efficiency of tropical forage-based systems to mitigate greenhouse gas emissions. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* 1(2), artigo 2. [https://doi.org/10.17138/tgft\(1\)156-167](https://doi.org/10.17138/tgft(1)156-167)
- Pinto, C. A., Garagorry, F. C., Costa Jr., N. B. & Baldissera, T. C. (org). (2016). *Pecuária de corte, vocação e inovação para o desenvolvimento catarinense*, 212 p. EPAGRI, Florianópolis. Disponível em: <https://docweb.epagri.sc.gov.br/web-site_epagri/Livro/Pecuaria-de-Corte.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Pires, A. P. F., Farjalla, V. F., Faria, B. M. et al. (2019). *Sumário para Tomadores de Decisão (STD) do*

- Relatório Temático Água: Biodiversidade, serviços ecossistêmicos e bem estar humano no Brasil*. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES). São Carlos: Editora Cubo, 20 p. Disponível em: https://www.bpb.es.net.br/wp-content/uploads/2018/11/BPBES-2020-Relat%C3%B3rio-Tem%C3%A1tico-_C3%81gua.pdf. Acesso em: ago. de 2024.
- Porto, R. G., Cruz-Neto, O., Tabarelli, M. et al. (2021). Pollinator-dependent crops in Brazil yield nearly half of nutrients for humans and livestock feed. *Global Food Security* 31, 100587. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100587>
- Power, A. G. (2010). Ecosystem services and agriculture: Tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365(1554), 2959–2971. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0143>
- Prado, R. B., Fidalgo, E. C. C., Monteiro, J. M. G. et al. (2016). Current overview and potential applications of the soil ecosystem services approach in Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 51, 1021–1038. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900002>
- Prado, R. B., Inácio, M. da C., Lima, A. P. M. de, et al. (2019). Evolução das iniciativas de pagamentos por serviços ambientais hídricos no Brasil. *Cadernos de Ciência & Tecnologia* 36(2), artigo 2. <https://doi.org/10.35977/0104-1096.cct2019.v36.26444>
- Prip, C. (2018). The Convention on Biological Diversity as a legal framework for safeguarding ecosystem services. *Ecosystem Services* 29(B), 199–204. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.02.015>
- Rockström, J., Williams, J., Daily, G. et al. (2017). Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. *Ambio* 46(1), 4–17. <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0793-6>
- Rosan, T. M., Klein Goldewijk, K., Ganzenmüller, R. et al. (2021). A multi-data assessment of land use and land cover emissions from Brazil during 2000–2019. *Environmental Research Letters* 16(7), 074004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac08c3>
- Schroth, G., Bede, L. C., Paiva, A. O. et al. (2015). Contribution of agroforests to landscape carbon storage. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 20(7), 1175–1190. <https://doi.org/10.1007/s11027-013-9530-7>
- SEEG. Plataforma do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) (2024). Plataforma de dados. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/>. Acesso em: ago. de 2024.
- Simonet, G., Subervie, J., Ezzine-de-Blas, D., Cromberg, M. & Duchelle, A. E. (2018). Effectiveness of a REDD+ Project in Reducing Deforestation in the Brazilian Amazon. *American Journal of Agricultural Economics* 101, 211–229. <https://doi.org/10.1093/ajae/aay028>
- Souza, H. N. de, de Graaff, J. & Pulleman, M. M. (2012). Strategies and economics of farming systems with coffee in the Atlantic Rainforest Biome. *Agroforestry Systems* 84(2), 227–242. <https://doi.org/10.1007/s10457-011-9452-x>
- Souza, M. (2009). História da Amazônia. Manaus: Editora Valer, 398 p. ISBN-10, 8575122908. ISBN-13, 979-8575122906
- Souza, M. M. D., Pires, E. P., Elpino-Campos, A. & Louzada, J. N. C. (2014). Nesting of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in a riparian forest of Rio das Mortes in southeastern Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 36(2), 189. <https://doi.org/10.4025/actasciabiolsci.v36i2.21460>
- Stalker, H. T., Warburton, M. L., & Harlan, J. R. (2021). *Harlan's Crops and Man: People, plants and their domestication*. John Wiley & Sons. ISBN: 978-0-891-18636-6.
- Tavares, M. A. dos R., Nunes, M. C. M., Tavares, V. E. Q., Fernandes, F. F. & Sousa, L. P. de. (2020). Capacidade de uso da terra e abatimento de erosão hídrica em propriedades agrícolas do sul do Rio Grande do Sul. *Científica* 48(4), artigo 4. <https://doi.org/10.15361/1984-5529.2020v-48n4p374-385>
- The Global Land Outlook, U. (2017). *United Nations Convention to Combat Desertification* (1º ed). Disponível em: https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO_Full_Report_low_res.pdf. Acesso em: ago. de 2024.
- TNC. The Nature Conservancy (2019). *Incentivos para Produção de Soja Sustentável no Cerrado*. 18 p. Disponível em: <https://www.tnc.org.br/content/dam/tnc/nature/en/documents/brasil/tnc-incentivosparasojanocerrado-2019.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- West, T. A. P., Grogan, K. A., Swisher, M. E. et al. (2018). Impacts of REDD+ payments on a coupled human-natural system in Amazonia. *Ecosystem Services* 33, 68–76. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.08.008>
- Winkler, K. J. & Nicholas, K. A. (2016). More than wine: Cultural ecosystem services in vineyard landscapes in England and California. *Ecological Economics* 124, 86–98. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.01.013>
- Wolowski, M., Agostini, K., Rech, A. R. et al. (2019). *Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil*. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES). Editora Cubo. <https://doi.org/10.4322/978-85-60064-83-0>
- Zhang, W., Ricketts, T. H., Kremen, C., Carney, K. & Swinton, S. M. (2007). Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics* 64(2), 253–260. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.02.024>

Anexo A.1.1. Principais espécies das terras baixas da América do Sul com populações domesticadas no Brasil.

Nome comum	Nome científico	Família	Uso	Domesticação	Origem
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merrill	Bromeliaceae	fruto comestível, fibra	domesticado	Brasil central, Paraguai
Açaí-do-amazonas	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Arecaceae	fruto comestível	incipiente	Amazônia
Açaí-do-pará	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Arecaceae	fruto comestível	incipiente	Amazônia
Amendoim	<i>Arachis hypogaea</i> L.	Fabaceae	semente comestível	domesticado	Brasil, Paraguai, norte da Argentina, Bolívia
Bacuri	<i>Platonia insignis</i> Mart.	Clusiaceae	fruto comestível	semi-domesticado	Amazônia
Batata doce	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Convolvulaceae	raiz comestível	domesticado	América do Sul
Cacau	<i>Theobroma cacao</i> L.	Malvaceae	estimulante	semi-domesticado	Amazônia
Caju	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	fruto comestível	semi-domesticado	Nordeste do Brasil
Cará	<i>Dioscorea trifida</i> L.f.	Dioscoreaceae	raiz comestível	domesticado	América do Sul
Castanha-do-pará	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Lecythidaceae	semente comestível	incipiente	Amazônia
Coca	<i>Erythroxylum coca</i> Lam.	Erythroxylaceae	estimulante	domesticado	Andes, Amazônia
Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) K.Schum.	Malvaceae	fruto comestível	incipiente	Amazônia
Curuçá	<i>Neoglaziovia variegata</i> (Arruda) Mez	Bromeliaceae	fibra	domesticado	América do Sul
Erva mate	<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	Aquifoliaceae	estimulante	semi-domesticado	Sul do Brasil, Argentina, Paraguai
Goiaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	fruto comestível	semi-domesticado	América do Sul
Graviola	<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae	fruto comestível	domesticado	América do Sul
Guaraná	<i>Paullinia cupana</i> Kunth	Sapindaceae	estimulante	domesticado	Amazônia
Jaboticaba	<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	Myrtaceae	fruto comestível	semi-domesticado	Mata Atlântica
Jerimum	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne ex Lam.	Cucurbitaceae	hortaliça	domesticado	Bolívia
Macaúba	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Arecaceae	fruto comestível	incipiente	América do Sul
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Euphorbiaceae	raiz comestível	domesticado	Amazônia
Mangaba	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Apocynaceae	fruto comestível, latex	incipiente	Cerrado
Maracujá	<i>Passiflora edulis</i> Sims	Passifloraceae	fruto comestível	domesticado	Transição Cerrado-Mata Atlântica
Pequi	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Caryocaraceae	fruto comestível	incipiente	Cerrado
Pimenta dedo-de-moça	<i>Capsicum baccatum</i> L.	Solanaceae	condimento	domesticado	Bolívia
Pimenta malagueta	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Solanaceae	condimento	domesticado	Mesoamérica, Amazônia
Pimenta murupi	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Solanaceae	condimento	domesticado	Amazônia

Nome comum	Nome científico	Família	Uso	Domesticação	Origem
Pupunha	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	Arecaceae	fruto comestível	domesticado	Amazônia
Seringa	<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.	Euphorbiaceae	semente comestível, latex	incipiente	Amazônia
Taioba	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L.) Schott	Araceae	raiz comestível	domesticado	América do Sul
Taperebá	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	fruto comestível	semi-domesticado	Mesoamérica, América do Sul
Tucumã	<i>Astrocaryum aculeatum</i> G.Mey.	Arecaceae	fruto comestível	incipiente	Amazônia
Urucum	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	corante	domesticado	Amazônia

Nota: Os graus de domesticação seguem Clement (1999) e representam o grau de mudança nas principais características fenotípicas da síndrome de domesticação de cada espécie (sobre síndromes ver Meyer et al., 2012).

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 Buainain¹,
Fabiana de Gois Aquino², Eduardo Delgado Assad³

¹ Universidade Estadual de Campinas

² Embrapa Cerrados

³ Fundação Getúlio Vargas - GVAgro

⁷ Universidade de Brasília

⁸ Universidade de São Paulo

⁹ Embrapa

¹⁰ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia

Autores do capítulo: Junior Ruiz Garcia⁴, Marisa Gesteira Fonseca⁵, Judson Ferreira Valentim⁶, Mercedes Maria da Cunha Bustamante⁷, Gabriela Marques Di Giulio⁸, Pedro Abel Vieira Junior⁹, Jeferson Gabriel da Encarnação Coutinho¹⁰

⁴ Universidade Federal do Paraná

⁵ Veraterra Mapeamento e Consultoria Ambiental

⁶ Embrapa Acre

Revisores externos: Elaine Cristina Cardoso Fidalgo¹¹, José Felipe Ribeiro¹²

¹¹ Embrapa Solos

¹² 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)⁶, 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.

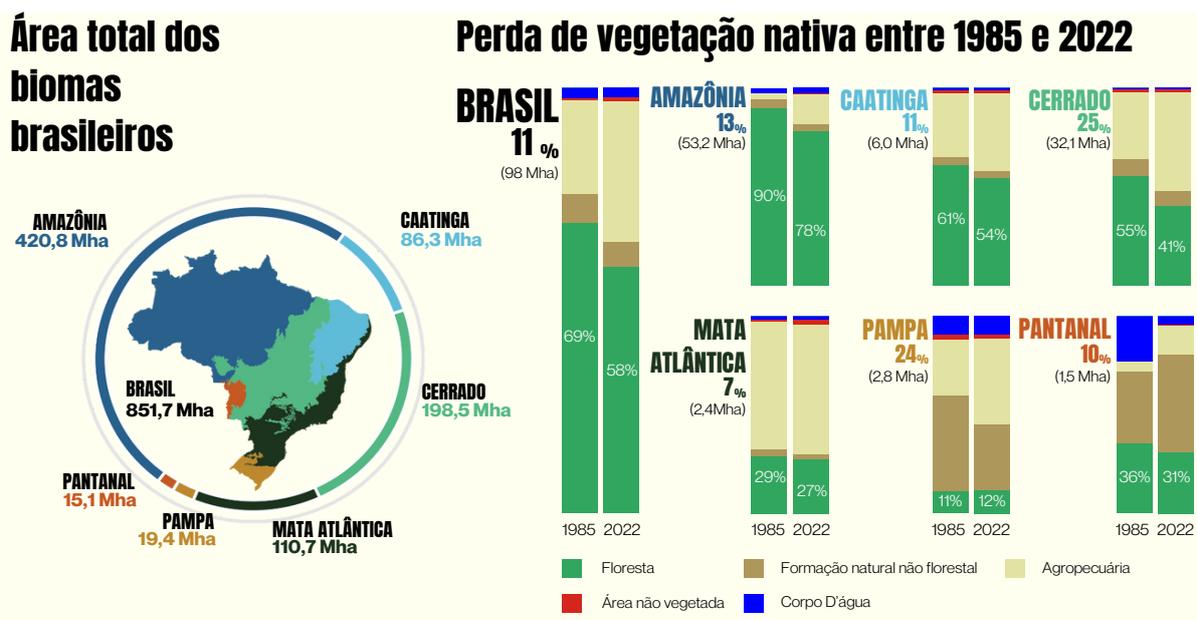


Figura 2.1: Variação na cobertura vegetal nativa entre 1985 e 2022 nos biomas brasileiros. Fonte: MapBiomias (2023a).

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 CO₂-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 CO₂ 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 km², 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/BAngelsen0801.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, de 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>. 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.abrhydro.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>. 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, MapBiomas, 2023. 125 p. Disponível em: <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>. 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>. 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>. 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.

CAPÍTULO 3: CENÁRIOS PARA AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Como citar: Soterroni, A. C., Roque, F. de O, Costa, M. J. R. P., Anderson, L. O, Batistella, M., Lima, I. B. T., Niemeyer, J., Fiorini, A. C. O., Gisloti, L. J., Pavão, S., Pedro, M. da S., Resende, F. M., Shimbo, J. Z. Capítulo 3. Cenários para 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. 73-98.

<http://doi.org/10.4322/978-65-01-21502-0.cap03>

Coordenadores do capítulo: Aline Cristina Soterroni¹, Fábio de Oliveira Roque², Mateus José Rodrigues Paranhos da Costa³.

¹ Universidade de Oxford - Reino Unido

² Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

³ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Autores do capítulo: Liana Oighensten Anderson⁴, Mateus Batistella⁵, Ivan Bergier⁶, Julia de Niemeyer Caldas⁷, Ana Carolina Oliveira Fiorini⁸, Laura Jane Gisloti⁹, Sônia Pavão¹⁰, Marildo da Silva Pedro¹⁰, Fernando de Moura Resende¹¹, Julia Zanin Shimbo¹²

⁴ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

⁵ Embrapa Agricultura Digital

⁶ Embrapa Agricultura Digital

⁷ Universidade Federal do Rio de Janeiro

⁸ Universidade Federal do Rio de Janeiro

⁹ Universidade Federal do Oeste do Pará

¹⁰ Universidade Federal da Grande Dourados e Povo Guarani Kaiowá

¹¹ Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável

¹² Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia

Revisores externos: Evlyn Márcia Leão de Moraes Novo¹³, Luciana Spinelli de Araújo¹⁴, Sonia Carvalho Ribeiro¹⁵

¹³ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

¹⁴ Embrapa Meio Ambiente

¹⁵ Universidade Federal de Minas Gerais

CAPÍTULO 3: CENÁRIOS PARA AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

3.1 Introdução

3.2 Modelos e cenários: aspectos
conceituais e estado da arte

3.3 Cenários para a produção agrícola
brasileira e sua relação com a
biodiversidade e os serviços ecossistêmicos

3.4 Mudanças climáticas e sua relação com
a agricultura, a biodiversidade e os serviços
ecossistêmicos

3.5 Cenários para a agricultura sustentável

3.6 Modelos e cenários para tomada de
decisões.

3.7 Considerações finais

Referências

3.1 Introdução

Como visto nos capítulos anteriores, a expansão da agricultura é um importante vetor das mudanças do uso da terra no Brasil, como é em outras regiões do mundo (Souza Jr et al., 2020; Pendrill et al., 2022). As mudanças do uso da terra, por sua vez, são o principal vetor de perda de biodiversidade global (IPBES, 2019; Bustamante et al., 2019a). Se, por um lado, as mudanças de uso da terra, que incluem a supressão da vegetação nativa (desmatamento e supressão de outros tipos de vegetação) para a expansão agrícola, são a principal causa do declínio da biodiversidade, por outro, a perda de biodiversidade impacta diversos serviços ecossistêmicos fundamentais para a agricultura.

Portanto, temos o desafio de conciliar a crescente demanda local e global por produtos agrícolas, florestais e de bioenergia, e de reduzir seus impactos sobre o clima, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (Benton et al., 2021). Neste contexto, a ciência, por meio da construção de modelos e cenários, tem a capacidade de promover uma maior compreensão de sistemas complexos, como os sistemas agrícolas e os ecossistemas, e como eles interagem e respondem a diferentes vetores e pressões externas. Muitos fatores ou vetores diretos e indiretos podem ser levados em consideração na construção de cenários que projetam o futuro da agricultura e seus impactos na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos.

Este capítulo traz um recorte do estado-da-arte do conhecimento científico sobre modelos e cenários com o objetivo de entender as relações entre a agricultura, a

biodiversidade e os serviços ecossistêmicos no Brasil, em diferentes futuros possíveis, e auxiliar na tomada de decisão buscando o diálogo com saberes tradicionais e indígenas.

3.2 Modelos e cenários: aspectos conceituais e estado da arte

O Quadro 3.1 apresenta alguns conceitos essenciais para uma melhor compreensão do presente capítulo.

Diversos tipos de modelos ou abordagens de modelagem podem ser utilizados para entender as relações entre a agricultura, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. As mudanças do uso da terra podem ser estimadas por modelos econômicos, modelos econométricos, modelos baseados em agentes, modelos estocásticos-probabilísticos, modelos de alocação, modelos de avaliação integrada, entre outros (Heuermann et al., 2009). Já os impactos das mudanças do uso da terra nos ecossistemas podem ser avaliados por modelos de biodiversidade, como modelos de distribuição de espécies e modelos de nicho ecológico, e modelos de avaliação dos serviços ecossistêmicos (Heuermann et al., 2009).

Os cenários podem ser normativos, exploratórios e de tendência (Börjeson et al., 2006). Os cenários de tendência também são chamados cenários de referência ou cenários linha de base. A principal premissa desses cenários é a de que as tendências atuais irão continuar no futuro, incluindo aspectos de política e governança (também conhecidos no inglês como *business as usual*). Esses cenários são úteis para responder questões do tipo “o que aconteceria se?”. Os cenários normativos descrevem um futuro desejável através de

Quadro 3.1: Modelos e cenários

Modelos

São descrições qualitativas ou quantitativas de componentes-chave de um sistema e dos relacionamentos entre esses componentes. Apesar das limitações e incertezas inerentes aos modelos, eles são ferramentas importantes para a compreensão da dinâmica de sistemas complexos.

Cenários

São representações de trajetórias plausíveis para um ou mais componentes de um determinado sistema em estudo. Os cenários podem ajudar a investigar a não previsibilidade do futuro e a formular opções de gestão e políticas mais robustas.

Vetores indiretos

Entre os principais vetores indiretos estão o crescimento populacional que influencia as demandas nacionais e internacionais por alimentos, a pressão econômica, e os modelos de governança que regem as leis e a tomada de decisão (Bustamante et al., 2019a; Perrings et al., 1992; Strasburg et al., 2014b).

Vetores diretos

Os vetores diretos podem ser antrópicos (causados pela ação humana) e não-antrópicos. Dentre os vetores diretos antrópicos destacam-se as mudanças do uso da terra como o desmatamento e a expansão de pastagens, as mudanças climáticas através do aumento da temperatura e a redução das chuvas com incremento dos eventos de secas, a poluição pelo uso intensivo de agrotóxicos e as queimadas (Bustamante et al, 2019a; Lapola et al., 2014).

Modelos e cenários desempenham papéis complementares. Enquanto os cenários descrevem futuros possíveis para vetores de mudança diretos ou indiretos, os modelos atuam na simulação e tradução desses cenários em projeções quantitativas. Modelos e cenários podem ter diferentes escalas espaciais (global, regional, nacional ou local) e temporais (curto, médio e longo prazos). A comparação entre cenários (por exemplo, de referência e alternativos) auxilia o processo de planejamento estratégico, tomada de decisão bem como o estabelecimento de metas e prazos de implementação de uma política.

Fonte: Adaptado de IPBES (2016).

um conjunto de metas, e explora os possíveis caminhos para se atingir essas metas. Esses cenários abordam questões do tipo “como chegar lá?”. Já os cenários exploratórios avaliam os impactos de determinadas medidas, como políticas ou estratégias, sobre o desenvolvimento e as condições futuras. Esses cenários ajudam a responder questões do tipo “onde chegaremos com

isso?”. Neste capítulo, cenários normativos ou exploratórios serão chamados de cenários alternativos.

Os modelos e cenários podem ser usados para: i) projetar o crescimento da agricultura a partir de cenários de demandas futuras por alimentos, fibras e bioenergia, e a pressão que esse crescimento poderá exercer sobre

os ecossistemas naturais; ii) promover uma análise integrada dos impactos de diferentes vetores – como mudanças climáticas ou intervenções políticas – na biodiversidade, nos serviços ecossistêmicos e nos sistemas alimentares; iii) avaliar o impacto do aumento da produtividade ou de trajetórias viáveis de inovações tecnológicas voltadas para sistemas de produção sustentáveis, e como essas medidas podem diminuir a pressão sobre os ecossistemas; iv) identificar caminhos alternativos de modelos de governança que visem conciliar o crescimento da produção agrícola com a conservação dos ecossistemas; v) fornecer resultados baseados em ciência para ajudar na construção de um conjunto de ações de curto, médio ou longo prazo que visam o planejamento estratégico do território, o desenvolvimentos de políticas e programas transversais (IPBES, 2016).

Nos últimos 20 anos, houve um aumento do número de estudos sobre cenários e modelos associados à agricultura, biodiversidade e serviços ecossistêmicos no Brasil, além de um aumento da rede de colaboração entre pesquisadores de diferentes países cobrindo várias áreas do conhecimento, como ecologia, conservação da biodiversidade, energia e mudanças climáticas (Figura 3.1). Sínteses e avaliações sobre o assunto têm sido publicadas regularmente (IPBES 2016; FAO, 2018a, 2019, 2021; IPCC, 2022). Constata-se, no entanto, o incipiente uso de cenários e modelos na construção de políticas públicas e na tomada de decisão. Essas ferramentas podem ajudar a formular e responder questões-chave para o desenvolvimento sustentável bem como entender e enfrentar os desafios globais da humanidade como as mudanças climáticas, a perda de biodiversidade, a escassez de alimentos e a desigualdade social (Nilsson et al., 2016).

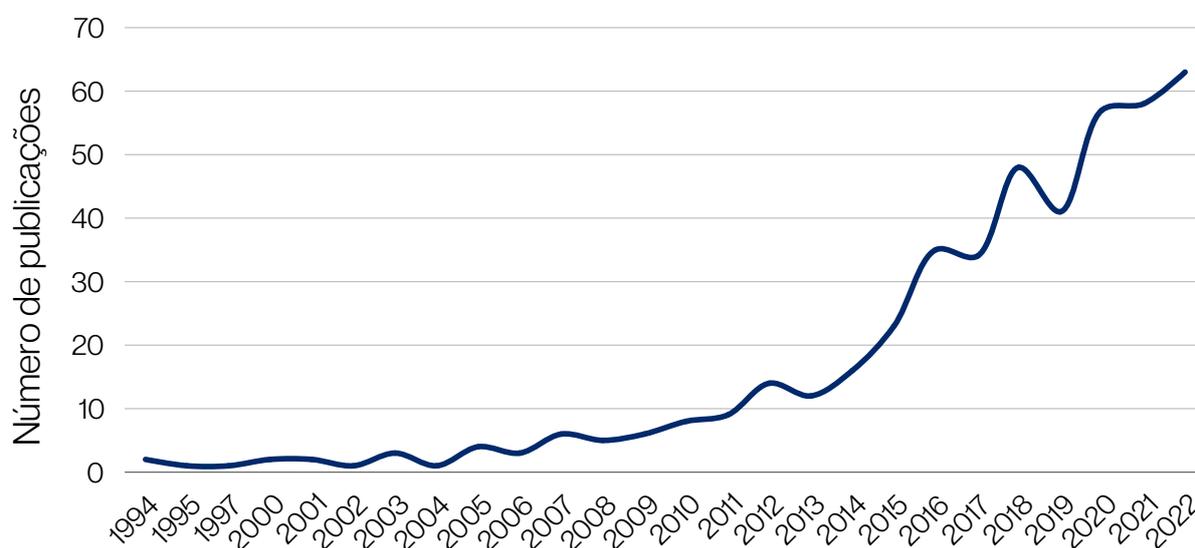


Figura 3.1. Síntese dos resultados de uma análise bibliométrica conduzida com o objetivo de fornecer uma visão geral sobre a produção científica envolvendo modelagem e cenários no Brasil. A análise foi realizada em março de 2023, na plataforma *Web of Science*, abrangendo os últimos 30 anos, usando a seguinte combinação de palavras-chave: *("Climate Change*" OR "Land use" OR "Land cover" OR "Land-cover" OR "Land-use") AND (Agricultur* OR "Cattle Produc*" OR Livestock OR Crop*) AND Brazil AND (Scenario* OR Model*) AND ("ecosystem service*" OR "environment* service*" OR "Nature* contribution* to people*" OR Biodiversit*)*. A figura mostra o número de trabalhos publicados ao longo dos anos (de 1994 a 2023). Destaca-se que os resultados não representam uma análise bibliométrica exaustiva e devem ser interpretados apenas como uma visão geral do volume de informação gerada sobre o tópico com base nesse conjunto de palavras-chave. Concepção da figura: autores do capítulo.

3.3 Cenários para a produção agrícola brasileira e sua relação com a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos

O setor agrícola brasileiro já faz uso de modelos e cenários para projetar potenciais expansões e retrações agrícolas de curto e médio prazos. Um exemplo são as projeções realizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil (MAPA) que objetivam indicar direções do crescimento da agricultura no país e fornecer informações aos formuladores de políticas públicas quanto às tendências de produtos do agronegócio e seu impacto no Produto Interno Bruto (PIB) do país. Essas projeções são feitas a partir de modelos econométricos que utilizam séries históricas da produção agrícola brasileira. A análise mais recente do MAPA inclui projeções para a produção, a exportação e a área plantada de 30 produtos agrícolas até 2032/33 e aponta que soja, milho e cana-de-açúcar, além de carnes suína, bovina e frango, terão o maior potencial de crescimento da produção na próxima década (MAPA, 2023). Apesar do aumento da produtividade ser esperado, o crescimento da produção ocorrerá em grande parte associado ao aumento de área cultivada, segundo as projeções desenvolvidas. A área plantada de grãos deverá aumentar 14,8 milhões de hectares (Mha) na próxima década, passando de 77,5 Mha em 2022/2023 para 92,3 Mha em 2032/2033 (MAPA, 2023). Ainda de acordo com as projeções do MAPA, a soja é a lavoura que terá o maior crescimento em área no período considerado (aumento de 12,1 Mha), seguida por milho (3,7 Mha) e cana-de-açúcar (1,3 Mha). Outras culturas, como o feijão, poderão perder área (-1,0 Mha). Embora o mercado interno tenha um peso importante na demanda pelas

commodities agrícolas brasileiras, o país é um grande exportador de grãos e carnes. As exportações de soja e carne bovina poderão aumentar 27,7% e 12,4%, respectivamente, nos próximos dez anos (MAPA, 2023).

Assim como as projeções do MAPA (2023), cenários de referência de diferentes abordagens de modelagem convergem quanto à projeção de tendência de aumento da área destinada à agricultura brasileira, sobretudo para a expansão de culturas agrícolas, particularmente, soja, milho e cana-de-açúcar no Cerrado e na Mata Atlântica (Soares-Filho et al., 2006; Strassburg et al., 2014a; Aguiar et al., 2016; Strassburg et al., 2017; Rochedo et al., 2018; Silva et al., 2018; Soterroni et al., 2018, 2019; Gurgel et al., 2019; Fendrich et al., 2020; Köberle et al., 2020; Silva Bezerra et al., 2022, 2023). As áreas de pastagens para pecuária apresentam uma tendência de aumento na Amazônia e no Pantanal, e de estagnação ou queda nos demais biomas, principalmente no Cerrado e na Mata Atlântica (Silva et al., 2018; Fendrich et al., 2020; Soterroni et al., 2023). Esses estudos também apontam a expansão agrícola como um dos principais vetores de perda de vegetação nativa no Brasil. A Figura 3.2 ilustra, para um cenário de referência, as tendências para a agricultura brasileira. Dentre as abordagens de modelagem citadas acima estão os modelos alocação de uso da terra (Soares-Filho et al., 2006; Aguiar et al., 2016; Silva Bezerra et al., 2022); modelos de uso da terra probabilísticos (Fendrich et al., 2020); modelos econômicos de equilíbrio parcial (Soterroni et al., 2018, 2019), modelos de equilíbrio geral (Gurgel et al., 2019) ou modelos de avaliação integrada (Köberle et al., 2020; Soterroni et al., 2023).

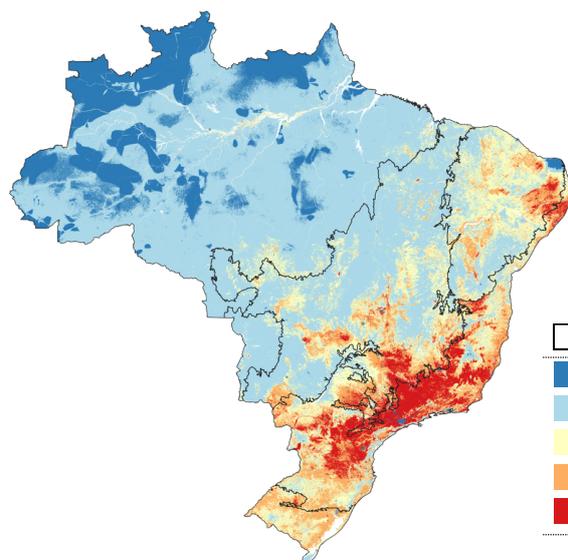
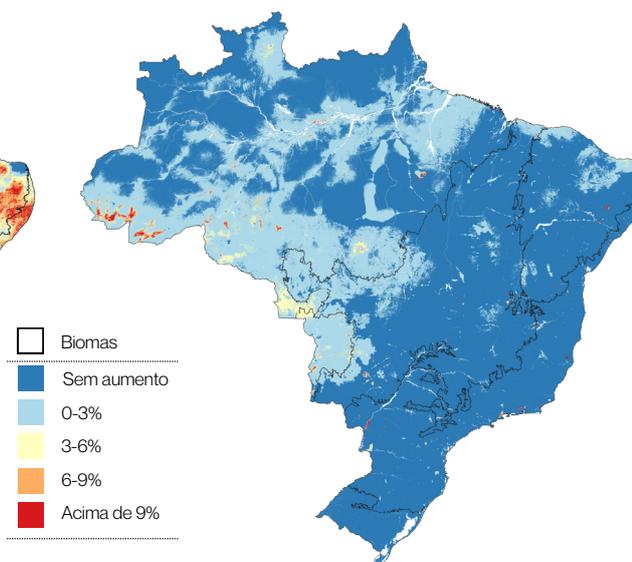
CULTURAS AGRÍCOLAS**PASTAGEM**

Figura 3.2. Evolução das culturas agrícolas (à esquerda) e pastagens (à direita) em 2025, relativo a 2017, em um cenário de referência. Note que as culturas agrícolas possuem probabilidade de aumento em todos os biomas, enquanto as pastagens possuem uma tendência de estabilidade na maior parte do país, exceto nos biomas Amazônia e Pantanal e na fronteira entre Amazônia e Cerrado próximo de Mato Grosso. Fonte: Adaptado de Fendrich et al. (2020).

Cerca de 90% de toda a área desmatada na Amazônia está coberta por pastagens (Barreto, 2021) e, segundo o IBGE, mais de 40% do rebanho bovino brasileiro encontra-se nos estados que compõem a Amazônia Legal. Vários estudos indicam, para cenários de referência, uma relação direta entre tendências de aumento das pastagens e do desmatamento na Amazônia (Aguar et al., 2016; Silva et al., 2018; Soterroni et al., 2018, 2019, 2023; Fendrich et al., 2020; Silva Bezerra et al., 2022). A região do MATOPIBA (que inclui territórios do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), onde estão localizados os últimos remanescentes de vegetação nativa intacta do Cerrado, apresenta uma forte tendência de perda de vegetação para os próximos anos, principalmente para a acomodar a expansão de soja e de pastagens para a pecuária (Strassburg et al., 2017; Soterroni et al., 2019, 2023). Já na Bacia do Alto Paraguai, espera-se que o Arco do Pantanal apresente

as mais altas taxas de conversões da região no período de 2020 a 2050 (Guerra et al., 2020a; Roque et al., 2021; Coelho-Junior et al., 2022), resultantes principalmente da expansão da pecuária e da soja.

Cenários de referência também indicam que a expansão agrícola aumentará ainda mais a pressão sobre as unidades de conservação e terras indígenas (Dobrovolski et al., 2011; Brum et al., 2019) com impactos ecológicos e sociais negativos. Historicamente, as áreas protegidas têm atuado como uma barreira de contenção ao desmatamento (Souza Jr. et al., 2020; Mataveli & Oliveira, 2022; RAD, 2022) e são, portanto, estratégicas para a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, com destaque para a mitigação das mudanças climáticas e a regulação do regime de chuvas (Soares-Filho et al., 2010; Ribeiro et al., 2018; Resende et al., 2021). Ressalta-se que, entre 1985 e 2018, 78% do desmatamento no Brasil

ocorreu em propriedades privadas (Pacheco & Meyer, 2022), e cerca de 50% da vegetação nativa brasileira está localizada nessas terras (Soares-Filho et al., 2014). Como a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), que regula o uso da terra em propriedades privadas, permite a supressão de excedentes de vegetação nativa, estima-se que, até 2050, entre 88,6 e 103 Mha dessa vegetação não estarão protegidos por essa legislação e poderão ser desmatados legalmente (Soares-Filho et al., 2014; Metzger et al., 2019).

Projeções globais para cenários de referência mostram que a expansão da agricultura para atender a demanda futuras por comida, fibras e bioenergia terá consequências severas para a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (IPBES, 2016; Molotoks et al., 2018; Chaplin-Kramer et al., 2019; Leclère et al., 2020). No Cerrado brasileiro, a expansão da agricultura poderá ocasionar a perda adicional de 31-34% da vegetação nativa até 2050, levando à extinção de espécies de plantas endêmicas e à emissão de 8,5 bilhões de CO₂-eq (Strassburg et al., 2017). A expansão da soja poderá causar a perda de 3,6 Mha de vegetação nativa no bioma e emitir 1,53 bilhões de CO₂-eq, entre 2020 e 2050 (Soterroni et al., 2019). Impactos negativos da conversão de vegetação nativa nos outros serviços ecossistêmicos, como por exemplo a retenção de sedimentos, a retenção de nutrientes e a provisão de alimentos silvestres também são esperados para o bioma (Resende et al., 2019).

Cenários de referência mostram que as mudanças de uso da terra projetadas para os estados do Pará e do Mato Grosso, para

o período 2010-2030, devem impactar áreas sensíveis de distribuição de mamíferos, aves e anfíbios, aumentando o risco de extinção de espécies endêmicas na região (Göpel et al., 2020). Na Caatinga, o desmatamento atual e projetado pode causar uma redução de 65% nas áreas com grande potencial de riqueza de espécies de morcegos até 2050 (Silva et al., 2018). Na Amazônia, o desmatamento projetado por cenários de referência (*business as usual*) gera altos débitos de extinção de espécies para mamíferos no norte, para aves no centro e para anfíbios no oeste do bioma (Wearn et al., 2012).

Os cenários de não cumprimento da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012) são, muitas vezes, tomados como cenários de referência dado que essa legislação nunca foi cumprida em sua totalidade no território nacional. Esses cenários mostram que a perda de vegetação nativa em Reservas Legais e em zonas ripárias pode comprometer a provisão de água para agricultura e agravar as perdas de solo, com consequências econômicas para as atividades agrícolas (Guerra et al., 2020b; Mello et al., 2020). Para a bacia do Alto Paraguai, em particular, esses cenários mostram que os custos de reposição de nutrientes do solo poderão ser da ordem de 15 milhões de dólares em 2050 (Guerra et al., 2020a). Contrariamente, a restauração da vegetação nativa em zonas ripárias pode reduzir o aporte de sedimentos, nitrogênio e fósforo para os corpos d'água, e melhorar a qualidade dos recursos hídricos (Monteiro et al., 2016; Mello et al., 2017). Outros estudos reforçam que o aumento da erosão do solo no futuro potencializará problemas relacionados à qualidade da água em todo

o Brasil (Merten & Minella, 2013), incluindo biomas como o Cerrado (Resende et al., 2019) e Pantanal (Roque et al., 2021).

Diferentes regiões brasileiras poderão perder polinizadores a partir de modelos de produção não sustentáveis (Wolowski et al., 2019). Até 2030, a demanda por polinização poderá aumentar, em média, 40% no Estado de São Paulo, enquanto a oferta de polinizadores terá uma redução média de 3% para o mesmo período (Barbosa et al., 2020). Essas projeções de perdas aumentam frente aos possíveis efeitos das mudanças climáticas. Culturas que dependem de polinizadores terão as suas produtividades impactadas devido às mudanças na distribuição das espécies e disparidades entre a provisão e a demanda de polinização (Giannini et al., 2012, 2015; Chaplin-Kramer et al., 2019; Wolowski et al., 2019).

Além da sua vasta diversidade biológica e cultural, a floresta Amazônica fornece serviços ecossistêmicos fundamentais para a manutenção da agricultura como a regulação do clima e do regime de chuvas (SPA, 2021). Estima-se que os serviços ecossistêmicos da Amazônia brasileira podem chegar, em determinadas áreas, a 737 dólares por hectare/ano (Strand et al., 2018). Modelos climáticos projetam quedas significativas da precipitação associadas à perda de cobertura da floresta (Sampaio et al., 2007; Spracklen & Garcia-Carreras, 2015). Cenários de referência mostram que a redução das chuvas induzida pelo desmatamento para acomodar, principalmente, a expansão da agricultura poderá causar perdas agrícolas acima de 1 bilhão de dólares anuais até 2050 na porção sul da Amazônia brasileira (Leite-Filho et al., 2021). Cenários que consideram

altas taxas de desmatamento e a ausência de cumprimento da LPVN, Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), estimam que as emissões brutas devido ao desmatamento e a degradação no bioma Amazônia poderão alcançar até 40 bilhões de toneladas de CO₂ entre 2020 e 2050 (Soares-Filho et al., 2006; Assis et al., 2022; Soterroni et al., 2023), comprometendo inclusive o cumprimento das metas do Acordo de Paris.

3.4 Mudanças climáticas e sua relação com a agricultura, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos

As mudanças climáticas são um dos principais vetores de perda de biodiversidade (IPBES, 2019). A perda de biodiversidade, por sua vez, impacta a resiliência dos ecossistemas às mudanças climáticas, ou seja, a capacidade dos ecossistemas resistirem e se recuperarem a perturbações, e manterem o fluxo dos serviços ecossistêmicos (Seddon et al., 2021). Mudanças no uso da terra também poderão atuar em sinergia com as mudanças climáticas (Bergier & Assine, 2022; Louzada et al., 2022), potencializando ainda mais a pressão sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (Montenegro & Ragab, 2012; Faleiro et al., 2013; Joly et al., 2019; Velazco et al., 2019; Cunha et al., 2021), com impactos na própria agricultura brasileira (Lapola et al., 2011; Assad et al., 2013; Giannini et al., 2015; Joly et al., 2019; Martins et al., 2019; Leite-Filho et al., 2021; Moraes et al., 2023).

A Amazônia perderá sua capacidade de absorver carbono e de regular o clima e o regime de chuvas (Sampaio et al., 2007; Spracklen & Garcia Carreras, 2015), serviços ecossistêmicos fundamentais para

a manutenção da agricultura, se a floresta continuar a ser gradualmente substituída por pastagens e cultivos de monoculturas como a soja. A mortalidade de árvores (Esquivel-Muelbert et al., 2020), a perda de biodiversidade (Costa et al., 2018; Gomes et al., 2019; Miranda et al., 2019) e a probabilidade de incidência de episódios de incêndio (Fonseca et al., 2019) também serão mais frequentes no bioma. No Cerrado, a redução da disponibilidade hídrica e o aumento da temperatura impactarão negativamente a agricultura e a biodiversidade no bioma (Faleiro et al., 2013; Velazco et al., 2019; Rodrigues et al., 2022). Altas taxas de desmatamento no Cerrado e na Amazônia poderão aumentar a temperatura local e causar perdas de receitas da soja estimadas em 3,5 bilhões de dólares por ano, entre 2020 e 2050 (Flach et al., 2021). A Mata Atlântica perderá serviços ecossistêmicos de polinização (Barbosa et al., 2020; Giannini et al., 2020), e o Pampa ficará mais vulnerável aos extremos climáticos, dada a sua baixa cobertura vegetal nativa e a alta fragmentação dos seus habitats. Esses vetores de degradação poderão ainda aumentar a invasão de espécies exóticas e alterar o ciclo do fogo em alguns biomas (Bustamante et al., 2019a). Na Caatinga, espera-se um aumento de até 20% de áreas de alta susceptibilidade à desertificação até 2045 (Vieira et al., 2021). Isso traria impactos principalmente sobre a disponibilidade de água e a produção agrícola, afetando desproporcionalmente comunidades rurais de baixa renda do interior do Semiárido (Martins et al., 2019; Vieira et al., 2021; Moraes et al., 2022).

Apesar de alguns cenários sugerirem que o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera possa aumentar a produtividade de algumas culturas agrícolas em algumas regiões (Antolin et al., 2021; Kothari et al., 2022), deve-se considerar, principalmente, os efeitos negativos provocados

por eventos climáticos extremos como, por exemplo, inundações, secas severas e ondas de calor (Araújo et al., 2014; Assad et al., 2019). Esses efeitos associados às alterações nas taxas de respiração e evapotranspiração, na duração dos ciclos produtivos, bem como na ocorrência de pragas e doenças (Rosenberg, 1992) podem ocasionar a redução da produtividade das culturas agrícolas e da pecuária, quebras de safras e, conseqüentemente, impactar a provisão de alimentos e de outros serviços ecossistêmicos (Assad et al., 2013, 2019; Pires et al., 2016; Brumatti et al., 2020; Zilli et al., 2020).

Nas fronteiras agrícolas da Amazônia e do Cerrado localizadas, principalmente, na região do MATOPIBA que compreende parte dos estados do Mato Grosso, Goiás, Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, as áreas agricultáveis fora do ótimo climático já totalizam 28% (ou 26.551 km², referentes a 2016) e, de acordo com projeções, elas poderão atingir 51% (ou 49.506 km²) até 2030, e 74% (ou 71.105 km²) até 2060 (Rattis et al., 2021). A expansão da cana-de-açúcar esperada para o sul de Goiás e noroeste do estado de São Paulo ficarão mais vulneráveis às mudanças do clima e sofrerão com a redução da disponibilidade de água (Zullo et al., 2018). Em um cenário climático extremo, a produtividade da soja na Amazônia poderia reduzir em até 44% (Lapola et al., 2011). A Figura 3.3 ilustra os impactos das mudanças climáticas nas principais áreas produtoras de soja em 2050 (Zilli et al., 2020). Note que, tanto o Mato Grosso quanto o MATOPIBA poderão ser regiões menos aptas para a produção da oleaginosa no futuro.

Projeções baseadas em modelos climáticos globais sugerem que as mudanças climáticas poderão provocar, até 2040, uma retração no PIB brasileiro. As famílias em situação de vulnerabilidade econômica de regiões

cuja economia é dependente da agricultura sofrerão as maiores perdas. Os impactos sobre o consumo real e o bem-estar das famílias da região Centro-Oeste e partes do Nordeste, onde a cultura da soja é mais representativa do que em outras regiões do Brasil, serão não negligenciáveis (Santos et al., 2021).

3.5 Cenários para a agricultura sustentável

Conforme apresentado nas seções anteriores, a possível expansão da agricultura brasileira sobre áreas de vegetação nativa e os impactos das mudanças climáticas afetarão negativamente a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos no Brasil, com



Figura 3.3. Esquema simplificado indicando perdas (-) e ganhos (+) nas áreas produtoras de soja (áreas sombreadas) em 2050 em função das mudanças climáticas de acordo com modelos que simulam culturas agrícolas como o EPIC (verde) e o LPJmL (azul). Áreas em que as previsões dos modelos convergem são destacadas com símbolos pretos. Em destaque, com traço pontilhado preto, está o MATOPIBA, região de fronteira agrícola. Fonte: Adaptado de Zilli et al. (2020).

efeitos negativos para a própria agricultura do país. No entanto, modelos e cenários têm demonstrado que existem opções de trajetórias viáveis, ou cenários alternativos, que poderiam tornar a produção agrícola brasileira mais sustentável.

Não permitir que a expansão agrícola ocorra às custas de novas conversões e cause

degradação de ecossistemas é a primeira e mais importante ação na transição para uma agricultura sustentável. Cenários alternativos com maior controle do desmatamento mostram que é possível conciliar a expansão agrícola brasileira com a conservação da vegetação nativa (Silva et al., 2018; Soterroni et al., 2018, 2019, 2023; Strassburg et al., 2014a, 2018), além de promover

benefícios para a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (Aguiar et al., 2016; Strassburg et al., 2017; Strand et al., 2018; Guerra et al., 2020a; Brock et al., 2021), e criar resiliência da agricultura brasileira aos impactos das mudanças climáticas (Lapola et al., 2011; Flach et al., 2021; Leite-Filho et al., 2021).

O cumprimento da legislação, especificamente da LPVN, Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), por exemplo, evitaria metade dos 64 Mha de desmatamento projetados no Brasil, entre 2020 e 2050, por um cenário de referência, e não inviabilizaria a expansão da produção agrícola no país (Soterroni et al., 2023). Em 2050, a área agricultável e o rebanho bovino seriam apenas 3% e 10% menores, respectivamente, no cenário de cumprimento da LPVN em relação ao cenário sem a legislação (Soterroni et al., 2023). O cumprimento da LPVN evitaria, ainda, a perda de habitat de muitas espécies, principalmente na Amazônia (Brock et al., 2021). Vale ressaltar que, embora fundamental para a conservação e recuperação dos ecossistemas brasileiros, a total implementação da LPVN não será suficiente para evitar a perda de grandes extensões de vegetação nativa (Soterroni et al., 2023) por permitir supressão legal de vegetação nativa, como ilustra a Figura 3.4, com impactos na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos (Sparovek et al., 2011; Soares-Filho et al., 2014; Aguiar et al., 2016; Vieira et al., 2018; Brandão Jr. et al., 2020).

Acordos de desmatamento zero, como a moratória da soja⁷ e os Termos de Ajuste de Conduta (TAC) da carne implementados

7. A moratória da soja é um acordo feito entre organizações não governamentais, agroindústrias e governos com o compromisso de não comprar essa *commodity* produzida em áreas desmatadas (ver glossário).

no bioma da Amazônia, podem ser alternativas complementares ao combate do desmatamento (Gibbs et al., 2015, 2016). Cenários de moratória da soja no Cerrado mostram que esse acordo tem o potencial de evitar 120 mil hectares de conversão direta de vegetação nativa para a soja por ano no bioma, entre 2020 e 2050, sem impedir a expansão da produção da oleaginosa nas próximas décadas, e com redução da produção estimada em menos de 2% no Brasil (Soterroni et al., 2019). Por outro lado, vazamentos (em inglês: *leakage*) como o aumento de desmatamento para outras atividades ou regiões não cobertas pelo acordo setorial podem não compensar os esforços de tais medidas (Villoria et al., 2022). Dessa forma, cenários podem desempenhar um papel importante na identificação de efeitos indesejados e ajudar na construção de políticas de conservação mais eficazes e robustas (Azevedo et al., 2017; Lambin et al., 2018).

A restauração dos ecossistemas é importante tanto para a mitigação quanto para a adaptação às mudanças climáticas (Strassburg et al., 2018; Bustamante et al., 2019b; Koch & Kaplan, 2022). A meta brasileira de restauração de 12 Mha de vegetação nativa até 2030, presentes em compromissos internacionais como a primeira Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC)⁸ e o Desafio de

8. O Brasil apresentou em 2015 sua pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC) ao Acordo de Paris. Com o depósito do instrumento de ratificação do acordo pelo País, em setembro de 2016, a Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil deixou de ser "pretendida". O Brasil assumiu, pelo acordo, o qual entrou em vigor no plano internacional em 4 de novembro de 2016, o compromisso de implantar ações e medidas que apoiem o cumprimento da meta estabelecida na NDC (ver glossário).

Projeção de perdas e ganhos de vegetação nativa entre 2020 e 2050

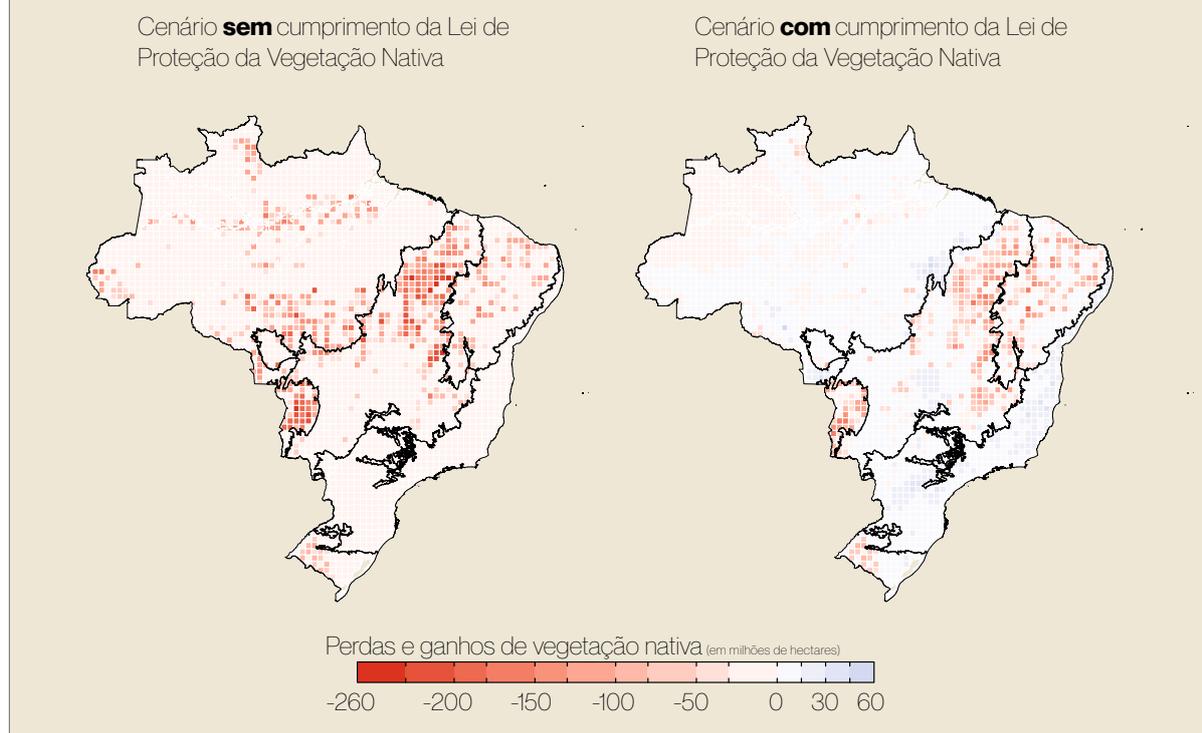


Figura 3.4. Distribuição espacial da perda e ganho e cumulativos de vegetação nativa entre 2020 e 2050, considerando dois cenários: com e sem o cumprimento da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN). No cenário com cumprimento da LPVN, as perdas referem-se à supressão legal de vegetação nativa, incluindo desmatamento, que pode ocorrer mesmo com o cumprimento rigoroso da legislação. No cenário sem cumprimento da LPVN, as perdas incluem a supressão de vegetação nativa, tanto legal quanto ilegal, incluindo desmatamento, projetada para o período de 2020 a 2050. Fonte: Adaptado de Soterroni et al. (2023).

Bonn⁹, podem ser atingidos através da implementação da LPVN. Fatores como custos econômicos, limitações técnicas, e falta de planejamento dificultam a restauração de ecossistemas em larga escala (Bustamante et al., 2019b). No entanto, o uso de cenários pode auxiliar na escolha da melhor estratégia e dos locais para a restauração da vegetação nativa em terras públicas ou privadas, otimizando os

custos-benefícios e aumentando as chances de implementação (Brancaion et al., 2019; Crouzeilles et al., 2020; Niemeyer et al., 2020; Strassburg et al., 2020).

A restauração da vegetação nativa seguindo o cumprimento da LPVN tem o potencial de sequestrar de 2,5 a 9 bilhões de CO₂ no Brasil (Soares-Filho et al., 2014; Soterroni et al., 2023). Outras análises regionalizadas mostram que a recomposição do déficit de vegetação nativa em propriedades privadas no Cerrado (4,7 Mha) tem o potencial de aumentar o estoque de carbono em 56,6 milhões de toneladas de carbono (ou 207,7 milhões de toneladas de CO₂-eq), o que

9. Em 2011, o governo da Alemanha e a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) lançaram um desafio, conhecido como Desafio de Bonn, para todos os países do mundo: estimular o processo de restauração em 150 milhões de hectares de florestas e paisagens ao redor do globo até 2020, e 350 milhões de hectares até 2030.

também aumentaria a segurança hídrica da região e a disponibilidade de espécies ameaçadas (Vieira et al., 2018). Além disso, a restauração de Áreas de Preservação Permanente pode reduzir o aporte de sedimentos sólidos suspensos e nutrientes em áreas agrícolas, conforme demonstrado na bacia do Rio Sarapuí em São Paulo (Mello et al., 2017) e na Bacia do Rio Taquari em Mato Grosso do Sul (Louzada et al., 2022)

Estudos de modelos e cenários mostram que o aumento da produtividade das pastagens desempenha um papel fundamental dentre os esforços necessários para o Brasil conciliar a conservação da biodiversidade com a expansão da produção agrícola. Um aumento de 49-52% na produtividade das pastagens brasileiras teria o potencial de atender a demanda futura por carne, culturas agrícolas, produtos madeireiros e biocombustíveis até 2040, sem a necessidade de converter nenhum hectare de vegetação nativa (Strassburg et al., 2014a). A intensificação da pecuária também tem o potencial de liberar até 18 Mha para restauração em larga escala na Mata Atlântica (Strassburg et al., 2014a). Um aumento de 52% da intensificação da pecuária no Brasil, em relação a um cenário de referência, seria fundamental para que o país eliminasse tanto o desmatamento ilegal quanto o legal e, ao mesmo tempo, acomodasse a expansão da agricultura, e metas de proteção e restauração da vegetação nativa além das já assumidas (Soterroni et al., 2023).

A recuperação de pastagens degradadas é peça-chave para que a produção agrícola na Amazônia e no Cerrado continue crescendo livre de desmatamento, o que

permitiria o cumprimento das metas Brasileiras de curto prazo do Acordo de Paris (Silva et al., 2018). Apesar de modelos e cenários mostrarem o grande potencial da intensificação das pastagens para fins de implementação de medidas de conservação, vários estudos alertam para o efeito rebote, ou 'Paradoxo de Jevons'¹⁰, em que o desmatamento pode aumentar em vez de diminuir (Kaimowitz & Angelsen, 2008; Lambin & Meyfroidt, 2011; Garrett et al., 2018; Müller-Hansen et al., 2019). Políticas adicionais e incentivos econômicos podem evitar a ocorrência desse efeito indesejado (Latawiec et al., 2014) (ver também capítulos 5 e 6 deste Relatório), e modelos e cenários podem ajudar na elaboração de tais medidas.

Entre as regiões do Brasil, destaca-se o segundo maior rebanho da pecuária localizado nas pastagens das planícies do Pantanal, cuja produção e intensificação sustentável reduziria a pegada humana sobre o clima e o desmatamento (Bergier et al., 2020). Garantir a autossuficiência agroalimentar da população por meio de intensificação sustentável (Beltran-Peña et al., 2020), bem como o acesso universal e igualitário a uma maior diversidade e qualidade de alimentos frescos são fatores-chave para garantir a segurança alimentar e reduzir as pressões sobre os serviços ecossistêmicos, a biodiversidade e o clima (Popp et al., 2010; FAO, 2019, IPCC, 2022). O Brasil deve manter ou ampliar sua autossuficiência nos cenários de intensificação sustentável. Na ausência

10. O paradoxo de Jevons afirma que, à medida que as melhorias tecnológicas aumentam a eficiência com a qual um recurso é usado, o consumo total desse recurso pode aumentar em vez de diminuir.

de práticas de intensificação sustentável, ligadas à inclusão social (ética) e tecnológica (Nelson e Vucetich, 2012; Nagatsu et al., 2020; Daum, 2023), o cenário é de não auto-suficiência para o Brasil e para quase todos os países estudados, criando condições ideais para o aumento de riscos e de conflitos de larga escala (FAO, 2015).

Sistemas integrados de produção animal e vegetal, como por exemplo Lavoura-Pecuária (ILP), Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e Agroflorestais, são estratégias importantes para mitigação climática e desenvolvimento de uma agricultura sustentável no Brasil, podendo atingir um valor líquido anual por hectare superior ao de sistemas convencionais (Reis et al., 2020, 2021). No Mato Grosso, modelos foram usados para apontar áreas mais suscetíveis biofísica e economicamente para implementar sistemas integrados (Reis et al., 2020). Práticas agroecológicas, como os Sistemas Agroflorestais, têm o potencial de reduzir o impacto da agricultura sobre os ecossistemas, mitigar mudanças climáticas e, ao mesmo tempo, garantir alimento e renda para os pequenos e médios agricultores (Gil et al., 2016; Abbas et al., 2017; Chapman et al., 2020). Por outro lado, modelos mostram que as mudanças climáticas podem contribuir, até 2080, para a extinção de espécies agroflorestais nativas brasileiras já ameaçadas. Dessa maneira, implementar sistemas agroflorestais diversos e manter a conectividade da paisagem para facilitar a dispersão das espécies são estratégias para garantir a subsistência e a segurança alimentar a médio e longo prazo (Gomes et al., 2020; Lima et al., 2022).

Medidas adicionais como redução de perdas e desperdício de alimentos, transição para dietas com menor impacto ambiental, intensificação e comércio sustentáveis podem desempenhar papéis importantes no futuro (FAO, 2018b). Dada a grande contribuição das emissões de metano pela digestão dos bovinos, além da área ocupada por esses animais, os cenários mostram a redução do consumo de carne bovina e sua substituição por proteínas de outras fontes e de perda e desperdício de alimentos como alternativas que contribuem para a mitigação das mudanças climáticas (Popp et al., 2010; Tilman & Clark, 2014; Springmann et al., 2016; Leclère et al., 2020; Humpenöder et al., 2022). Recentemente, o Brasil também assumiu o “Compromisso Global do Metano” que trará desafios adicionais para a pecuária brasileira, já que o país tem o segundo maior rebanho bovino do mundo (Zia et al., 2019).

A sustentabilidade ou mesmo a viabilidade a longo prazo da agricultura no Brasil dependem diretamente de ações de conservação de recursos naturais em sinergia ao desenvolvimento de variedades (tecnologia) e sistemas de manejo (diversificação) adaptados às mudanças do clima (Joly et al., 2019) (ver também capítulo 4 deste Relatório). A combinação do aumento da produtividade de culturas agrícolas e das pastagens, redução de desperdício, mudanças de comportamento e adoção de dietas com menor consumo de proteína animal, aumento e melhor manejo das áreas protegidas, redução do desmatamento e aumento da restauração dos ecossistemas também são exemplos dos esforços necessários para conter e

até mesmo reverter a expressiva perda de biodiversidade nas próximas décadas (Leclère et al., 2020).

Está cada vez mais claro que as mudanças climáticas e a perda de biodiversidade são crises interconectadas que não podem ser resolvidas isoladamente (Pörtner et al., 2023). Para o Brasil, as soluções baseadas na natureza (SbN)¹¹, como o fim do desmatamento e a restauração da vegetação nativa em larga escala, podem contribuir com quase 80% da redução das emissões nacionais necessárias para o país cumprir as suas metas de curto e longo prazo do Acordo de Paris, incluindo a meta de atingir emissões líquidas zero de gases de efeito estufa em 2050 (*net zero*) (Soterroni et al., 2023).

Os benefícios da implementação cuidadosa das soluções baseadas na natureza incluem a adaptação aos impactos das mudanças climáticas, o aumento da resiliência dos ecossistemas e da segurança alimentar em um planeta cada vez mais quente e com eventos climáticos mais frequentes (Seddon et al., 2021). O Brasil pode liderar as agendas de clima e biodiversidade pelo exemplo, mas é preciso que o país elimine a lacuna de implementação das políticas nacionais existentes no curto prazo, e avance na criação de políticas e planos de longo prazo mais ambiciosos, baseados em ciência, com metas intermediárias, com mecanismos de transparência, e alinhados

11. Soluções Baseadas na Natureza (SbN) é um termo criado pela União Europeia que contempla soluções de engenharia e medidas inspiradas, apoiadas ou copiadas da natureza e que visam atender simultaneamente objetivos ambientais, sociais e econômicos (ver glossário).

com os objetivos do desenvolvimento sustentável. Modelos e cenários são ferramentas importantes na construção de um futuro sustentável para a agricultura e a biodiversidade no Brasil e no mundo.

3.6 Modelos e cenários para tomada de decisões

Os grandes desafios para a utilização de modelos e cenários na tomada de decisão incluem: i) aprimorar e desenvolver modelos que integrem uma maior gama de serviços ecossistêmicos, ii) refinar dados sobre serviços ecossistêmicos em sistemas agrícolas, iii) incluir variáveis relacionadas ao comportamento humano, iv) desenvolver modelos teleacoplados¹² em diferentes escalas e v) diminuir as assimetrias de conhecimento entre regiões (trabalhos estão concentrados na Amazônia, Mata Atlântica e Cerrado). Boa parte desses desafios seria rapidamente superada caso houvesse continuidade de investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, uma vez que o Brasil possui uma rede de pesquisadores consolidada e inserida em uma ampla rede internacional de colaboração. Entretanto, a construção de cenários e modelos ainda carece da integração e articulação de diferentes saberes e cosmologias (Mazzone et al., 2023). O Quadro 3.2 oferece uma reflexão sobre como comunidades indígenas

12. O conceito de teleacoplamento (*telecoupling* em inglês) tem origem na ciência do sistema terrestre e integra outros conceitos das ciências naturais e sociais, como a teleconexão e a globalização. O método se baseia em sistemas exportadores (*sending systems*), importadores (*receiving systems*) e afetados (*spillover systems*), assim como os fluxos entre esses sistemas, seus agentes, causas e efeitos. Por exemplo, é fundamental compreender como a dinâmica do uso da terra é afetada por interações socioeconômicas e ambientais em grandes distâncias, como os impactos do comércio global de alimentos (ver glossário).

e saberes tradicionais podem contribuir para o fortalecimento dos espaços de co-criação de saber-fazer.

Desafios como a falta de acesso e incertezas relacionadas aos dados ambientais e de biodiversidade de qualidade e em grande escala bem como as limitações inerentes aos modelos podem gerar imprecisões que, se não bem comunicadas, acabam refletindo em descrença no benefício dessas ferramentas em balizar tomadas de decisão (IPBES, 2016).

Outro desafio é o desenvolvimento de cenários e modelos que explicitamente incluam variáveis socioculturais como desigualdades sociais, burocracia, e a percepção de ganhos e perdas por parte das pessoas envolvidas. Alguns aspectos associados ao tipo de pressão do desmatamento, como o aumento da densidade populacional, os processos de expansão da urbanização de áreas rurais, a especulação e a grilagem de terras, ainda não são incorporados de forma satisfatória em modelos e cenários (Daum, 2023). Apesar desses desafios, há exemplos práticos relacionados ao uso da ciência na construção de cenários como os Zoneamentos Ecológicos-Econômicos. Na Amazônia, por exemplo, alguns trabalhos têm integrado conhecimento tradicional e abordagens quantitativas de construção de cenários de usos da terra (Folhes et al., 2015; Blanco-Gutiérrez et al., 2020). Algumas ações têm sido executadas adotando-se a abordagem do Planejamento Sistemático de Conservação (Margules & Pressey, 2000) na tentativa de conciliar a produção rural e a conservação da biodiversidade e serviços ecossistêmicos

(CONABIO, 2005). Vale destacar que, embora existam iniciativas atreladas aos processos de planejamento, ainda não temos avaliações robustas dos resultados dessas iniciativas e indicadores claros de sua implementação no país.

No Brasil, estudos envolvendo mudanças de uso da terra e biodiversidade têm um forte viés geográfico para os biomas Cerrado e Amazônia, além de viés taxonômico para flora e animais vertebrados. Para serviços ecossistêmicos, a maior parte dos trabalhos focam em serviços de provisão e de regulação, com destaque para estoque de carbono que muitas vezes é o único serviço incluído nas análises. Além disso, a maioria dos estudos de modelagem não avalia o impacto que a degradação dos ecossistemas gera na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos. Apesar dos avanços da ciência em modelar as mudanças de uso da terra e da agricultura, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos, existem lacunas do conhecimento que devem ser tratadas em pesquisas futuras. Uma delas é o desenvolvimento de modelos que sejam realmente integrados para as mudanças do uso da terra, mudanças do clima, biodiversidade, serviços ecossistêmicos, além de aspectos econômicos e socioculturais.

Quadro 3.2: As múltiplas agriculturas, formas de construir cenários e cosmologias

Avaliar cenários das agriculturas no Brasil e suas relações com a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos é bastante desafiador e complexo. Parte desses desafios envolve os diversos modos de saber-fazer e sentipensar a agricultura, entre os quais a produção agrícola familiar, as agriculturas indígenas e de outros povos tradicionais, que são encontradas em distintas regiões do país. Essas múltiplas formas de saber-fazer são fundamentais para a manutenção da autonomia, soberania e segurança alimentar das pessoas e se destacam pela produção de diversos cultivos como o milho, a mandioca, a pecuária leiteira, os ovinos, os caprinos, as olerícolas, o feijão, o arroz, os suínos, as aves, o café, o trigo, a mamona, as fruticulturas e as hortaliças. As múltiplas agriculturas se destacam também por suas contribuições culturais, socioespaciais e ecológicas, que contribuem diretamente para uma maior justiça socioambiental, com impacto direto na redução de pobreza.

Diferentes povos originários, outros povos tradicionais e populações locais praticam diversas formas de pensar alternativas para o futuro, planejar e construir suas agriculturas e relações com a sociobiodiversidade, os serviços ecossistêmicos e os territórios de vida. O uso de informações climáticas (por exemplo de informações sobre as chuvas) no processo de planejamento e construção das agriculturas tem sido usado pela maioria dos povos e comunidades dentro de suas próprias cosmologias, saberes e de suas formas de gerir os territórios. Mas, apenas recentemente, esses saberes, cosmologias e formas de gestão territorial têm sido “reconhecidos” e integrados dentro dos processos de construção de outros cenários, a partir de uma lógica científica ocidental. Um exemplo desse reconhecimento é a incorporação de saberes indígenas no último Relatório do IPCC (2022). As múltiplas formas de construção de novos cenários devem ser valorizadas dentro das próprias cosmologias dos povos e dentro de suas formas de autodeterminação. O diálogo de saberes pode ser um caminho relevante para construção de novos cenários, particularmente aqueles que visam ampliar a participação social de forma mais horizontal. No Brasil, poucos trabalhos incorporam múltiplos saberes (narrativas) para construção de outros cenários possíveis. Destaca-se que novas abordagens para o desenvolvimento de narrativas e cenários, combinando conhecimento qualitativo e dados quantitativos, têm sido propostas para construção de cenários inter e transdisciplinares para a Amazônia, como por exemplo, em Schöenberg et al. (2017).

Os conhecimentos tradicionais originários, em sua multiplicidade, são fundamentais no contexto da construção de novas estratégias de combate às crises e mitigação-adaptação às mudanças climáticas, agricultura e serviços ecossistêmicos. Os saberes sobre os diversos valores da flora, fauna, água e demais formas de vida apresentam respostas para as situações climáticas extremas que têm sido salientados como críticos no contexto de adaptação dos povos frente às mudanças ambientais rápidas esperadas para o futuro. Por outro lado, estudos também têm demonstrado que alguns modos de vida, inclusive formas de agricultura, estão vulneráveis caso as trajetórias de mudanças climáticas e a agricultura se mantiverem na linha de base atual.

Entendemos que o reconhecimento, a valorização e a afirmação social das pessoas ligadas aos múltiplos modos de fazer agricultura na sociedade brasileira dependem, fundamentalmente, dos resultados de diálogos estabelecidos no campo das políticas públicas, da coprodução do conhecimento e da ação coletiva. Nesse contexto, reconhecemos que o recorte adotado sobre cenários futuros em nosso capítulo sofre de um viés para as práticas de construção baseadas em artigos publicados em revistas científicas. Também reconhecemos um viés para cenários envolvendo a produção de *commodities* (por exemplo: soja, bovinos e cana-de-açúcar) o que, em parte, reflete o grande papel delas nas mudanças em larga escala, mas também a disponibilidade de dados para modelagens de cenários quantitativos. A construção de cenários envolvendo produtos agroflorestais, culturas em pequena escala, e espécies nativas, ainda é uma grande lacuna de conhecimento, o que dificulta a construção de visões de futuro mais sustentável, onde as pessoas e seus modos de agricultura certamente deveriam ser mais protagonistas.

3.7 Considerações finais

Neste capítulo, a relação entre a agricultura brasileira, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos é abordada por meio da revisão de estudos de modelos e cenários. Os principais vetores, tipos de modelos e cenários são exemplificados. Cenários de referência são usados para mostrar as tendências atuais da produção agrícola brasileira e seus potenciais impactos sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. Vários estudos indicam que, sem medidas de conservação e o cumprimento de legislações ambientais, a expansão agrícola continuará a ser um dos principais vetores de perda de vegetação nativa no Brasil no futuro. Cenários alternativos são usados para ilustrar soluções de compromisso entre conservação e produção bem como opções para uma agricultura brasileira mais sustentável. Estudos são categóricos ao mostrar que é possível conciliar a expansão da agricultura brasileira com a proteção e a restauração da vegetação nativa. Estudos apontam, ainda, para o grande potencial da intensificação das pastagens na redução do desmatamento, mas alertam para a necessidade de um portfólio de políticas ambientais com o objetivo de evitar efeitos indesejados. Modelos e cenários que consideram mudanças climáticas apontam tanto para os riscos de redução da produção agrícola em determinadas regiões quanto para a importância da implementação de medidas de conservação como estratégia para mitigar o aquecimento global e, ao mesmo tempo, aumentar a resiliência da agricultura brasileira. Uma discussão mais ampla sobre a construção de cenários também é apresentada a partir do ponto de vista dos povos originários e das

populações locais e tradicionais. Esses saberes e cosmologias podem auxiliar a nossa visão sobre os futuros possíveis da produção agrícola brasileira e da sua relação com a biodiversidade e demais serviços ecossistêmicos, fundamentais para a sua própria manutenção e o seu crescimento de forma sustentável. Apesar das simplificações e incertezas inerentes aos modelos e cenários, o capítulo destacou a importância do uso dessas ferramentas no planejamento estratégico do território, na formulação de políticas públicas e na tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

- Abbas, F., Hammad, H. M., Fahad, S. et al. (2017). Agroforestry: A sustainable environmental practice for carbon sequestration under the climate change scenarios—a review. *Environmental Science and Pollution Research* 24(12), 11177–11191. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8687-0>
- Aguiar, A. P. D., Vieira, I. C. G., Assis, T. O. et al. (2016). Land use change emission scenarios: Anticipating a forest transition process in the Brazilian Amazon. *Global Change Biology* 22(5), 1821–1840. <https://doi.org/10.1111/gcb.13134>
- Antolin, L. A. S., Heinemann, A. B. & Marin, F. R. (2021). Impact assessment of common bean availability in Brazil under climate change scenarios. *Agricultural Systems* 191, 103174. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103174>
- Araújo, P. H. C., de Figueiredo Silva, F., Gomes, M. F. M., Féres, J. G. & Braga, M. J. (2014). Uma análise do impacto das mudanças climáticas na produtividade agrícola da região nordeste do Brasil. *Revista Econômica do Nordeste* 45(3), 46–57. <https://doi.org/10.61673/ren.2014.118>
- Assad, E. D., Pinto, H. S., Nassar, A., Harfuch, L. et al. (2013). *Impacts of Climate Change on Brazilian Agriculture*. 90 p. Washington, DC: World Bank. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/18740/687740Revised00LIC00web0brasil02030.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Assad, E. D., Ribeiro, R. R. R. & Nakai, A. M. (2019). Assessments and how an increase in temperature may have an impact on agriculture in Brazil and mapping of the current and future situation. Em: Nobre, C. A., Marengo, J. A. & Soares, W. R. (orgs.). *Climate Change Risks in Brazil*, p. 31–65. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92881-4_3
- Assis, T. O., Aguiar, A. P. D., Von Randow, C. & Nobre, C. A. (2022). Projections of future forest degradation and CO₂ emissions for the Brazilian Amazon. *Science Advances* 8(24), eabj3309. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abj3309>
- Azevedo, A. A., Rajão, R., Costa, M. A. et al. (2017). Limits of Brazil's Forest Code as a means to end illegal deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(29), 7653–7658. <https://doi.org/10.1073/pnas.1604768114>
- Barbosa, M. D. M., Carneiro, L. T., Pereira, M. F. D. C. D. S. et al. (2020). Future scenarios of land-use-cover effects on pollination supply and demand in São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica* 20(suppl 1), e20190906. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2019-0906>
- Barreto, P. (2021). *Políticas para desenvolver a pecuária na Amazônia sem desmatamento*. Imazon. Disponível em: <https://amazonia2030.org.br/wp-content/uploads/2021/09/pecuaria-extra-tiva_final_Paulo-Barreto-1.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Beltran-Peña, A., Rosa, L. & D'Odorico, P. (2020). Global food self-sufficiency in the 21st century under sustainable intensification of agriculture. *Environmental Research Letters* 15(9), 095004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab9388>
- Benton, T. G., Bieg, C., Harwatt, H., Pudasaini, R. & Wellesley, L. (2021). *Food system impacts on biodiversity loss. Three levers for food system transformation in support of nature*. London: Chatham House. Disponível em: <<https://www.chathamhouse.org/2021/02/food-system-impacts-biodiversity-loss>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Bergier, I., Abreu, U. G. P., Oliveira, L. O. F. et al. (2020). +PRECOCE eficiência e inovação na cadeia do novilho precoce integrando Pan-
tanal e Cerrado. In: Sotta, E. D., Sampaio, F. G., Nogueira Costa, M. S. (orgs.). *Coletânea de fatores de emissão e remoção de gases de efeito estufa da pecuária brasileira*. 1ed. Brasília: MAPA/SENAR, p. 70–71. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1131201/1/Novilho-Precoce-GEE-MAPA-SENAR-2020.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Bergier, I. & Assine, M. L. (2022). Functional fluvial landforms of the Pantanal: hydrologic trends and responses to climate changes. *Journal of South American Earth Sciences* 119, 103977. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2022.103977>
- Blanco-Gutiérrez, I., Manners, R., Varela-Ortega, C. et al. (2020). Examining the sustainability and development challenge in agricultural-forest frontiers of the Amazon Basin through the eyes of locals. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 20(3), 797–813. <https://doi.org/10.5194/nhess-20-797-2020>
- Bergier, I., Abreu, U. G. P., Oliveira, L. O. F. et al. (2020). +PRECOCE – eficiência e inovação na cadeia do novilho precoce integrando Pantanal e Cerrado. In: Sotta, E. D., Sampaio, F. G., Nogueira Costa, M. S. (orgs.). *Coletânea de fatores de emissão e remoção de gases de efeito estufa da pecuária brasileira*. 1ed. Brasília: MAPA/SENAR, p. 70–71. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1131201/1/Novilho-Precoce-GEE-MAPA-SENAR-2020.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Börjeson, L., Höjer, M., Dreborg, K.-H., Ekvall, T. & Finnveden, G. (2006). Scenario types and techniques: Towards a user's guide. *Futures* 38(7), 723–739. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2005.12.002>
- Brançalion, P. H. S., Niamir, A., Broadbent, E. et al. (2019). Global restoration opportunities in tropical rainforest landscapes. *Science Advances* 5(7), eaav3223. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aav3223>

- Brandão Jr., A., Rausch, L., Paz Durán, A. et al. (2020). Estimating the Potential for Conservation and Farming in the Amazon and Cerrado under Four Policy Scenarios. *Sustainability* 12(3), 1277. <https://doi.org/10.3390/su12031277>
- Brasil. Lei Nº 12.651, 25 de maio de 2012. 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.
- Brock, R. C., Arnell, A., Simonson, W. et al. (2021). Implementing Brazil's Forest Code: A vital contribution to securing forests and conserving biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 30(6), 1621–1635. <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02159-x>
- Brum, F. T., Pressey, R. L., Bini, L. M. & Loyola, R. (2019). Forecasting conservation impact to pinpoint spatial priorities in the Brazilian Cerrado. *Biological Conservation* 240, 108283. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108283>
- Brumatti, L. M., Pires, G. F., & Santos, A. B. (2020). Challenges to the Adaptation of Double Cropping Agricultural Systems in Brazil under Changes in Climate and Land Cover. *Atmosphere* 11(12), 1310. <https://doi.org/10.3390/atmos11121310>
- Bustamante, M. M. C., Metzger J. P., Scariot A. et al. (eds.) (2019). Capítulo 3: Tendências e impactos dos vetores de degradação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. Em: Joly, C. A., Scarano, F. R., Seixas, C. S. et al. (2019). *1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade & Serviços Ecossistêmicos*. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES). São Carlos: Editora Cubo, 351 p. <https://doi.org/10.4322/978-85-60064-88-5>
- Bustamante, M. M. C., Silva, J. S., Scariot, A. et al. (2019). Ecological restoration as a strategy for mitigating and adapting to climate change: Lessons and challenges from Brazil. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 24(7), 1249–1270. <https://doi.org/10.1007/s11027-018-9837-5>
- Chaplin-Kramer, R., Sharp, R. P., Weil, C. et al. (2019). Global modeling of nature's contributions to people. *Science* 366(6462), 255–258. <https://doi.org/10.1126/science.aaw3372>
- Chapman, M., Walker, W. S., Cook-Patton, S. C. et al. (2020). Large climate mitigation potential from adding trees to agricultural lands. *Global Change Biology*. <https://doi.org/10.1111/gcb.15121>
- Coelho-Junior, M. G., Diele-Viegas, L. M., Calheiros, D. F. et al. (2022). Pantanal port licence would threaten the world's largest tropical wetland. *Nature Ecology & Evolution* 6(5), 484–485. <https://doi.org/10.1038/s41559-022-01724-z>
- CONABIO. Comissão Nacional de Biodiversidade. (2005). Deliberação CONABIO no 39, de 14 de dezembro de 2005. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/conservacao-1/areas-prioritarias/Delib_039.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Costa, W. F., Ribeiro, M., Saraiva, A. M., Imperatriz-Fonseca, V. L. & Giannini, T. C. (2018). Bat diversity in Carajás National Forest (Eastern Amazon) and potential impacts on ecosystem services under climate change. *Biological Conservation* 218, 200–210. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.12.034>
- Crouzeilles, R., Beyer, H. L., Monteiro, L. M. et al. (2020). Achieving cost-effective landscape-scale forest restoration through targeted natural regeneration. *Conservation Letters* 13(3), e12709. <https://doi.org/10.1111/conl.12709>
- Cunha, E. R. D., Santos, C. A. G., Silva, R. M. D., Bacani, V. M. & Pott, A. (2021). Future scenarios based on a CA-Markov land use and land cover simulation model for a tropical humid basin in the Cerrado/Atlantic forest ecotone of Brazil. *Land Use Policy* 101, 105141. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105141>
- Daum, T. (2023). Mechanization and sustainable agri-food system transformation in the Global South. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 43(1), 16. <https://doi.org/10.1007/s13593-023-00868-x>
- Dobrovolski, R., Loyola, R. D., Marco Júnior, P. D. & Diniz-Filho, J. A. F. (2011). Agricultural Expansion Can Menace Brazilian Protected Areas During the 21st Century. *Natureza & Conservação* 9(2), 208–213. <https://doi.org/10.4322/natcon.2011.027>
- Esquivel-Muelbert, A., Phillips, O. L., Brienen, R. J. W. et al. (2020). Tree mode of death and mortality risk factors across Amazon forests. *Nature Communications* 11(1), 5515. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18996-3>
- Faleiro, F. V., Machado, R. B. & Loyola, R. D. (2013). Defining spatial conservation priorities in the face of land-use and climate change. *Biological Conservation* 158, 248–257. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.09.020>
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2015). *Climate change and food security: risks and responses*. Rome: FAO, 98 p. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/i5188e/i5188e.pdf>> Acesso em: ago. de 2024.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018a). *Global livestock environmental assessment model*. Rome: FAO, 109 p. Disponível em: <https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/gleam/docs/GLEAM_2.0_Model_description.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- (2018b). *The future of food and agriculture: alternative pathways to 2050*. Rome: FAO, 224 p. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/i8429en/i8429en.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*. J. Bélanger & D. Pilling (eds.). Rome: FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments, 572 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>>. Acesso em ago de 2024.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2021). *Global livestock environmental assessment model – Interactive (GLEAM-i): guidelines*. Rome: FAO, 19 p. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/cb2249en/cb2249en.pdf>>. Acesso em ago. de 2024.
- Fendrich, A. N., Barretto, A., De Faria, V. G. et al. (2020). Disclosing contrasting scenarios for future land cover in Brazil: Results from a high-resolution spatiotemporal model. *Science of The Total Environment* 742, 140477. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140477>
- Flach, R., Abrahão, G., Bryant, B. et al. (2021). Conserving the Cerrado and Amazon biomes of Brazil protects the soy economy from damaging warming. *World Development* 146, 105582. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105582>
- Folhes, R. T., Aguiar, A. P. D. D., Stoll, E. et al. (2015). Multi-scale participatory scenario methods and territorial planning in the Brazilian Amazon. *Futures* 73, 86–99. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2015.08.005>
- Fonseca, M. G., Alves, L. M., Aguiar, A. P. D. et al. (2019). Effects of climate and land-use change scenarios on fire probability during the 21st century in the Brazilian Amazon. *Global Change Biology* 25(9), 2931–2946. <https://doi.org/10.1111/gcb.14709>
- Garrett, R. D., Koh, I., Lambin, E. F. et al. (2018). Intensification in agriculture-forest frontiers: Land use responses to development and conservation policies in Brazil. *Global Environmental Change* 53, 233–243. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.09.011>
- Giannini, T. C., Acosta, A. L., Garófalo, C. A. et al. (2012). Pollination services at risk: Bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil. *Ecological Modelling* 244, 127–131. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2012.06.035>
- Giannini, T. C., Costa, W. F., Borges, R. C. et al. (2020). Climate change in the Eastern Amazon: Crop-pollinator and occurrence-restricted bees are potentially more affected. *Regional Environmental Change* 20(1), 9. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01611-y>
- Giannini, T. C., Tambosi, L. R., Acosta, A. L. et al. (2015). Safeguarding Ecosystem Services: A Methodological Framework to Buffer the Joint Effect of Habitat Configuration and Climate Change. *PLOS ONE* 10(6), e0129225. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129225>
- Gibbs, H. K., Munger, J., L'Roe, J. et al. (2016). Did Ranchers and Slaughterhouses Respond to Zero-Deforestation Agreements in the Brazilian Amazon?: Brazil's zero-deforestation pacts. *Conservation Letters* 9(1), 32–42. <https://doi.org/10.1111/conl.12175>
- Gibbs, H. K., Rausch, L., Munger, J. et al. (2015). Brazil's Soy Moratorium. *Science* 347(6220), 377–378. <https://doi.org/10.1126/science.aaa0181>
- Gil, J. D. B., Garrett, R. & Berger, T. (2016). Determinants of crop-livestock integration in Brazil: Evidence from the household and regional levels. *Land Use Policy* 59, 557–568. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.09.022>
- Gomes, L. C., Bianchi, F. J. J. A., Cardoso, I. M. et al. (2020). Agroforestry systems can mitigate the impacts of climate change on coffee production: A spatially explicit assessment in Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 294, 106858. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106858>
- Gomes, V. H. F., Vieira, I. C. G., Salomão, R. P. & Ter Steege, H. (2019). Amazonian tree species threatened by deforestation and climate change. *Nature Climate Change* 9(7), 547–553. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0500-2>
- Göpel, J., Schüngel, J., Stuch, B. & Schaldach, R. (2020). Assessing the effects of agricultural intensification on natural habitats and biodiversity in Southern Amazonia. *PLOS ONE* 15(11), e0225914. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225914>
- Guerra, A., Oliveira, P. T. S. D., Roque, F. D. O. et al. (2020a). The importance of Legal Reserves for protecting the Pantanal biome and preventing agricultural losses. *Journal of Environmental Management* 260, 110128. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110128>
- Guerra, A., Roque, F. D. O., Garcia, L. C. et al. (2020b). Drivers and projections of vegetation loss in the Pantanal and surrounding ecosystems. *Land Use Policy* 91, 104388. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104388>
- Gurgel, A. C., Paltsev, S. & Breviglieri, G. V. (2019). The impacts of the Brazilian NDC and their contribution to the Paris agreement on climate change. *Environment and Development Economics* 24(04), 395–412. <https://doi.org/10.1017/S1355770X1900007X>
- Heuermann, N., Bakkes, J., Kershaw, F. et al. (2009). Identification and overview of available models. In: Tucker, G.M., McConville, A.J. McCoy, K. & Brink, P. ten. *Scenarios and models for exploring future trends of biodiversity and ecosystem services changes*. IEEP, Alterra, Ecologic, PBL and UNEP-WCMC. Disponível em: <<https://ec.europa>

- eu/environment/enveco/biodiversity/pdf/BiodiversityScenariosModels.pdf>. Acesso em: ago. de 2024
- Humpenöder, F., Bodirsky, B. L., Weindl, I., Lotze-Campen, H., Linder, T. & Popp, A. (2022). Projected environmental benefits of replacing beef with microbial protein. *Nature* 605(7908), 90–96. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04629-w>
- IPBES. The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2016a). Acosta, L. A, Akçakaya, H. R., Breton, L. et al. (eds.). *The methodological assessment report on scenarios and models of biodiversity and ecosystem services*. Bonn, Germany: IPBES, 348 p. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3235428>
- IPBES. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Díaz, S., Settele, Bron-dizio, J. E. S. et al. (eds.). Bonn, Germany: IPBES, 56 p. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change (2022). *Climate Change 2022: impacts, adaptation and vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Pörtner, H.O., Roberts, D.C., Tignor, M. et al. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3.056 p.
- Joly, C. A., Scarano, F. R., Seixas, C. S. et al. (2019). *1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade & Serviços Ecosistêmicos*. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (BPBES). São Carlos: Editora Cubo, 351 p. <https://doi.org/10.4322/978-85-60064-88-5>
- Kaimowitz, D. & Angelsen, A. (2008). Will Livestock Intensification Help Save Latin America's Tropical Forests? *Journal of Sustainable Forestry* 27(1–2), 6–24. <https://doi.org/10.1080/10549810802225168>
- Köberle, A. C., Rochedo, P. R. R., Lucena, A. F. P., Szklo, A. & Schaeffer, R. (2020). Brazil's emission trajectories in a well-below 2 °C world: The role of disruptive technologies versus land-based mitigation in an already low-emission energy system. *Climatic Change* 162(4), 1823–1842. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02856-6>
- Koch, A. & Kaplan, J. O. (2022). Tropical forest restoration under future climate change. *Nature Climate Change* 12(3), 279–283. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01289-6>
- Kothari, K., Battisti, R., Boote, K. J. et al. (2022). Are soybean models ready for climate change food impact assessments? *European Journal of Agronomy* 135, 126482. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126482>
- Lambin, E. F. & Meyfroidt, P. (2011). Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(9), 3465–3472. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100480108>
- Lambin, E. F., Gibbs, H. K., Heilmayr, R. et al. (2018). The role of supply-chain initiatives in reducing deforestation. *Nature Climate Change* 8(2), 109–116. <https://doi.org/10.1038/s41558-017-0061-1>
- Lapola, D. M., Schaldach, R., Alcamo, J. et al. (2011). Impacts of Climate Change and the End of Deforestation on Land Use in the Brazilian Legal Amazon. *Earth Interactions* 15(16), 1–29. <https://doi.org/10.1175/2010EI333.1>
- Lapola, D. M., Martinelli, L. A., Peres et al. (2014). Pervasive transition of the Brazilian land-use system. *Nature Climate Change* 4(1), 27–35. <https://doi.org/10.1038/nclimate2056>
- Latawiec, A. E., Strassburg, B. B. N., Valentim, J. F., Ramos, F. & Alves-Pinto, H. N. (2014). Intensification of cattle ranching production systems: Socioeconomic and environmental synergies and risks in Brazil. *Animal* 8(8), 1255–1263. <https://doi.org/10.1017/S1751731114001566>
- Leclère, D., Obersteiner, M., Barrett, M. et al. (2020). Bending the curve of terrestrial biodiversity needs an integrated strategy. *Nature* 585(7826), 551–556. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2705-y>
- 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>
- Lima, V. P., De Lima, R. A. F., Joner, F. et al. (2022). Climate change threatens native potential agroforestry plant species in Brazil. *Scientific Reports* 12(1), 2267. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06234-3>
- Louzada, R. O., Bergier, I., Diniz, J. M. F. de S., Guerra, A. & Roque, F. D. O. (2022). Priority setting for restoration in surrounding savannic areas of the Brazilian Pantanal based on soil loss risk and agrarian structure. *Journal of Environmental Management* 323, 116219. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116219>
- Margules, C. R. & Pressey, R. L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature* 405(6783), 243–253. <https://doi.org/10.1038/35012251>
- Martins, M. A., Tomasella, J. & Dias, C. G. (2019). Maize yield under a changing climate in the Brazilian Northeast: Impacts and adaptation. *Agricultural Water Management* 216, 339–350. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.02.011>
- Mataveli, G. & Oliveira, G. de. (2022). Protect the Amazon's Indigenous lands. *Science* 375(6578),

- 275–276. <https://doi.org/10.1126/science.abn4936>
- Mazzone, A., Fulkaxò Cruz, D. K., Tumwebaze, S. et al. (2023). Indigenous cosmologies of energy for a sustainable energy future. *Nature Energy* 8(1), 19–29. <https://doi.org/10.1038/s41560-022-01121-7>
- Mello, K. D., Randhir, T. O., Valente, R. A. & Vettorazzi, C. A. (2017). Riparian restoration for protecting water quality in tropical agricultural watersheds. *Ecological Engineering* 108, 514–524. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.06.049>
- Mello, K. D., Taniwaki, R. H., Paula, F. R. D. et al. (2020). Multiscale land use impacts on water quality: Assessment, planning, and future perspectives in Brazil. *Journal of Environmental Management* 270, 110879. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110879>
- Merten, G. H. & Minella, J. P. G. (2013). The expansion of Brazilian agriculture: Soil erosion scenarios. *International Soil and Water Conservation Research* 1(3), 37–48. [https://doi.org/10.1016/S2095-6339\(15\)30029-0](https://doi.org/10.1016/S2095-6339(15)30029-0)
- Metzger, J. P., Bustamante, M. M. C., Ferreira et al. (2019). Why Brazil needs its Legal Reserves. *Perspectives in Ecology and Conservation* 17(3), 91–103. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.07.002>
- Miranda, L. S., Imperatriz-Fonseca, V. L. & Giannini, T. C. (2019). Climate change impact on ecosystem functions provided by birds in southeastern Amazonia. *PLOS ONE* 14(4), e0215229. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215229>
- Molotoks, A., Stehfest, E., Doelman, J. et al. (2018). Global projections of future cropland expansion to 2050 and direct impacts on biodiversity and carbon storage. *Global Change Biology* 24(12), 5895–5908. <https://doi.org/10.1111/gcb.14459>
- Monteiro, J. A. F., Kamali, B., Srinivasan, R., Abbaspour, K. & Gücker, B. (2016). Modelling the effect of riparian vegetation restoration on sediment transport in a human-impacted Brazilian catchment. *Ecohydrology* 9(7), 1289–1303. <https://doi.org/10.1002/eco.1726>
- Montenegro, S. & Ragab, R. (2012). Impact of possible climate and land use changes in the semi arid regions: A case study from North Eastern Brazil. *Journal of Hydrology* 434–435, 55–68. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.02.036>
- Moraes, A., Wanderley, H. S. & Delgado, R. C. (2023). Areas susceptible to desertification in Brazil and projected climate change scenarios. *Natural Hazards* 116, 1463–1483. <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05724-x>
- Müller-Hansen, F., Heitzig, J., Donges, J. F. et al. (2019). Can Intensification of Cattle Ranching Reduce Deforestation in the Amazon? Insights From an Agent-based Social-Ecological Model. *Ecological Economics* 159, 198–211. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.12.025>
- Nagatsu, M., Davis, T., DesRoches, C. T. et al. (2020). Philosophy of science for sustainability science. *Sustainability Science* 15(6), 1807–1817. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00832-8>
- Nelson, M. P. & Vucetich, J. A. (2012). Sustainability science: Ethical foundations and emerging challenges. *Nature Education Knowledge* 3(110), 12.
- Niemeyer, J., Barros, F. S. M., Silva, D. S., Crouzeilles, R. & Vale, M. M. (2020). Planning forest restoration within private land holdings with conservation co-benefits at the landscape scale. *Science of The Total Environment* 717, 135262. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135262>
- Nilsson, M., Griggs, D. & Visbeck, M. (2016). Policy: Map the interactions between Sustainable Development Goals. *Nature* 534(7607), 320–322. <https://doi.org/10.1038/534320a>
- Pacheco, A. & Meyer, C. (2022). Land tenure drives Brazil's deforestation rates across socio-environmental contexts. *Nature Communications* 13(1), 5759. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-33398-3>
- Pendrill, F., Gardner, T. A., Meyfroidt, P. et al. (2022). Disentangling the numbers behind agriculture-driven tropical deforestation. *Science* 377(6611), eabm9267. <https://doi.org/10.1126/science.abm9267>
- Perrings, C., Folke, C. & Mäler, K. G. (1992). The ecology and economics of biodiversity loss: The research agenda. *Ambio* 21(3), 201–211.
- Pires, G. F., Abrahão, G. M., Brumatti, L. M. et al. (2016). Increased climate risk in Brazilian double cropping agriculture systems: Implications for land use in Northern Brazil. *Agricultural and Forest Meteorology* 228–229, 286–298. <https://doi.org/10.1016/j.agrfor.2016.07.005>
- Popp, A., Lotze-Campen, H. & Bodirsky, B. (2010). Food consumption, diet shifts and associated non-CO2 greenhouse gases from agricultural production. *Global Environmental Change* 20(3), 451–462. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.02.001>
- Pörtner, H.-O., Scholes, R. J., Arneeth, A. et al. (2023). Overcoming the coupled climate and biodiversity crises and their societal impacts. *Science* 380(6642), eabl4881. <https://doi.org/10.1126/science.abl4881>
- RAD. *Relatório Anual de Desmatamento 2022*. MapBiomias, 2023. 125 p. Disponível em: <<http://alerta.mapbiomas.org>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Rattis, L., Brando, P. M., Macedo, M. N. et al. (2021). Climatic limit for agriculture in Brazil. *Nature Climate Change* 11, 1098–1104. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01214-3>
- Reis, J. C., Kamoi, M. Y. T., Latorraca, D. et al. (2020). Assessing the economic viability of integrated

- crop-livestock systems in Mato Grosso, Brazil. *Renewable Agriculture and Food Systems* 35(6), 631–642. <https://doi.org/10.1017/S1742170519000280>
- Reis, J. C., Rodrigues, G. S., Barros, I. et al. (2021). Integrated crop-livestock systems: A sustainable land-use alternative for food production in the Brazilian Cerrado and Amazon. *Journal of Cleaner Production* 283, 124580. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124580>
- Resende, F. M., Cimon-Morin, J., Poulin, M., Meyer, L. & Loyola, R. (2019). Consequences of delaying actions for safeguarding ecosystem services in the Brazilian Cerrado. *Biological Conservation* 234, 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.03.009>
- Resende, F. M., Cimon-Morin, J., Poulin, M. et al. (2021). The importance of protected areas and Indigenous lands in securing ecosystem services and biodiversity in the Cerrado. *Ecosystem Services* 49, 101282. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101282>
- Ribeiro, B. R., Martins, E., Martinelli, G. & Loyola, R. (2018). The effectiveness of protected areas and indigenous lands in representing threatened plant species in Brazil. *Rodriguésia* 69(4), 1539–1546. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869404>
- Rochedo, P. R. R., Soares-Filho, B., Schaeffer, R. et al. (2018). The threat of political bargaining to climate mitigation in Brazil. *Nature Climate Change* 8(8), 695–698. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0213-y>
- 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>
- Roque, F. D. O., Guerra, A., Johnson, M., et al. (2021). Simulating land use changes, sediment yields, and pesticide use in the Upper Paraguay River Basin: Implications for conservation of the Pantanal wetland. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 314, 107405. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107405>
- Rosenberg, N. J. (1992). Adaptation of agriculture to climate change. *Climatic Change* 21, 385–405. <https://doi.org/10.1007/BF00141378>
- Sampaio, G., Nobre, C., Costa, M. H., Satyamurty, P., Soares-Filho, B. S. & Cardoso, M. (2007). Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. *Geophysical Research Letters* 34(17), 2007GL030612. <https://doi.org/10.1029/2007GL030612>
- Santos, C. V. D., Oliveira, A. F. D., & Ferreira Filho, J. B. D. S. (2021). Potential impacts of climate change on agriculture and the economy in different regions of Brazil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 60(1), e220611.
- Schönenberg, R., Schaldach, R., Lakes, T., Göpel, J. & Gollnow, F. (2017). Inter- and transdisciplinary scenario construction to explore future land-use options in southern Amazonia. *Ecology and Society* 22(3), art13. <https://doi.org/10.5751/ES-09032-220313>
- Seddon, N., Smith, A., Smith, P. et al. (2021). Getting the message right on nature-based solutions to climate change. *Global Change Biology* 27(8), 1518–1546. <https://doi.org/10.1111/gcb.15513>
- Silva Bezerra, F. G., Von Randow, C., Assis, T. O. et al. (2022). New land-use change scenarios for Brazil: Refining global SSPs with a regional spatially-explicit allocation model. *PLOS ONE* 17(4), e0256052. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256052>
- Silva, U. B. T. da, Delgado-Jaramillo, M., De Souza Aguiar, L. M. & Bernard, E. (2018). Species richness, geographic distribution, pressures, and threats to bats in the Caatinga drylands of Brazil. *Biological Conservation* 221, 312–322. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.03.028>
- Silva, R. de O., Barioni, L. G., Queiroz Pellegrino, G. & Moran, D. (2018). The role of agricultural intensification in Brazil's Nationally Determined Contribution on emissions mitigation. *Agricultural Systems* 161, 102–112. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2018.01.003>
- Soares-Filho, B. S., Nepstad, D. C., Curran et al. (2006). Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature* 440(7083), 520–523. <https://doi.org/10.1038/nature04389>
- Soares-Filho, B., Moutinho, P., Nepstad, D. et al. (2010). Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107(24), 10821–10826. <https://doi.org/10.1073/pnas.0913048107>
- Soares-Filho, B., Rajão, R., Macedo, M., et al. (2014). Cracking Brazil's Forest Code. *Science* 344(6182), 363–364. <https://doi.org/10.1126/science.1246663>
- Soterroni, A. C., Mosnier, A., Carvalho, A. X. Y. et al. (2018). Future environmental and agricultural impacts of Brazil's Forest Code. *Environmental Research Letters* 13(7), 074021. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aacbb>
- Soterroni, A. C., Ramos, F. M., Mosnier, A. et al. (2019). Expanding the Soy Moratorium to Brazil's Cerrado. *Science Advances* 5(7), eaav7336. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aav7336>
- Soterroni, A. C., Império, M., Scarbello, M. C. et al. (2023). Nature-based solutions are critical for putting Brazil on track towards net-zero emissions by 2050. *Global Change Biology* 29(24), 7085–7101. <https://doi.org/10.1111/gcb.16984>
- Souza Jr, C. M., Z. Shimbo, J., Rosa, M. R. et al. (2020). Recons-

- tracting Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. *Remote Sensing* 12(17), 2735. <https://doi.org/10.3390/rs12172735>
- SPA. Science Panel for the Amazon (2021). *Executive Summary of the Amazon Assessment Report 2021*. Nobre, C. et al. (eds.) United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York, USA. Disponível em: <<https://www.theamazonwewant.org/wp-content/uploads/2022/06/220717-SPA-Executive-Summary-2021-EN.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Sparovek, G., Barretto, A., Klug, I., Papp, L. & Lino, J. (2011). A revisão do Código Florestal brasileiro. *Novos Estudos - CEBRAP* 89, 111–135. <https://doi.org/10.1590/S0101-33002011000100007>
- Spracklen, D. V. & Garcia-Carreras, L. (2015). The impact of Amazonian deforestation on Amazon basin rainfall. *Geophysical Research Letters* 42(21), 9546–9552. <https://doi.org/10.1002/2015GL066063>
- Springmann, M., Godfray, H. C. J., Rayner, M. & Scarborough, P. (2016). Analysis and valuation of the health and climate change cobenefits of dietary change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(15), 4146–4151. <https://doi.org/10.1073/pnas.1523119113>
- Strand, J., Soares-Filho, B., Costa, M. H. et al. (2018). Spatially explicit valuation of the Brazilian Amazon Forest's Ecosystem Services. *Nature Sustainability* 1, 657–664. <https://www.nature.com/articles/s41893-018-0175-0>
- Strassburg, B. B. N., Latawiec, A. E., Barioni, L. G. et al. (2014a). When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. *Global Environmental Change* 28, 84–97. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.001>
- Strassburg, B. B. N., Latawiec, A. E., Creed, A. et al. (2014b). Biophysical suitability, economic pressure and land-cover change: A global probabilistic approach and insights for REDD+. *Sustainability Science* 9(2), 129–141. <https://doi.org/10.1007/s11625-013-0209-5>
- Strassburg, B. B. N., Brooks, T., Feltran-Barbieri, R. et al. (2017). Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nature Ecology & Evolution* 1(4), 0099. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>
- Strassburg, B. B. N., Beyer, H. L., Crouzeilles, R. et al. (2018). Strategic approaches to restoring ecosystems can triple conservation gains and halve costs. *Nature Ecology & Evolution* 3(1), 62–70. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0743-8>
- Strassburg, B. B. N., Iribarrem, A., Beyer, H. L. et al. (2020). Global priority areas for ecosystem restoration. *Nature* 586(7831), 724–729. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2784-9>
- Tilman, D. & Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature* 515(7528), 518–522. <https://doi.org/10.1038/nature13959>
- Velazco, S. J. E., Villalobos, F., Galvão, F. & De Marco Júnior, P. (2019). A dark scenario for Cerrado plant species: Effects of future climate, land use and protected areas ineffectiveness. *Diversity and Distributions* 25(4), 660–673. <https://doi.org/10.1111/ddi.12886>
- Vieira, R. M. D. S. P., Tomasella, J., Barbosa, A. A. et al. (2021). Desertification risk assessment in Northeast Brazil: Current trends and future scenarios. *Land Degradation & Development* 32(1), 224–240. <https://doi.org/10.1002/ldr.3681>
- Vieira, R. R. S., Ribeiro, B. R., Resende, F. M. et al. (2018). Compliance to Brazil's Forest Code will not protect biodiversity and ecosystem services. *Diversity and Distributions* 24(4), 434–438. <https://doi.org/10.1111/ddi.12700>
- Villoria, N., Garrett, R., Gollnow, F. & Carlson, K. (2022). Leakage does not fully offset soy supply-chain efforts to reduce deforestation in Brazil. *Nature Communications* 13(1), 5476. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-33213-z>
- Wearn, O. R., Reuman, D. C. & Ewers, R. M. (2012). Extinction Debt and Windows of Conservation Opportunity in the Brazilian Amazon. *Science* 337(6091), 228–232. <https://doi.org/10.1126/science.1219013>
- Wolowski, M., Agostini, K., Rech, A. R. et al. (2019). *Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil*. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (BPBES). Editora Cubo, 178 p. <https://doi.org/10.4322/978-85-60064-83-0>
- Zia, M., Hansen, J., Hjort, K. & Valdes, C. (2019). *Brazil Once Again Becomes the World's Largest Beef Exporter*. <https://doi.org/10.22004/AG.ECON.302722>
- Zilli, M., Scaravello, M., Soterroni, A. C. et al. (2020). The impact of climate change on Brazil's agriculture. *Science of The Total Environment* 740, 139384. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139384>
- Zullo, J., Pereira, V. R. & Koga-Vicente, A. (2018). Sugar-energy sector vulnerability under CMIP5 projections in the Brazilian central-southern macro-region. *Climatic Change* 149(3–4), 489–502. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2249-4>

CAPÍTULO 4: CONCILIANDO A AGRICULTURA E A MANUTENÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Como citar: Balieiro, F. C., Pereira, H. S., Loyola, R., Tonin, A. M., Augusto, D. C. C., Melo, F. P. L., Maia, J. L. S., Uguen, K., Monteiro, M. M., Vieira, R. R. S., Barbieri, R. L., Alfaia S. S. Capítulo 4: Conciliando a agricultura e a manutenção da biodiversidade e dos 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. 99-131

<http://doi.org/10.4322/978-65-01-21502-0.cap04>

Coordenadores do capítulo: Fabiano de Carvalho Balieiro¹, Henrique dos Santos Pereira², Rafael Loyola³

¹ Embrapa Solos

² Universidade Federal do Amazonas

³ Instituto Internacional para Sustentabilidade e Universidade Federal de Goiás

Autores do capítulo: Alan Mosele Tonin⁴, Danielle Camargo Celentano Augusto⁵, Felipe Pimentel Lopes de Melo⁶, José Luiz da Silva Maia, Katell Uguen⁷, Marina Moraes Monteiro⁸, Raísa Romênia Silva Vieira⁹, Rosa Lía Barbieri¹⁰, Sonia Sena Alfaia¹¹.

⁴ Tropical Water Reserach Alliance

⁵ Instituto Socioambiental

⁶ Universidade Federal de Pernambuco

⁷ Universidade do Estado do Amazonas

⁸ Floresta Cheia Instituto de Conservação Ambiental

⁹ Instituto Internacional para Sustentabilidade

¹⁰ Embrapa Clima Temperado

¹¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Revisores externos: Kaline de Mello¹², Lucilia Maria Parron-Vargas¹³

¹² Charles Darwin University - Austrália

¹³ Embrapa Florestas

CAPÍTULO 4: CONCILIANDO A AGRICULTURA E A MANUTENÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

4.1 Introdução

4.2 Principais sistemas de produção agrícola nos biomas brasileiros

4.2.1 Amazônia

4.2.2 Caatinga

4.2.3 Cerrado

4.2.4 Pantanal

4.2.5 Mata Atlântica.

4.2.6 Pampa

4.3 Sistemas de produção de alimentos, fibras e energia que incrementam biodiversidade e serviços ecossistêmicos

4.3.1. Sistemas agroflorestais: dos modelos inspiradores da agricultura tradicional aos sistemas integrados de produção

4.3.2 Plantações florestais: dos monocultivos de exóticas aos plantios mistos com nativas

4.4 Mudanças transformadoras para sistemas agrícolas sustentáveis

4.4.1. Importância do conhecimento tradicional e das tecnologias sociais

4.4.2. Extensão rural como caminho para aplicação das tecnologias e transição agroecológica

4.4.3. Restauração de paisagens e ecossistemas como mecanismo de desenvolvimento socioeconômico

4.4.4. Agricultura 4.0 - Inclusão digital no campo

4.5 Considerações finais

Referências

Anexo A4.1

4.1 Introdução

A análise da trajetória da agricultura no Brasil (no capítulo 2) e os resultados de modelos e cenários (no capítulo 3) indicam claramente que a inclusão da sustentabilidade como componente essencial das práticas agrícolas é necessária e urgente. Se, por um lado, o cumprimento da legislação ambiental e o aprimoramento dos mecanismos de governança ambiental são essenciais (ver também capítulos 5 e 6 que apresentam soluções), a mudança necessária da agricultura envolve também o entendimento da relação entre a degradação do capital natural e a oferta de serviços ambientais na paisagem rural. O Brasil, de extensão quase continental, possui, nos seus seis biomas, uma grande diversidade de sistemas de produção, de forma que é impossível, nesse relatório, generalizar soluções sustentáveis voltadas à agricultura para todos os sistemas. Por outro lado, todas essas soluções passam pela otimização do uso dos recursos ambientais como a biodiversidade, a água e o solo, essenciais para as culturas agrícolas, assim como pela redução do uso de insumos químicos, que têm colocado em risco diversos serviços ecossistêmicos, a biota e a saúde humana. Dessa maneira, o foco aqui está voltado para algumas experiências exitosas, a partir do aprendizado sobre Sistemas de Agricultura Tradicionais (SAT), Sistemas Agroflorestais (SAFs), sistemas integrados de produção, bem como no plantio de florestas mistas e multifuncionais. O que une esses sistemas é o objetivo de permitir a prestação de múltiplos serviços ecossistêmicos, aliada à conservação do capital natural, numa perspectiva não só do sistema produtivo, mas também da paisagem

multifuncional. Contudo, a implementação desses sistemas exige esforços para além da área manejada em si. Dessa forma são discutidos, neste capítulo, também a importância das tecnologias sociais como fator orientador dos processos de construção de identidades territoriais e da conservação da biodiversidade nas áreas agrícolas, o papel e as limitações da extensão rural na difusão de tecnologias e na transição agroecológica, o potencial da restauração de ecossistemas e de paisagens como mecanismo de desenvolvimento socioeconômico e, finalmente, o aumento de tecnologias digitais para melhoria da produtividade e da sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola. Em um contexto de mudança climática, a adaptação de práticas de manejo adequadas e a restauração da paisagem rural, em suas diversas escalas, se fazem também necessários para imprimir maior resiliência e estabilidade da produção e oferta de outros serviços ambientais no meio rural.

4.2 Principais sistemas de produção agrícola nos biomas brasileiros

Os biomas brasileiros abrigam sistemas de produção contrastantes, em decorrência de condicionantes fitogeográficas, bem como do histórico da expansão agrícola. Antes de apresentar as possibilidades de conciliar a agricultura e a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos no Brasil é necessário retomar tanto os desafios ambientais de ocupação de suas terras (por exemplo: diversidade de clima, solo e relevo), quanto os sociais (por exemplo: diferentes tipos de propriedades em termos de tamanho ou acesso a tecnologias) de cada bioma (ver também capítulo 2).

4.2.1 Amazônia

Na Amazônia, maior bioma brasileiro, as mudanças nos sistemas de uso da terra são muito heterogêneas, tanto em termos espaciais quanto temporais. O bioma Amazônia perdeu, no período de 1985 a 2021, 44,1 Mha de sua cobertura vegetal nativa. Esse aumento se deveu principalmente ao aumento de 300% na área ocupada com a pecuária que, até 2022, representava mais de 57 Mha do uso do solo no bioma (MapBiomas, 2023). Uma parte social e ambientalmente relevante da produção vegetal originada no bioma vem da coleta de produtos florestais em áreas de florestas nativas manejadas, especialmente os não-madeireiros (PFNM), sendo essa uma atividade intrinsecamente associada aos territórios coletivos e aos modos de vida dos povos e comunidades tradicionais (PCTs) da região. A trajetória dos principais sistemas de produção agrícola (não incluindo os produtos do extrativismo vegetal) praticados na Amazônia, tradicionais e modernos, incluem agricultura de corte e queima, pastagem, monocultura de soja, monocultura industrial do dendê e sistemas agroflorestais (SAFs). Experiências de sucesso com SAFs na Amazônia são descritas no Quadro 4.1. Políticas de contenção do desmatamento e de alavancagem da bioeconomia devem nortear as estratégias de conservação e uso sustentável dos recursos da biodiversidade da Amazônia, assim como de seus recursos hídricos e estoques de carbono.

4.2.2 Caatinga

A Caatinga ainda preserva cerca de 50% de sua cobertura original e isso só foi possível, mesmo numa região densamente povoada, devido à sua baixa aptidão para a agricultura intensificada e ao mesmo tempo

pela prevalência de agricultura familiar de baixo impacto. A agricultura praticada na Caatinga é historicamente ligada aos sistemas tradicionais de cultivos anuais, como milho e feijão, e à criação extensiva de animais domésticos, especialmente caprinos. Essas atividades, no entanto, têm perdido espaço para tendências atuais de agricultura irrigada de alta produtividade, localizadas principalmente ao longo da bacia do rio São Francisco e na região oeste da Caatinga (Buainain & Garcia, 2015). A fruticultura irrigada na Caatinga é um exemplo do rápido crescimento de novas e mais intensificadas formas de produção agrícola nesse bioma. Segundo o Censo Agropecuário de 2017 feito pelo IBGE, a Caatinga dá suporte à produção rural anual de R\$ 22 milhões. Essa produção é proveniente, principalmente, da pecuária e da lavoura de espécies perenes (por exemplo: mandioca), e anuais (por exemplo: milho ou feijão), enquanto a silvicultura se apresenta incipiente e superada em quase três vezes pelo extrativismo vegetal, atividade que contribui para o bem-estar humano na forma de lenha para o consumo doméstico (Melo, 2017). Os desafios para a agricultura amigável à biodiversidade estão associados ao aproveitamento da biodiversidade local, ao estímulo e incentivo à adoção de tecnologias sociais de convivência com a seca, bem como ao fortalecimento do conhecimento tradicional no manejo de culturas e sistemas agroflorestais e agrosilvipastoris (Miccolis et al., 2016).

4.2.3 Cerrado

A intensificação da atividade agrícola no Cerrado ocorreu a partir da década de 70 (Silva, 2009, CI Brasil, 2021). Nas últimas décadas, o Brasil aumentou sua área de agricultura em mais de 170%, e foi no bioma Cerrado que se deu uma das maiores expansões da atividade (MapBiomas,

2023). Nesse mesmo período, o Cerrado perdeu 33,8% de sua cobertura vegetal florestal e não florestal (Souza et al., 2020). Além disso, segundo dados do Projeto MapBiomias, até 2022, a conversão de áreas com vegetação nativa do Cerrado, para uso agrícola, incluindo a pecuária e a silvicultura, somadas, afetou mais de 50% do bioma (MapBiomias, 2023). Em 2019, dos 37 milhões de hectares brasileiros de soja, metade ocupava os solos do Cerrado (TNC, 2019). A região do MATOPIBA (incluindo partes dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), com 90% de seu território inserido no bioma Cerrado, se destaca como a mais recente fronteira agrícola da soja (Miranda et al., 2014). Os monocultivos de eucalipto também se destacam em termos de ocupação do bioma (Ibá, 2021). Além de impactar a biodiversidade, esse tipo de cobertura vegetal pode também alterar de forma significativa o ciclo hidrológico em regiões de conflito de uso da água (Hoffmann & Franco, 2003). A diversificação das paisagens rurais do bioma Cerrado, por meio da adoção de boas práticas de manejo do solo, de incorporação de novas espécies no sistema de produção, via rotação ou plantios de árvores, são externalidades promotoras de serviços ecossistêmicos passíveis também de compensações financeiras aos produtores rurais do bioma.

4.2.4 Pantanal

O Pantanal é uma das maiores e mais diversas áreas úmidas continentais existentes e é a maior planície tropical alagável do mundo. Esse bioma apresenta um ecossistema único que atua diretamente no controle do microclima da região. Contudo, a degradação ambiental no bioma tem aumentado consideravelmente nas

últimas décadas, especialmente com o avanço da agricultura, que ocupa hoje uma área duas vezes superior que a de 30 anos atrás (MapBiomias, 2023). O baixo número de áreas protegidas por lei também ameaça o Pantanal (Vieira et al., 2019). A maior parte das terras pantaneiras está ocupada por propriedades privadas (Oliveira et al., 2017), com tendência à expansão da atividade agrícola. A pecuária ainda é a principal forma de uso do solo nessas propriedades, e é comumente praticada com forrageiras nativas, o que minimiza o impacto do cultivo bovino por não impor um plantio com espécies exóticas e/ou monocultivos. Contudo, tanto a pecuária quanto a agricultura são praticadas em larga escala, estão em expansão e são as duas práticas dominantes na região (Santos et al., 2021). Mesmo com o domínio da bovinocultura, a expansão da agricultura no Pantanal é bastante expressiva e pode ser vista por meio dos dados do Projeto MapBiomias que indicam um aumento de mais de 6 vezes na área pantaneira ocupada por lavouras anuais nos últimos 37 anos (com total mapeado de 14,7 mil hectares) (MapBiomias, 2023). Quanto à silvicultura de monocultura, nesse mesmo período, a área ocupada para esse uso foi de zero para 398 mil de hectares (MapBiomias, 2023).

4.2.5 Mata Atlântica

A intensa fragmentação da cobertura florestal da Mata Atlântica (Lima et al. 2020; Ribeiro et al., 2009) é resultado do modelo de exploração adotado pelos portugueses que se iniciou com a extração comercial do pau-brasil, passando pelos ciclos da cana-de-açúcar, do café, da extração de madeira e produção de carvão vegetal (Boddey et al., 2010; Dean, 1997) e se perpetuou até

os séculos XVIII e XIX. Segundo dados do Censo Agropecuário do IBGE, de 2017, o bioma possui 27% da área agrícola do país (~70Mha) e é responsável por 52% da produção de alimentos de consumo direto (exceto soja, milho e cana-de-açúcar), 30% da produção de fibras (látex e algodão), 62% do plantel de bovinos, ovinos, aves e suínos, 43% da produção de soja, milho e cana-de-açúcar, e 56% de alimentos para produção animal. Dados regionais recentes demonstram ainda uma transição florestal (Rezende et al., 2018; Silva et al., 2017), ou seja, uma recuperação da cobertura florestal no bioma. Apesar dessa relativa estabilidade na cobertura florestal, e até aumento em algumas regiões, ela esconde a redução de florestas maduras, habitat para espécies raras e áreas detentoras de estoques significativos de carbono (Rosa et al., 2021). Iniciativas partindo da silvicultura de espécies nativas, de sistemas integrados e plantios florestais mistos de exóticas e nativas e sistemas agroflorestais (SAFs) crescem no bioma, encontrando amparo na legislação, já que na recomposição de Reserva Legal (RL) ou mesmo recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APP) são estratégicas de uso dessas espécies nas distintas fases de implantação (Batista et al., 2021; Brancalion et al., 2020; Rezende et al., 2018)

4.2.6 Pampa

No Pampa, o tradicional manejo da pecuária em campo nativo merece destaque como forma de produção amigável à biodiversidade típica do bioma, preservando a mesma (Nabinger et al., 2009). Práticas sustentáveis de produção na agricultura familiar, como o cultivo orgânico de ampla

diversidade de frutas, hortaliças, raízes e tubérculos, leguminosas, cereais, plantas condimentares e medicinais e os sistemas agroflorestais, com uso de variedades crioulas e de plantas nativas (resilientes às mudanças climáticas e tolerantes aos estresses bióticos), são oportunidades proporcionadas pela agricultura familiar nas pequenas propriedades (Barbieri et al., 2014). Destacam-se também as lavouras de arroz irrigado que ocupam extensas áreas, especialmente próximo às grandes lagoas, no litoral, causando modificações da paisagem natural (Parfitt et al., 2017). Recentemente plantações de videiras e de oliveiras vêm se expandindo no bioma. A elevada qualidade das uvas viníferas e do azeite de oliva produzidos tem atraído investidores, muitos deles preocupados com questões relacionadas à sustentabilidade. A partir do início do século XXI, o avanço da silvicultura e a expansão acelerada de lavouras, principalmente de soja, vêm provocando grandes alterações na paisagem do Pampa, com impactos negativos sobre a biodiversidade, pela supressão da vegetação nativa e pelo aumento da aplicação de agrotóxicos, resultando em contaminação ambiental e mortalidade de insetos polinizadores (Coutinho et al., 2014; Oliveira et al., 2017; Sosinski et al., 2019). As mudanças no uso e cobertura da terra tem também causado o desaparecimento dos “butiazais” ou “palmares”, como são conhecidos esses ecossistemas naturais não-florestais do Pampa, impactando, além da biodiversidade, a cultura e a renda local com base nos frutos do butiazeiro, consumidos frescos ou usados como ingredientes em geleias, sucos e licores artesanais (Sosinski et al., 2019).

4.3 Sistemas de produção de alimentos, fibras e energia que incrementam biodiversidade e serviços ecossistêmicos

Como visto anteriormente, a ocupação das terras nos diferentes biomas ocorreu de formas muito distintas no tempo e no espaço. Atividades históricas relacionadas ao extrativismo já impactaram e impactam os ecossistemas naturais, mas as diversas atividades da agricultura atual, com uso de tecnologias de manejo intensivo, adotadas pelo homem do campo nos quatro cantos do país, alteram a paisagem e tornam a conservação da biodiversidade um desafio.

Esta seção resume exemplos de sucesso na conciliação entre a produção agrícola e a conservação da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos. Essas soluções se baseiam no entendimento do funcionamento dos agroecossistemas e da sua relação com o bem-estar da sociedade. É importante compreender que o olhar do produtor, independente do bioma, deve extrapolar à produção de alimentos, fibras e energia, pois do cuidado com a terra, com as suas nascentes e com a vegetação nativa emergem serviços ecossistêmicos para toda a paisagem rural. A Figura 4.1 ilustra a relação das práticas conservacionistas de manejo do solo e de produção agropecuária, com os serviços ecossistêmicos que emergem do solo (solo como capital natural). Propriedades rurais que conservam seus estoques de capital natural, por meio do controle dos processos de degradação natural e antrópica do solo, da água e da biodiversidade, oferecem múltiplos serviços ecossistêmicos à sociedade (Dominati et

al., 2010), incrementando a perenidade da renda de quem dela depende e a resiliência às mudanças climáticas em curso.

4.3.1. Sistemas agroflorestais: dos modelos inspiradores da agricultura tradicional aos sistemas integrados de produção

Os Sistemas de Agricultura Tradicionais (SATs) são modelos que inspiram o modelo de sistemas agrícolas sustentáveis. A pesquisa participativa, o monitoramento ou a prática destes sistemas antigos podem melhorar o conhecimento sobre a dinâmica de sistemas complexos, especialmente sobre a relação entre a biodiversidade e as funções e os serviços ecossistêmicos que deles emergem. Princípios e práticas para o planejamento destes agroecossistemas mais sustentáveis podem ser adaptados a determinados contextos socioecológicos. Apesar da diversidade dos SATs, a maioria partilha uma série de semelhanças estruturais e funcionais, tais como a elevada riqueza de espécies e diversidade estrutural no tempo e no espaço, resultando no controle natural de pragas e na baixa dependência de recursos humanos e energéticos externos (Altieri, 2004).

SATs da Amazônia e da Mata Atlântica do tipo “roça-e-capoeira” são exemplos de aplicação do conhecimento tradicional acerca dos princípios agroflorestais que determinam a alternância de fases de cultivo com períodos de regeneração florestal manejada e que integram o manejo de parcelas de bosque maduro para a coleta de produtos florestais não madeireiros. Praticados pelas comunidades originárias, por milhares de anos, resultaram em

Capital natural Solo

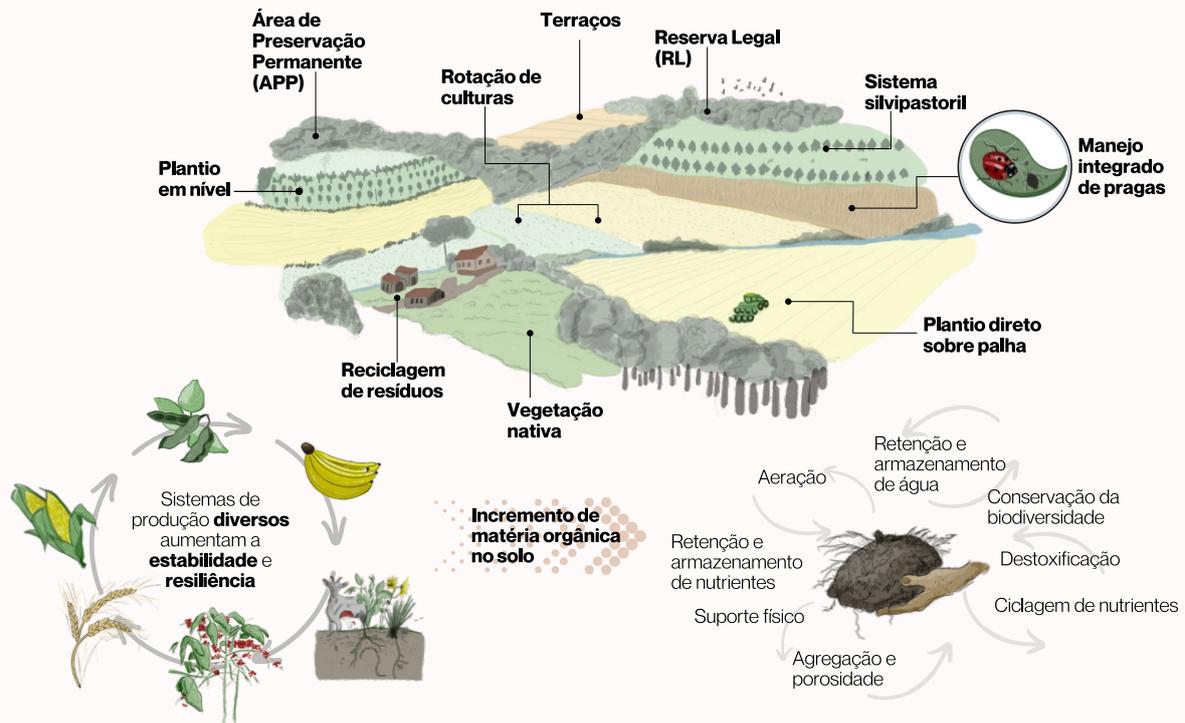
Propriedades inerentes

Declividade
Orientação
Profundidade
Classe textural
Agregação (subsolo)
Tipo de argila
Classe de hidromorfismo

Propriedades manejáveis

Conservação da vegetação nativa
Culturas
Plantas de cobertura
Adubo verde
Tamanho e estabilidade de agregados do solo
Densidade do solo
Fertilidade do solo: teor de fosfato solúvel, nitrogênio mineral, matéria orgânica, pH

O solo no planejamento da paisagem rural



Contribuições da Natureza para as Pessoas (GNP) ou Serviços Ecológicos (SE) do Solo

Provisão

Suporte físico
Alimento
Madeira e fibras
Matéria-prima

Regulação

Regulação hídrica
Controle de erosão
Controle de doenças e pragas
Reciclagem de resíduos
Sequestro de carbono
Regulação dos Gases de Efeito Estufa (GEE)

Cultural

Espiritualidade
Conhecimento
Estética
Lazer

Figura 4.1. Ilustração da relação do capital natural solo, suas propriedades e formas de manejo que incrementam a oferta de inúmeros serviços ecossistêmicos do solo e os benefícios para o meio rural. Fonte: Adaptado de Dominati et al., 2010. Concepção da figura: Fabiano de Carvalho Balieiro.

paisagens dominadas por espécies florestais comestíveis (Solórzano et al., 2018; Coelho et al., 2021; Flores & Levis, 2021).

Atualmente, os SATs seguem como estratégia eficaz de conservação local da agrobiodiversidade nativa (Ferreira et al.,

2022). Reconhecidos como patrimônio imaterial do país, conforme Decreto nº 3.551/2000 (IPHAN, 2022), os SATs da Amazônia também produziram as chamadas Terras Pretas Amazônicas. Esses solos de elevada fertilidade (Oliveira et al., 2020) passaram a inspirar pesquisadores ao redor

do planeta interessados em mimetizá-los, a partir de técnicas de pirólise (decomposição termal da biomassa em condição limitada de oxigênio) de resíduos orgânicos e aplicação ao solo, com intuito não apenas de melhoria da fertilidade do solo, mas de mitigação da mudança climática global (Novotny et al., 2015; Kern et al., 2019). Sistemas agroflorestais manejados por comunidades quilombolas, por centenas de anos, e recém estudados no Maciço da Pedra Branca, cidade do Rio de Janeiro, apresentam evidências de maiores estoques de carbono no solo, decorrentes da presença deste carbono mais estável no solo, oriundo da queima lenta da biomassa florestal, em tempos passados, para a produção de carvão, mas também do melhor entendimento dos fluxos de nutrientes (ciclo biogeoquímico) dentro da floresta, por essas comunidades (Balieiro et al., 2023).

Experiências já premiadas de boas práticas utilizadas por povos e comunidades tradicionais do Brasil foram compilados por Almeida e Udry (2019), incluindo a das quebradeiras de coco do Médio Mearim (Maranhão), do “recaatingamento” em comunidades tradicionais de Fundo de Pasto (Bahia), passando pelo pomar coletivo dos Waimiri Atroari (Sul de Roraima e Norte do Amazonas), até a florestação dos Guarani (Espírito Santo), e sistemas de produção de milho crioulo (Roraima). O SAT da Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais) será apresentado no Quadro 4.4. Comunidades do Norte de Minas Gerais, que praticam agricultura de subsistência e pecuária extensiva bem como produção de artesanato (barro e de palha de licuri, *Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) têm na venda da mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) e do pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess.) produtos de

alta demanda em feiras e cooperativas da região, agregando renda à população rural (Lima et al., 2013).

Os sistemas agroflorestais (SAFs) não tradicionais distinguem-se dos SATs pelo componente social do sistema, pois estes, enquanto sistemas planejados tecnificados, não trazem o caráter de ancestralidade e vínculo cultural com os modos tradicionais de ocupação e manejo do solo dos SATs. Os SAFs são entendidos como sistemas de cultivo em que árvores são consorciadas com culturas agrícolas e/ou forrageiras, com ou sem uma componente de criação animal (Giller & Wilson, 1991; Miccolis et al., 2016; Guia, 2021). As agroflorestas usam a matéria orgânica para nutrição das plantas e consorciam uma diversidade de espécies com diferentes ciclos de vida e diferentes estaturas, reduzem os insumos externos e aumentam a autonomia dos agricultores, trazendo aumento na produção e promovendo segurança alimentar e nutricional. A combinação de espécies pode ser feita de acordo com um arranjo espacial pré-estabelecido, de forma simultânea ou sequencial, e com grande diversidade de espécies e de interação entre elas. Para que o SAF seja bem-sucedido em termos de produção e rentabilidade, deve-se levar em conta aspectos locais como solo, clima, objetivo da produção, composição de espécies e custos. Diversos arranjos e modelos podem ser adaptados aos diferentes produtores, interesses e escalas de produção.

Os SAFs otimizam o uso da terra e representam uma estratégia viável para conciliar a produção de alimentos, madeira e outros (Tremblay et al., 2015; WRI, 2021), a restauração de ecossistemas e a conservação da biodiversidade (Cardoso et

al., 2013; Guia, 2021). Dentre os benefícios ambientais destacam-se: melhoria da qualidade dos solos por meio do aumento do aporte de matéria orgânica, a restrição da necessidade de fertilizantes, a melhoria da drenagem hídrica e o aumento da disponibilidade de habitat para fauna e flora (Pinho et al., 2012; Salim et al., 2017). Há grande potencial de geração de trabalho e renda para as comunidades que os implementam, pois, além da comercialização dos produtos, os principais custos estão associados à mão-de-obra utilizada. Assim, os SAFs são uma alternativa de trabalho, possibilitam a remuneração da própria família e geram oportunidades de inclusão social e produtiva de mulheres e jovens, que são grupos tradicionalmente marginalizados no mercado de trabalho (ver também Quadro 4.1).

Outra denominação mais abrangente dada aos SAFs é a de “florestas multifuncionais”, conceito que pode incluir desde florestas nativas em regeneração, ou sob enriquecimento de espécies com múltiplos propósitos, incluindo econômicos (Gama-Rodrigues, 2020). Sistemas agroflorestais com cacau, denominado “cabruca” são exemplos de florestas multifuncionais, já que aproveitam a vegetação nativa no sombreamento do cacauzeiro, sistema esse último praticado no Sul da Bahia e em outros estados da região Norte do país (Aleixo et al., 2017; Gama-Rodrigues, 2020).

Florestas diversas de espécies nativas e exóticas podem combinar espécies com funções ecológicas e comerciais distintas no tempo e espaço. Exemplos exitosos são dados por Batista et al. (2021). Dentre eles, cita-se a iniciativa desenvolvida no Sul da

Bahia, com área plantada de 803 hectares, em que espécies de madeira nobre são cultivadas para dois momentos de colheita. Para o menor ciclo de colheita (~24 anos) foi plantado o cedro-australiano (*Toona ciliata* M.Roem.) no espaçamento de 7 x 3,5 m e para o de colheita tardia > 36 anos, várias espécies nativas como jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth), peroba amarela (*Paratecoma peroba* (Record) Kuhl), jenipapo (*Genipa americana* L.), angico vermelho (*Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan), sucupira (*Bowdichia virgilioides* Kunth), ipê amarelo (*Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose), vinhático (*Plathymentia reticulata* Benth), louro pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud.), peroba-rosa (*Aspidosperma polyneurum* Müll.Arg.), dentre outras. A condução de árvores nativas em sub-bosque de espécies exóticas (por exemplo: o eucalipto ou o pinus) é um tipo de plantios multifuncionais para a recuperação de áreas degradadas, especialmente quando estas áreas se destinam a compor a reserva legal requerida pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Brancalion et al., 2020; Moraes et al., 2020). No entanto, o uso de espécies exóticas invasoras, como o pinus, é problemático visto o risco de degradação de ambientes naturais no entorno, de forma que deveriam ser substituídas por espécies nativas ou, quando exóticas, espécies não-invasoras. Sistemas agroflorestais multiestratos, em especial com espécies nativas, são exemplos de florestas multifuncionais que devem ser priorizadas, pois entregam à sociedade bens e serviços ecossistêmicos.

No Brasil, os SAFs, que em 2017 ocupavam 13.863.254 hectares do país (MAPA, 2022), estão concentrados na Caatinga, no sul

Quadro 4.1: Estudos de caso de Sistemas Agroflorestais

SAFs sucessionais na Reserva Extrativista (RESEX) Chico Mendes, Xapuri/AC: dois modelos diferentes de SAFs, implantados em áreas distintas em 2015, tiveram suas viabilidades técnica e financeira avaliadas (WWF, 2020). Um deles obteve rendimento médio anual similar ao da soja, enquanto o outro obteve o dobro da lucratividade, ambos mantendo a floresta em pé. Para assegurar o potencial de acesso aos mercados dos produtos gerados, o planejamento técnico dos plantios considerou os produtos processados pela cooperativa em que os produtores eram associados para escolha das espécies plantadas. O planejamento técnico tem reflexo direto nos indicadores de rentabilidade dos sistemas de produção e foi determinante no sucesso na RESEX. As espécies componentes do SAFs foram abacaxi, banana e espécies arbóreas nativas com potencial econômico como araçá-boi, camucamu, cacau, açaí e seringueira.

Outra experiência de sucesso com SAFs na Amazônia é a do **Projeto RECA (Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado)** no estado de Rondônia, que tem adotado os SAFs como principal modelo de uso e manejo dos solos (Alfaia et al., 2009). A produção de espécies nativas por meio dos consórcios agroflorestais fez com que os produtores, colonos assentados do INCRA, desenvolvessem um sistema de produção na floresta capaz de reflorestar as áreas degradadas e gerar renda. A criação de uma cooperativa possibilitou aos cooperados explorar novas parcerias, desenvolverem novos processos e produtos, se tornarem mais competitivos e terem acessos a novos mercados. Por outro lado, a certificação orgânica agregou valor à produção e trouxe maior conscientização ambiental ao agricultor (Ribeiro, 2021).

No município de Tomé-Açu, no estado do Pará, produtores de origem japonesa da **CAMTA (Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu)** praticam, há aproximadamente 40 anos, com sucesso esse sistema de uso da terra na lógica produtivista e comercial. O que motivou os agricultores a adotarem os SAFs foram os problemas com o monocultivo da pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.), devido a ocorrência de doenças (fusariose e virose) que dizimaram os pimentais, levando muitos produtores a falência econômica em função da falta de outro produto para substituir a pimenta-do-reino. A busca coletiva dos agricultores por alternativas para a pimenta-do-reino originou um modelo ímpar de exploração agroflorestal atualmente presente em Tomé-Açu (Yamada, 2009). As atividades dos colonos nipo-paraenses envolvem mais de trinta produtos em diversas combinações, onde os produtores se especializam para determinados processos produtivos (Campos et al., 2022). Por mais de 40 anos os SAFs praticados pelos agricultores da CAMTA nesse município se transformaram em um exemplo de sucesso de cultivo de fruteiras em sistemas agroflorestais na Amazônia.

Exemplos exitosos de SAFs associados a plantios florestais podem ser encontrados em Itirapina/SP e Lençóis Paulista/SP nas **fazendas da Toca e Rio Claro**, respectivamente. Na primeira, o manejo segue preceitos da agricultura orgânica e sintrópica, e alia o cultivo de eucalipto, mogno, araribá, ipê e guapuruvu às culturas de laranja, banana, mandioca, inhame e outras (WRI, 2018). A fazenda possui ainda sistema de parceria em atividades de avicultura de postura, leite, grão e agroflorestas (Fazenda da Toca, 2022). A fazenda Rio Claro tem em seu histórico a recuperação de suas nascentes, a restauração de suas APPs, a recuperação de suas pastagens, e o plantio de espécies de madeiras nobres, como a peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg.), o jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), o jequitibá (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e o pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl.). Uma das áreas preservadas na Fazenda Rio Claro, com 650 ha, foi convertida em Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), em 2008. Os estudos da biodiversidade na Fazenda Rio Claro, em cooperação com universidades, iniciaram-se em 1973 e são mantidos até o presente (Maia, 2015; Maia, 2018).

da Mata Atlântica e em áreas isoladas dos biomas Cerrado e Amazônia (Maia et al., 2021). Entre 2006 e 2017, a área ocupada por SAFs no país cresceu, sendo o Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono), que previa empréstimos com juros baixos para implantação de práticas e tecnológicas sustentáveis, o grande impulsionador da mudança (Maia et al., 2021). Entretanto, esse crescimento ocorreu de modo concentrado nos biomas em que a agricultura é mais produtiva (em especial os sistemas com soja), como a Mata Atlântica e o Cerrado, com limitado crédito acessado na Amazônia (Gianetti & Ferreira Filho, 2021; Maia et al., 2021).

Sistemas integrados agrossilvipastoris constituem da combinação, numa mesma área, da produção pecuária, agrícola e, ou florestal com benefícios mútuos para cada uma delas e para o produtor, que diversifica a sua fonte de renda (Franzluebbers, 2008, Pacheco et al., 2013; Salton et al., 2014; Balbino et al., 2019; Sato et al., 2019). Ou seja, sistemas integrados agrossilvipastoris guardam, no que diz respeito à organização das espécies utilizadas no tempo e no espaço, relação com os SAFs descritos acima. Historicamente, no Brasil, estes sistemas foram evoluindo a partir das áreas sob monocultivos que rotacionavam com pastagens e, com a disponibilidade de herbicidas e máquinas adaptadas para o Sistema Plantio Direto (SPD) em diferentes regiões, culminaram na consolidação dos sistemas Barreirão (voltado para recuperação de pastagens), sistema Santa Fé (fundamentado na produção consorciada de culturas de grãos, especialmente milho, sorgo, milheto e arroz, com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Urochloa* (braquiárias) em áreas de lavoura

com solo parcial ou totalmente corrigido) e sistema Santa Brígida, este último baseado num consórcio triplo de milho, braquiárias e leguminosas herbáceas-arbustivas como o guandu-anão (Cordeiro et al., 2015; Villela et al., 2011). No entanto, há que se considerar que as braquiárias são espécies invasoras, gerando efeitos negativos em ecossistemas naturais dos arredores (Barbosa et al., 2018), o que demanda a melhoria desses sistemas com pleno aproveitamento do potencial que oferecem. Assim, mesmo que a integração de sistemas seja desejável, por promover a multifuncionalidade das paisagens e diferentes benefícios ao produtor, deverá também aportar benefícios para a conservação da biodiversidade. Isso implicaria, por exemplo, na retomada das pesquisas sobre a domesticação e cultivo de espécies de forrageiras nativas, das diversas regiões do país (ver Nabinger & Dall'Agnol, 2019). Práticas regenerativas de manejo de pastagens se baseiam no uso de múltiplas espécies, incluindo nativas sejam como forrageiras, arbustivas ou arbóreas em pastagens.

Apesar do Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) corresponderem a mais de 83% da área ocupada pelos sistemas integrados, a demanda por madeira para serraria e biomassa, aliada ao ganho de peso de animais, devido ao conforto térmico proporcionado pela sombra das árvores, tem estimulado a adoção de sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris (Paciullo et al., 2011; Alves et al., 2015; Pezzopane et al., 2019), os Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Ademais, o carbono estocado na biomassa florestal tem sido o grande diferencial para o balanço de carbono e nitrogênio destes sistemas (Alves et al., 2015; Bretas et al., 2020; Figueiredo et al., 2017). A comparação do

sequestro de carbono de três sistemas de produção pecuária contrastantes (pastagem degradada, manejada e sob sistema integrado lavoura-pecuária-floresta) indicou que a pegada de C poderia ser reduzida para 7,6 e -28,1 kg CO₂-eq por kg de peso vivo, para os sistemas de pastagem manejada e ILPF, respectivamente, deixando evidente o quanto o componente florestal contribui significativamente para mitigação de emissões da produção de gado de corte (Figueiredo et al., 2017). Destaca-se, porém, que o componente florestal predominante nestes sistemas é do gênero *Eucalyptus*.

O Brasil possui, com a adaptação de modelos de sistemas integrados e com investimentos na silvicultura de espécies nativas, uma grande oportunidade. Tanto a criação da rede ILPF, como as linhas de crédito do Plano ABC, e o próprio mercado de carbono e de madeiras nobres impulsionam mecanismos de fortalecimento de uma rede de unidades demonstrativas e de pesquisa em diferentes regiões do Brasil sobre os sistemas integrados (Melotto et al., 2019; Cordeiro et al., 2015; Batista et al., 2021). Exemplos de espécies nativas de uso múltiplo são o baru (*Dipteryx alata* Vogel), principalmente no Cerrado, e a castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), na Amazônia. Essa última tem sido considerada a espécie nativa mais importante para a implantação de sistemas silviculturais, sendo também recomendada para uso em sistemas agroflorestais e na recuperação de áreas degradadas (Costa et al., 2022). O Anexo A.4.1 lista alguns sistemas integrados cujas espécies arbóreas nativas e exóticas e seus componentes já são estudados e mais amplamente difundidos.

No bioma Caatinga, os sistemas integrados necessitam de mais pesquisa e de

estratégias de comunicação para aqueles já existentes e exitosos. Além do raleio da Caatinga, ou broca, como é conhecido o sistema de corte de espécies lenhosas a altura de 30-40cm do solo, para que no início das chuvas possa ofertar forragem extra aos animais, dada as particularidades das suas sub-regiões (Sertão, Agreste e Zona da Mata), Rangel et al. (2016) compilaram informações sobre sistemas integrados que incrementam a oferta de bens e serviços ecossistêmicos e que já são reconhecidamente promissores para cada uma das sub-regiões (Quadro 4.2).

4.3.2 Plantações florestais: dos monocultivos de exóticas aos plantios mistos com nativas

“Plantações florestais” e “florestas plantadas” são conceitos muitas vezes usados como similares na literatura, mas guardam compreensões distintas sobre os serviços ecossistêmicos por elas prestados. Para de Moraes et al. (2020), enquanto as “plantações florestais” (cultivos monoespecíficos em especial) focam na silvicultura, ou seja, na produção de madeira, as “florestas plantadas” ou “florestas multifuncionais” são planejadas e manejadas para a produção de diversos bens (dentre eles a madeira) e serviços ecossistêmicos, mas com predomínio de espécies nativas, e sob baixa intensidade de manejo, alicerçadas também por interesses sociais e maiores benefícios ambientais, como já apresentado neste capítulo.

As plantações florestais manejadas intensivamente (monocultivos de eucalipto e pinus, especialmente), afetaram negativamente a biodiversidade brasileira até a segunda metade do século passado (Bustamante, 2019), mas estão se tornando

Quadro 4.2: Sistemas de Produção Integrados na Caatinga

(i) *Zona do Agreste*: 1. Pastagens cultivadas com os capins buffel (*Cenchrus ciliaris*), capim-gramão (*Cynodon dactylon* var. *aridus* J.R.Harlan & de Wet) e capim urochloa (*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Dandy) em consórcio com gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud) ou leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit). 2. Bancos de proteína de leucena, cultivada em alamedas (4,0m x 1,0m) e consorciada com milho e/ou feijão; 3. Bancos de proteína de gliricidia cultivada em alamedas (4,0m x 1,0m) e consorciada com o milho; 4. Áreas de palma forrageira cultivadas com as variedades gigante (*Opuntia ficus-indica* (L. Mill.) e redonda (*Opuntia stricta*) Haw.) Haw.), em sistema adensado e em sistema simples consorciadas com gliricídia, nas linhas e milho nas entrelinhas; 5. Áreas reflorestadas com sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.); 6. Cercas vivas forrageiras de gliricídia. Ainda que esses sistemas já tenham suas eficiências comprovadas, necessitam de maiores esforços para ampliar suas difusões e adoção. Um ponto problemático é que muitas das espécies utilizadas (grama aridus, capim urochloa, leucena) são consideradas espécies exóticas invasoras, ou seja, seu uso traz o risco de impactos negativos para a biodiversidade e serviços ecossistêmicos; o ideal seria a substituição por espécies nativas ou, se exóticas, que não sejam invasoras; como comentado no texto, é necessário retomar atividades de pesquisa sobre o potencial de uso de espécies nativas.

(ii) *Zona da Mata*: Da mesma forma que para região do Agreste, consórcios com leucena e gliricídia e lavouras, gramíneas e palmeiras são comuns nesse ambiente. Em áreas mais costeiras, a presença do coqueiro (*Cocos nucifera* L.), como componente lenhoso e a gliricídia mantida sob poda e pastejo de cordeiros (sem raça definida), permitiram ganho de peso e aumento da taxa de lotação do sistema. Araújo et al. (2014) detectaram maiores ganhos de peso bovino nas estações seca e úmida (total: 6,3 arrobas/cabeça vs. 2,2-5,0 arrobas/cabeça para todas as doses testadas de N) no litoral de Sergipe de sistema pecuária-floresta com gliricidia, que em sistema com fertilização nitrogenada (0-240kg de nitrogênio) usado na adubação de capim-marandu, demonstrando maior viabilidade econômica e ambiental;

(iii) *Meio Norte*: Parnaíba (PI) e Matinha (MA) foram elencadas por Rangel et al. (2016) como regiões onde a presença de coqueiros (*Cocos nucifera* L.) e de babaçu (*Attalea speciosa* Mart.) resultaram no aumento da qualidade do solo, da oferta de forragens e do conforto animal. Em todos os exemplos supracitados, a diversificação do componente forrageiro e a fixação biológica de nitrogênio foram usados como potencializadoras do sequestro de carbono pelo solo e ganho de peso dos animais, já que a produção líquida de biomassa é aumentada, por unidade de área. A oferta de nitrogênio biologicamente fixado aos organismos do solo e animais de criação também aumenta. Os sistemas integrados de produção, por intensificarem o uso da terra, são exemplos de sistemas eficientes e rentáveis de produção. A silvicultura de espécies nativas em sistemas integrados pode e deve ser evidenciada como uma oportunidade de produção, conservação da biodiversidade e manutenção de serviços ecossistêmicos sem precedentes.

mais equilibradas sob o ponto de vista de oferta de bens e serviços ecossistêmicos, seja por força da lei, seja por força do mercado ou da própria sociedade. Podem-se citar como manejos mais equilibrados ou sustentáveis: o plantio de mudas sobre

os restos culturais (triturados ou não); a capina química ao invés de revolvimento do solo para o controle de plantas espontâneas, o uso controlado de agrotóxicos; o manejo da fertilidade do solo e o controle biológico de pragas e doenças; planejamento e

manutenção de estradas dentro das áreas de cultivo. Essas melhorias têm levado à mitigação de processos erosivos, melhorias significativas na qualidade do solo e da água e maior conservação da biodiversidade (Chaer & Tótola, 2007; Brockerhoff et al., 2013; Gonçalves et al., 2017; Balieiro et al., 2020; Lima et al., 2022).

Todas essas ações contribuem para a regularização ambiental das propriedades rurais e para a certificação florestal pelo Forest Stewardship Council (FSC) (FSC Brasil, 2014) e pelo Programa de Endosso à Certificação Florestal (PEFC), representado no Brasil pelo Programa Nacional de Certificação Florestal (Cerflor) (ABNT, 2012), com indicadores de monitoramento e gestão da biodiversidade. Ressalta-se que cerca de 6 milhões de hectares de florestas nativas são mantidos conservados por cerca de 50 empresas que manejam cerca de 9,55 milhões de hectares de plantações florestais. Considerando-se a soma dessas áreas (15,55 milhões de hectares), 38,58% correspondem a áreas protegidas em diferentes categorias de unidades de conservação (IBÁ, 2021).

Entre os avanços observados no manejo destas plantações florestais, há ainda os plantios em mosaicos, formados pelos talhões cultivados com idades variadas e remanescentes da vegetação nativa (IBÁ, 2017 e 2021). Esses sistemas de cultivo minimizam os conflitos de uso da terra e ampliam o uso da água em outras demandas para além da produção florestal (Lima, et al., 2012, Ferraz et al., 2013, Cassiano et al., 2017, Embrapa, 2017; FAO, 2018; Balieiro et al., 2020). A seleção de genótipos e de espaçamento na silvicultura tem sido estudada de forma a maximizar a hidrossolidariedade e a diminuir a

vulnerabilidade do setor às mudanças climáticas (Hakamada et al., 2017).

O termo hidrossolidariedade, relativamente moderno, preconiza o zoneamento da paisagem de forma a integrar áreas de produção com áreas de proteção ecológica e interesse social, permitindo que a conservação e a perenização dos cursos de água sejam incrementadas em microbacias hidrográficas (Falkenmark & Folke, 2002). Estes mosaicos com áreas de vegetação nativa asseguram a conservação da biodiversidade e viabilizam também o controle biológico natural de pragas nas plantações florestais (Quadro 4.3).

Não obstante, destaca-se que em algumas regiões, e em especial nas áreas de solos mais marginais, o plantio de eucalipto pode ser a oportunidade para a conversão de paisagens exclusivamente agrícolas ou pecuárias, em paisagem agroflorestais, como sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris. Afinal, o eucalipto é reconhecido pelos agricultores como uma cultura rentável, mesmo para o pequeno produtor. Da mesma forma, o manejo do eucalipto em plantio puro ou misto com nativas pode promover a transição para a restauração natural da floresta por meio da regeneração de espécies nativas pioneiras e precoces em seu sub-bosque, e o restabelecimento de funções ecológicas importantes (Amazonas et al., 2018; Brancalion et al., 2019; Cabreira, 2023).

O desbaste do eucalipto ou do *pinus*, ou mesmo de espécies estruturantes cria as condições ambientais para que as espécies arbóreas nativas de madeira mais nobre e crescimento mais lento se desenvolvam, podendo a madeira das espécies exóticas

Quadro 4.3: Estudo de Caso - Vegetação nativa melhora controle biológico de pragas e doenças, minimizando riscos de contaminação do solo e da água

Em trabalho pioneiro de 1980 (IPEF, 1980), foi estudada a presença de aves em um projeto florestal que teve os talhões cultivados com eucalipto, intercalados por corredores de 25 metros de largura com vegetação de cerrado, na região de Ribas do Rio Pardo/MS. Essas faixas conectam-se com as APPs. As aves foram escolhidas para o estudo por serem predadoras de lagartas desfolhadoras e outras pragas que podem atacar o eucalipto. O trabalho mostrou que nos plantios com faixas de vegetação nativa a presença e a diversidade de aves eram maiores do que nos plantios sem faixas, levando a inferir que as faixas de cerrado são capazes de contribuir para o controle biológico natural.

Zanetti *et al.* (2000), estudando saueiros, na região de João Pinheiro/MG, e Santos *et al.* (2002), estudando *Oxydia vesulia* (Lepidoptera: Geometridae, espécie de inseto praga desfolhadora de eucalipto e com potencial de causar danos econômicos expressivos em plantações florestais se não controladas), na região de Paraopeba/MG, verificaram que nos plantios com faixas de Cerrado nativo intercalando os talhões de eucalipto, a presença das pragas era menor, em comparação com plantios sem essas faixas. As faixas de cerrado nativo contribuíram para a redução de 10,7% na densidade de saueiros nos talhões à sua margem. Por sua vez, o número de *O. vesulia* indicou que essa espécie é mais abundante no sistema de cultivo sem faixas e menos abundante no sistema com faixa de Cerrado nativo. Os resultados são atribuídos às condições ecológicas proporcionadas pelos corredores com vegetação nativa, inferindo-se que há um serviço ecossistêmico direto prestado pelas faixas de vegetação nativa.

No manejo de plantio de *pinus*, a manutenção da cobertura vegetal, proporcionando ambiente favorável ao desenvolvimento de fungos entomopatogênicos e abrigo para inimigos naturais, além de outras providências, propiciou aumento de inimigos naturais e contribuiu para o programa de controle biológico de pulgões-gigantes do *pinus* no Estado do Paraná (Embrapa, 2017).

ou nativas serem comercializadas para fins diversos em prazos mais curtos (WRI, 2018). Esse modelo parece viável na conciliação da conservação ambiental, produção econômica e de inclusão social, podendo ser proposto para as várias regiões do Brasil (Embrapa, 2017; Brancalion *et al.*, 2019; Batista *et al.*, 2021).

A silvicultura de espécies nativas também tem avançado bastante no Brasil, nas últimas décadas, especialmente pelo enorme potencial de mercado de madeira serrada existente globalmente. Monocultivos e plantios mistos de exóticas e nativas têm sido monitorados no Cerrado, na Amazônia e na Mata Atlântica e os resultados são promissores apesar do alto

investimento e da taxa de retorno longa destes projetos (Amazonas *et al.*, 2018; Batista *et al.*, 2021). Compilando dados de 12 experiências exitosas com estes tipos de sistemas (incluindo SAFs), o Projeto Verena não detectou diferença estatística entre o rendimento do eucalipto (11%), considerada como *benchmark*, e o retorno na silvicultura de espécies nativas (12,9%) (Batista *et al.*, 2017). No entanto, os dois parâmetros importantes para avaliar a viabilidade de um projeto (necessidades de capital e retorno) foram significativamente maiores em silvicultura de espécies nativas quando comparada ao eucalipto, usado como referência (para maiores detalhes dos sistemas, consulte Batista *et al.*, 2021).

Dada a megadiversidade das florestas do país, muitas espécies nativas apresentam potencial para produção de energia, madeira, pasto apícola e uso na restauração ecológica de ecossistemas, como a castanha-do-brasil, já citada. Na Amazônia, um exemplo de destaque é o pau-rosa (*Aniba* spp.). Após décadas de pesquisas, o emprego de técnicas silviculturais e de manejo para conservação dessas espécies ameaçadas e de alto valor comercial já são uma realidade (Krainovic et al., 2020; Lara et al., 2021).

No entanto, as pesquisas quanto à *performance* silvicultural da grande maioria das espécies com potencial para sistemas integrados ainda são insuficientes (Carvalho, 2003; Piotto et al., 2018). Recentemente, Amazonas et al. (2018) e Brancalion et al. (2019) apresentaram resultados interessantes de plantios mistos de espécies nativas com eucalipto tanto sobre o aspecto da viabilidade econômica da restauração, quanto ambiental, no quesito uso eficiente da água. O plantio misto de eucalipto junto com espécies nativas consumiu menos água que o seu monocultivo, apesar de ter diminuído a *performance* das espécies nativas, em especial as de rápido crescimento (Amazonas et al., 2018). Em contrapartida, apesar de representar apenas 50% das mudas, a produtividade do eucalipto foi equivalente a 75% do monocultivo (em termos de área basal), com pouco efeito sobre a sobrevivência das nativas, mas efeito negativo sobre o crescimento delas. Pensando no corte e venda da madeira do eucalipto nos primeiros anos de plantio, essa estratégia de plantio (para fins de restauração ou estabelecimento de um SAF) torna-se mais atraente economicamente que na ausência da espécie. Gama-Rodrigues et al. (2020) e Faria et al. (2020) elencam listas de espécies facilitadoras (nativas e exóticas), sob o aspecto de interações ecológicas, por se associarem de forma eficiente a bactérias

diazotróficas e fixarem quantidades significativas de nitrogênio biologicamente, que merecem a consulta.

Da mesma forma, áreas de uso restrito podem receber manejo florestal e atividades agrossilvipastoris, desde que acompanhadas de boas práticas de conservação do solo e da água. Por ser obrigatória, a recuperação de áreas de Reserva Legal (RL) oferece a melhor oportunidade para a expansão de florestas plantadas mistas multifuncionais, já descritas neste capítulo, uma vez que funções ambientais e benefícios econômicos podem ser obtidos simultaneamente (Amazonas et al., 2018; WRI, 2018; de Moraes et al., 2020; Guia, 2021). É importante salientar que plantios florestais mistos na RL podem conter espécies exóticas não invasoras, mas ainda carecem de regulamentação legal, principalmente para o manejo e uso de árvores nativas. A Lei de Proteção da Vegetação Nativa, Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012) estabelece que as alternativas de base econômica a serem propostas para o uso e manejo da RL devem visar a manutenção das funções ecológicas da paisagem. Como outras ferramentas legais também exigem que a RL cumpra funções ecológicas, não há razão para evitar o uso sustentável dos recursos florestais na mesma área. Trata-se de buscar o equilíbrio entre a conservação da biodiversidade e a sustentabilidade econômica e viabilizar a dupla função da Reserva Legal.

Os sistemas apresentados ao longo desta seção têm esse potencial de contribuir para a conciliação entre a produção agrícola, a provisão de serviços ecossistêmicos e a conservação da biodiversidade e possuem uma relação mais clara entre a entrega de serviços ecossistêmicos e sua complexidade. Sendo assim, são menos vulneráveis e mais resilientes às mudanças climáticas (Figura 4.2).

MODELOS DE PRODUÇÃO, OFERTAS DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E VULNERABILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

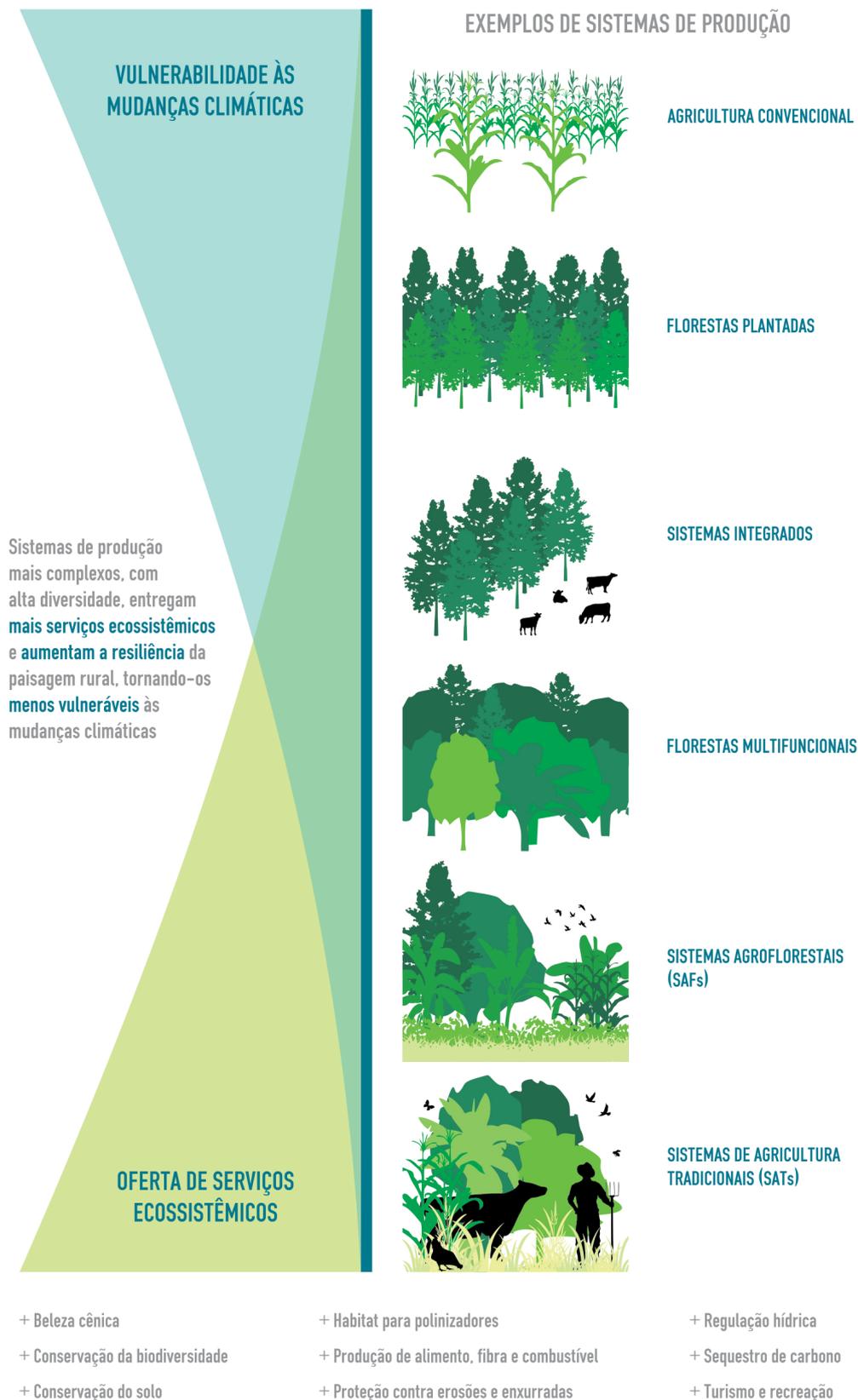


Figura 4.2: Relação entre o tipo-modelo-sistema de produção-agroecossistema, a oferta de serviços ecossistêmicos (SE) e a vulnerabilidade às mudanças climáticas. Sistemas mais simplificados (baixa diversidade) entregam menos SE, são mais vulneráveis e menos resilientes às mudanças climáticas. Sistemas mais complexos (mais diversos) aumentam a resiliência da paisagem rural e, conseqüentemente, do negócio do produtor rural e se tornam mais resilientes às mudanças climáticas. Concepção da figura: Fabiano de Carvalho Balieiro.

4.4 Mudanças transformadoras para sistemas agrícolas sustentáveis

4.4.1. Importância do conhecimento tradicional e das tecnologias sociais

O conhecimento local é um fator-chave para a conservação dos ecossistemas, o que é amplamente reconhecido por organizações internacionais como a Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES) e ou o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Compõem o conhecimento local, os repertórios do conhecimento agroecológico tradicional, definidos como: “... *um corpo cumulativo de conhecimento, tradições, práticas, crenças, instituições e visões de mundo adquiridas por meio da dependência direta entre grupos culturais e seus agroecossistemas e sistemas alimentares, e adaptado geracionalmente e enriquecido ao longo do tempo*” (Ramirez-Santos et al., 2023). A diversidade de conhecimentos tradicionais e sua importância no contexto de sistemas agrícolas sustentáveis vêm sendo reconhecidas em nível nacional e internacional, uma vez que as dinâmicas desses sistemas de produção orientam processos de construção de identidades territoriais e contribuem grandemente para a conservação da biodiversidade. O capítulo 1 abordou esse tema com maior profundidade.

Para identificar e dar visibilidade a outras experiências desse tipo no país, foi instituído o Prêmio BNDES de Boas Práticas para Sistemas Agrícolas Tradicionais, um concurso para que os PCTs possam se manifestar. Essa iniciativa vem dando visibilidade a experiências de todo o país

que associam o conhecimento tradicional às práticas agrícolas sustentáveis (Bustamante, 2019). Na primeira edição do evento, em 2018, foram premiadas 15 iniciativas, com destaque para as quebradeiras de coco-babaçu, vazanteiros do Rio São Francisco, quilombolas do Vale do Ribeira, agricultores familiares de Imituba e comunidades de fundo de pasto, entre outras (Almeida e Udry, 2019). Em complemento ao Quadro 4.3, outras experiências exitosas de SATs são apresentadas no Quadro 4.4.

Importantes na produção de mudanças transformadoras para sistemas agrícolas sustentáveis, as tecnologias sociais são definidas como o “conjunto de técnicas, metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida” (ITS Brasil, 2004). Os sistemas agroflorestais, já descritos neste capítulo, são um exemplo de tecnologia social que tem como base a troca entre os saberes e a valorização do conhecimento tradicional, das práticas e recursos locais, e são adaptadas à realidade de diferentes grupos sociais. Outro desafio para a agricultura é o uso e gestão eficiente da água, seja para irrigação ou para outros usos (Prado et al., 2017), e as tecnologias sociais muito podem trazer soluções de fácil aplicação e baixo custo. Um exemplo de tecnologia social é o armazenamento de água subterrânea, que contribui para o convívio com a seca e para a diversificação da produção agrícola. Agricultores de diversos estados do semiárido estão se beneficiando das barragens subterrâneas e permitindo que fruteiras, hortaliças, plantas medicinais, batata doce, arroz, cana-de-açúcar, entre

Quadro 4.4: Estudos de caso - Sistema de Agricultura Tradicional no Brasil

O Sistema Agrícola Tradicional do Rio Negro, na Amazônia, é o resultado de saberes e práticas ancestrais relacionados ao manejo do espaço e das plantas cultivadas, aos instrumentos e recursos materiais usados no plantio, ao processamento e preparo, e à forma de uso das plantas (na alimentação, no sistema de trocas ou em rituais). Esses saberes são compartilhados por mais de vinte e dois grupos indígenas dos troncos linguísticos Tukano Oriental, Arawak e Maku, e tem na mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) seu elemento mais importante, a partir do qual se estabelece uma dinâmica de manejo e cultivo de uma grande diversidade de espécies (IPHAN, 2019).

Por sua vez, o Sistema Agrícola Tradicional das Comunidades Quilombolas do Vale do Ribeira, nos estados de São Paulo e Paraná, abrange o cultivo das roças de coivara, a diversidade de plantas manejadas, o preparo dos alimentos, a cultura material associada, os arranjos produtivos locais, as redes de comercialização e os contextos de transmissão de conhecimento e de consumo alimentar que envolvem expressões de música e dança (ISA, 2017). Essas comunidades cultivam mandioca, milho, feijão, arroz e diversas outras espécies às margens do rio Ribeira do Iguape, desde o período colonial. Seu modo tradicional de praticar a agricultura tornou-se um eixo estruturante do seu modo de vida e possibilitou sua permanência e perpetuação nos vales e montanhas da região.

O Sistema de Agricultura Tradicional da Serra do Espinhaço, também conhecido como “apanhadores de flores sempre-vivas”, foi reconhecido pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) como um Sistema Importante do Patrimônio Agrícola Mundial (SIPAM), caracterizado por combinar biodiversidade, ecossistemas resilientes, conhecimento tradicional e herança cultural (FAO, 2020). Esse sistema combina diversas estratégias de vida desenvolvidas pelos apanhadores de flores sempre-vivas, que se valeram de conhecimentos transmitidos e reinventados por muitas gerações para viver nos distintos ambientes contidos na serra, no sertão e nas margens do Rio Jequitinhonha (Bustamante, 2019). As comunidades apanhadoras de flores sempre-vivas passaram a ser o primeiro SIPAM no Brasil, o quarto da América Latina e o 59º patrimônio agrícola reconhecido pela FAO em todo o mundo (FAO, 2020)

outros, sejam produzidos meses após a estação seca. Para saber mais sobre essa tecnologia social e diversas outras relacionadas ao uso eficiente da água na agricultura, consulte Prado et al. (2018).

4.4.2. Extensão rural como caminho para aplicação das tecnologias e transição agroecológica

A difusão dos modelos de sistemas agrícolas sustentáveis e as suas efetivas implantações serão auxiliadas em grande monta pela atuação de uma Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) pública

de bases agroecológicas. A noção da ATER agroecológica surge da crítica à ATER convencional praticada no Brasil desde os anos 1940. A ATER agroecológica se contrapõe ao modelo extensionista baseado na Teoria da Difusão de Inovações e nos paradigmas e tecnologias da Revolução Verde, sendo capaz de propor enfrentamento aos desafios socioambientais com bases teórico-conceituais e metodológicas revisadas e na perspectiva do desenvolvimento sustentável frente às demandas da sociedade (Caporal & Costabeber, 1994). No país, dentre os marcos legais importantes para a inclusão

da visão agroecológica na ATER, figura a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (PNATER), Lei Federal nº 12.188/2010 (Brasil, 2010), que propôs reestruturação, reorientação e renovação do serviço extensionista no país. Dentre os princípios da PNATER, destaca-se a “adoção dos princípios da agricultura de base ecológica como enfoque preferencial para o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis” (Art. 3º, Inciso IV). A PNATER influenciou as entidades prestadoras de serviços de ATER e a criação do “Marco Referencial em Agroecologia” (Embrapa, 2006). A implementação da PNATER influenciou ainda a criação de vários cursos de Agroecologia no país, totalizando 136 cursos em 2014 (Diniz & Hespanhol, 2019).

No entanto, a maioria das experiências de ATER Agroecológica concretizaram-se na forma de projetos de curta duração executados por organizações locais não governamentais, com financiamentos do governo federal (Caporal & Cambrós, 2017), o que vinha dificultando a consolidação da agroecologia como norteadora de políticas públicas nacionais para o desenvolvimento rural integrado (Azevedo & Netto, 2015) de bases agroecológicas. No âmbito municipal, a Articulação Nacional de Agroecologia – ANA (ANA, 2021) identificou a existência de iniciativas de políticas municipais que promovem a transição agroecológica em 531 municípios de 26 estados. Das 721 iniciativas mapeadas, mais de 1/3 (39%) se localizam em estados da região Sul. No Nordeste, os estados em destaque foram Maranhão, Ceará, Pernambuco e Paraíba. A região Norte foi a que apresentou o menor número de iniciativas. Quanto aos biomas, a Mata Atlântica detém mais da metade

das iniciativas (565), seguida da Caatinga, Cerrado, Amazônia, Pampa e Pantanal, nessa ordem. O apoio às feiras e circuitos curtos de comercialização foi tema de maior incidência dentre 41 temas identificados no levantamento feito pela Agência Nacional de Agroecologia (ANA). O tema das compras institucionais apareceu em segundo lugar, como a compra direta da agricultura familiar para o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), seguindo a Lei Federal nº 11.947/2009 (Brasil, 2009). Além de ajudar no escoamento da produção dos agricultores familiares, o PNAE contribui positivamente para a educação, pois tem como principal objetivo proporcionar aos estudantes uma alimentação digna, que garanta pelo menos, nutrição segura e de qualidade (Paula et al., 2023). Em alguns municípios também se observou a incorporação progressivamente da compra de alimentos de origem agroecológica e/ou orgânica (ANA, 2021).

4.4.3. Restauração de paisagens e ecossistemas como mecanismo de desenvolvimento socioeconômico

No Brasil, políticas públicas nos âmbitos federal, estadual e municipal têm sido implementadas para fortalecer a agenda de restauração de paisagens e ecossistemas. Ênfase deve ser dada à Política Nacional de Restauração da Vegetação Nativa (PROVEG) e ao Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG), mas vale também destacar a importância dos Pagamentos por Serviços Ambientais (já mencionados no capítulo 1) para a restauração de paisagens e ecossistemas, como por exemplo a iniciativa do Conservador das Águas, de Extrema/MG. Criado em 2005, ele foi o primeiro projeto

bem-sucedido de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) do país, voltado para incentivos para a restauração de forma a garantir a segurança hídrica da região.

Além da capacidade de auxiliar a produção agrícola, por meio do fornecimento de água, da provisão de outros serviços ecossistêmicos e do manejo baseado no conhecimento ecológico (Rey Benayas & Bullock, 2012), o uso econômico sustentável da vegetação, nativa e restaurada, oferece oportunidades para o desenvolvimento de inovações tecnológicas e o fortalecimento de cadeias produtivas com capacidade para atrair capital público e privado, gerando empregos e renda na região. Essas oportunidades são especialmente vantajosas para áreas de baixa aptidão agrícola (Sparovek et al., 2015), em que a restauração da área seguida pela exploração de produtos florestais madeireiros e não madeireiros pode ser mais rentável do que a pecuária em pastagem degradada (Mello et al., 2021; Strassburg et al., 2014). Como um exemplo, a restauração de apenas 10% da área degradada da Amazônia representaria, além do reflorestamento de 5,7 milhões de hectares, o sequestro de mais de 2 bilhões de toneladas de CO₂ da atmosfera e uma receita de até R\$ 132 bilhões, via comercialização de créditos de carbono (Strassburg et al., 2022).

Outra importância da cadeia da restauração de paisagens e ecossistemas é o impacto social nas comunidades locais, por meio, por exemplo, de atividades diretas como a coleta e processamento de sementes, a produção e a comercialização de mudas, e a realização e a manutenção dos plantios. As iniciativas da Rede de Sementes do Xingu, das associações

no entorno do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e das cooperativas na margem da Hidrelétrica de Jirau (Schmidt et al., 2019) são exemplos de redes comunitárias que obtiveram sucesso na cadeia produtiva de sementes e mudas, gerando renda e novos empregos para as comunidades locais, em conjunto com a restauração de áreas degradadas. Segundo Freire et al. (2017), apenas a venda de sementes para a restauração representa um mercado de, no mínimo, R\$ 120 milhões anuais para o Brasil como um todo, ao se levar em conta os 12,5 milhões de hectares previstos para restauração no PLANAVEG. Além disso, indiretamente, a cadeia da restauração de paisagens e ecossistemas ainda fomenta atividades posteriores, como turismo rural, ecológico e gastronômico e comercialização de produtos madeireiros e não madeireiros.

Dependendo de como e por quem o trabalho de restauração será executado e de quem será capaz de aproveitar os benefícios da terra restaurada, a agenda da restauração ainda pode contribuir ao alcance das metas de outros ODS associadas ao combate das desigualdades sociais. Para isso, os programas de restauração de paisagens e ecossistemas devem promover ativamente a inclusão de mulheres e de povos e comunidades tradicionais em todo o processo (Aliança pela Restauração na Amazônia, 2020). A inclusão social desses segmentos e grupos sociais na cadeia da restauração permitirá a melhora da qualidade de vida dessas pessoas e auxiliará a promover a sua permanência no meio rural (Urzedo et al., 2016; Vidal & Vicens, 2020). Como impacto de longo alcance, a restauração de paisagens e ecossistemas poderá reduzir as taxas de êxodo rural e

de abandono de terras equivocadamente consideradas improdutivas (FAO, 2006; Moreira et al., 2018). Para saber mais sobre a restauração de paisagens e ecossistemas, consulte o Relatório Temático Restauração de Paisagens e Ecossistemas da BPBES (Crouzeilles et al., 2019).

4.4.4. Agricultura 4.0 - Inclusão digital no campo

A Agricultura 4.0 consiste na aplicação de tecnologias digitais para coleta, transmissão e processamento de dados em tempo real para melhorar a produtividade e a sustentabilidade do campo. Uma das grandes vantagens da interconectividade de equipamentos (também chamado de Internet das Coisas) como tratores e máquinas agrícolas aliadas à inteligência artificial e aprendizado de máquina é a redução do consumo de água, fertilizantes e agrotóxicos, uma vez que são utilizadas apenas as quantidades mínimas e em áreas específicas do plantio. Em consequência, é esperado não somente o aumento da eficiência na produção de alimentos, mas também a disseminação de práticas agrícolas mais sustentáveis, a conservação de recursos naturais e a redução da degradação ambiental.

Um Guia para o reconhecimento de inimigos naturais de pragas agrícolas foi embarcado num aplicativo gratuito (Guia InNat), projetado para dispositivos móveis com tela sensível ao toque, como tablets e smartphones. Além de permitir acessar imagens de agentes naturais de controle de pragas agrícolas, traz informações de predadores e parasitoides com características morfológicas, ciclo de vida e

sua função. Esse aplicativo é um salto para o manejo mais ecológico no controle de pragas e conservação da saúde do homem e do ambiente. O Restaura Mata Atlântica é outro aplicativo móvel que permite filtrar elementos biofísicos do ambiente para que a seleção das espécies nativas do bioma seja melhor e o processo de restauração mais eficiente.

No entanto, essa nova revolução agrícola é muito recente no mundo e no Brasil e tem pela frente muitos desafios antes de ser ampliada e consolidada para todos os biomas, especialmente devido ao acesso precário aos recursos digitais em muitas regiões do país. Por exemplo, segundo o Censo Agropecuário de 2017 do IBGE, apenas 27% das propriedades rurais tinham acesso à internet, apesar do aumento de 1900% em relação ao Censo Agropecuário de 2006. Em comparação, em um contexto global, de 42 a 62% das propriedades rurais têm acesso à internet por meio de tecnologia de quarta (4G) ou de terceira geração (3G), respectivamente. Outro importante desafio a ser superado é a inclusão das pessoas nos sistemas de inovação tecnológica, uma vez que os avanços têm sido direcionados quase exclusivamente à produtividade e ao ambiente. Uma das consequências de ignorar a necessidade da sustentabilidade social é a intensificação da distribuição desigual de alimentos e de renda.

4.5 Considerações finais

Não é possível garantir a preservação de toda a biodiversidade nacional e dos bens e serviços ecossistêmicos que ela provê apenas dentro dos limites das unidades de conservação de proteção integral ou

mesmo do conjunto das áreas protegidas. Fomentar a conservação da natureza em áreas privadas é fundamental, uma vez que mais da metade da vegetação nativa do Brasil encontra-se dentro destas áreas, em mosaicos de ecossistemas naturais e áreas de cultivo agrícola ou pastagens, com maior ou menor presença e predominância dos componentes naturais e com a conservação da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

A formação e evolução dos mosaicos de áreas agrícolas em cada região do país seguem o padrão determinado pela distribuição da produção agrícola, muito variável dentro de cada bioma, e refletem as tendências de expansão agrícola observadas hoje em dia. Na Amazônia, essa expansão divide-se em quatro principais frentes: roça-capoeira, pastagem para bovinos, plantio de soja, plantio de dendê e agrofloresta. Na Caatinga, as tendências atuais de agricultura irrigada de alta produtividade estão localizadas principalmente ao longo da bacia do rio São Francisco e na região oeste do bioma. No Cerrado, a principal tendência de expansão está ligada à produção de soja no MATOPIBA. Na Mata Atlântica, a expansão agrícola e florestal vem empurrando o desmatamento e a supressão de outros tipos de vegetação para áreas mais planas, assim como atividades pecuárias estimulam o desmatamento de áreas mais acidentadas. Finalmente, no Pampa, observa-se a expansão acelerada de lavouras de soja para áreas de várzea, provocando grandes alterações na paisagem do Pampa, com impactos negativos sobre a biodiversidade pela supressão da vegetação nativa e aumento da aplicação de agrotóxicos. A transição florestal em curso na Mata

Atlântica, e ainda a redução de áreas de vegetação nativa em outros biomas colocam em xeque a conservação no médio e longo prazo de comunidades diversas da fauna e da flora, na medida em que a diminuição da complexidade e da redundância funcional de fragmentos jovens diminuem a resiliência deles, frente às alterações abióticas em curso.

Em paisagens antropizadas rurais, onde há uma preocupação com a proteção da biodiversidade, com a manutenção dos serviços ecossistêmicos e com a inclusão social, considerando os saberes e práticas locais dos Povos e Comunidades Tradicionais e/ou Agricultores Familiares, há maior resiliência e a provisão de múltiplos serviços ecossistêmicos. Esses saberes presentes nos SATs são constitutivos das identidades territoriais e decisivos para a conservação da agrobiodiversidade. As soluções para a manutenção desses conhecimentos passam pelo seu reconhecimento público como Patrimônio Cultural e por outras formas de valorização e visibilidade. Os SATs são embasados em tecnologias sociais que valorizam o conhecimento tradicional. Como um sistema aberto, são igualmente capazes de incorporar inovações como o armazenamento de água subterrânea.

A conservação da biodiversidade depende de que tanto a agricultura familiar tradicional quanto o agronegócio de larga escala incorporem ou mantenham práticas agrícolas e de manejo dos recursos naturais mais eficientes e sustentáveis, e a extensão rural possui um papel fundamental nessa transição. No Brasil, ainda que os marcos legais e as políticas públicas de extensão rural de bases agroecológicas se proponham

a renovar o serviço extensionistas no país, suas ações vêm se limitando a projetos de curta duração e tais iniciativas não se encontram difundidas com a mesma intensidade em todas as regiões.

Reduzir o passivo ambiental e potencializar as externalidades ambientais positivas da agricultura, como a conservação da biodiversidade e mitigação da mudança climática, requer o enfrentamento da degradação ambiental das áreas cultivadas. Sistemas de produção baseados em práticas de conservação do solo e da água, diversificados no tempo e no espaço, com conectividade entre remanescentes naturais e com uso mínimo de insumos emergem do próprio mercado e de consumidores cada vez mais exigentes. Sistemas agroflorestais e integrados como a integração lavoura-pecuária-floresta, florestas mistas e multifuncionais ganham espaço cada vez maior no campo, pois conectam elementos da paisagem que dão resiliência e estabilidade à produção agrícola e à provisão de serviços ecossistêmicos.

As inovações tecnológicas pertencentes à era da Agricultura 4.0 têm o potencial de efetivamente minimizar o consumo de recursos essenciais na produção agrícola, abrindo caminho para a otimização significativa da eficiência e da sustentabilidade dos sistemas envolvidos. Medidas como o emprego de sensores altamente precisos para monitorar as condições do solo, da água e das plantas, a aplicação direcionada de fertilizantes e agrotóxicos através de drones controlados por inteligência artificial, e a implementação de sistemas integrados de gerenciamento baseados em dados trabalham em conjunto

para aprimorar a utilização dos insumos, resultando em uma produção agrícola mais eficaz e ecologicamente equilibrada. Porém, a disseminação dessas tecnologias esbarra em fatores como a baixa conectividade nas áreas rurais do país e a inclusão das pessoas nos sistemas de inovação tecnológica. Assim, a valorização das soluções baseadas em tecnologias sociais e de baixo insumo para possibilitar um aumento da produtividade e no mesmo tempo promover a conservação da biodiversidade continuará a ser altamente desejável, no atendimento do interesse da grande maioria dos agricultores do país, impactando, em consequência, também a sociedade.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. [2012]. NBR 14789: *Manejo florestal sustentável: princípios, critérios e indicadores para plantações florestais*. Rio de Janeiro, 38 p.
- Aleixo, S., Gama-Rodrigues, A. C., Costa, M. G. et al. (2017). P transformations in cacao agroforests soils in the Atlantic forest region of Bahia, Brazil. *Agroforest Syst* 91, 423–437. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-9939-6>
- Aliança Pela Restauração na Amazônia. (2020). Panorama e caminhos para a restauração de paisagens florestais na Amazônia. Position paper: 16p. ISBN 978-65-00-12760-7. Disponível em: <https://aliancaamazonia.org.br/wp-content/uploads/2021/06/paper_alianca_pt_2020_final.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Almeida, J. S. S. E. & Udry, M. C. F. V. (eds.) (2019). *Sistemas agrícolas tradicionais no Brasil*. Coleção povos e comunidades tradicionais, 3, Embrapa. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/197939/1/Colecao-povos-e-comunidades-tradicionais-ed-01-vol-03.pdf>>. acesso em: ago. de 2024.
- Altieri, M. A. (2004). Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(1), 35–42. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0035:LEATFI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0035:LEATFI]2.0.CO;2)
- Alves, F. V., Nicodemo, M. L. F. & Porfirio-da-Silva, V. (2015). Bem-estar Animal em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Em: *Integração lavoura-pecuária-floresta: O produtor pergunta, a Embrapa responde*. Brasília, DF: Embrapa.p. 273–289. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1023612/1/90000033ebookpdf.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Amazonas, N. T., Forrester, D. I., Silva, C. C. et al. (2018). High diversity mixed plantations of Eucalyptus and native trees: An interface between production and restoration for the tropics. *Forest Ecology and Management* 417, 247–256. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.03.015>
- ANA. Articulação Nacional de Agroecologia. (2021). *Municípios agroecológicos e políticas de futuro: iniciativas municipais de apoio à agricultura familiar e à agroecologia e de promoção da segurança alimentar e nutricional*. Londres, F., Monteiro, D., Brochard, V., Maselli & M., Jomalini (org.), Ed. 2. Rio de Janeiro: Articulação Nacional de Agroecologia - ANA. Disponível em: <<https://agroecologia.org.br/wp-content/uploads/2021/01/Municípios-Agroecologicos-e-Politicas-de-Futuro.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Araujo, H. R. (2014). *Potencial de um sistema silvipastoril com Gliricídia em substituição a fertilização nitrogenada em Capim-Marandu*. Dissertação (Mestrado). Aracaju: Universidade Federal de Sergipe. 52 p.
- Azevedo, L. F. D. & Netto, T. A. (2015). Agroecologia: o “caminho” para o desenvolvimento rural sustentável no processo de extensão rural. *Rev. Eletrônica Gest., Educ. Tecnol. Ambient* 19(3), 639–45.
- Balbino, L. C., Kichel, A. N., Bungestab, D. J. & Almeida, R. G. Sistemas de integração: conceitos, considerações, contribuições e desafios. (2019). Em: Bungestab, D. J., Almeida, R. G., Laura, V. A., Balbino, L. C., Ferreira, A. D. (eds). *ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta*. Brasília, DF: Embrapa, 31–42. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1113066/1/CAP1BALBINO.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Balieiro, F. de C., de Moraes, L. F. D., Prado, R. B. et al. (2020). Ecosystem services in eucalyptus planted forests and mixed and multifunctional planted forests. Em: Cardoso, E. J. B. N., Gonçalves, J. L. D., Balieiro, F. C. & Franco, A. A. (orgs.). *Mixed Plantations of Eucalyptus and Leguminous Trees*, p. 193–219). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32365-3_10
- Balieiro, F., Martins, A. L. da S., Donagemma, G. K. et al. (2023). *Informe Técnico: comunidades quilombolas do mato da Pedra Branca preservam o solo da maior floresta urbana do planeta e incrementam seus estoques de carbono do solo*. AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia.
- Barbieri, R., Costa Gomes, J., Alercia, A. & Padulosi, S. (2014). Agricultural biodiversity in southern Brazil: integrating efforts for conservation and use of neglected and underutilized species. *Sustainability* 6(2), 741–757. <https://doi.org/10.3390/su6020741>
- Barbosa, J. B. M., Gomes, W. B., Malaquias, J. V., Aquino, F. D. G. & Albuquerque, L. B. D. (2018). Métodos de controle de braquiária (*Urochloa decumbens* Stapf.) em área de restauração ecológica de mata ripária, DF. *Ciência Florestal* 28(4), 1491–1501. <https://doi.org/10.5902/1980509835096>
- Batista, A., Calmon, M., Lund, S., Assad, L., Pontes & Biderman, R. (2021). Investing in native tree species and agroforestry systems in Brazil: an economic valuation. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/sites/default/files/wribrasil_verena_ing_baixa.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Batista, A., Prado, A., Pontes, C. & Matsumoto, M. (2017). *Verena Investment Tool: valuing reforestation with native tree species and agroforestry systems*. Technical note. São Paulo, Brasil: WRI Brasil. Disponível em: <www.wri.org/publication/verenainvestment-tool>. Acesso em: ago. de 2024.
- Boddey, R. M., Jantalia, C. P., Macedo, M. O. et al. (2010). Carbon and nitrogen stocks and N₂O emission under different land use in Atlantic Forest biome. *Pesq. Agropec. Bras.* 45, (2). <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000200011>.
- Brançalion, P. H. S., Niamir, A., Broadbent, E. et al. (2019). Global restoration opportunities in tropical rainforest landscapes. *Science Ad-*

- vances 5(7), eaav3223. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aav3223>
- Brancalion, P. H. S., Amazonas, N. T., Chazdon, R. L. et al. (2020). Exotic eucalypts: From demonized trees to allies of tropical forest restoration? *Journal of Applied Ecology* 57(1), 55–66. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13513>
- Brasil. Lei Nº 11.947, 16 de junho de 2009. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica; altera as Leis nºs 10.880, de 9 de junho de 2004, 11.273, de 6 de fevereiro de 2006, 11.507, de 20 de julho de 2007; revoga dispositivos da Medida Provisória nº 2.178-36, de 24 de agosto de 2001, e a Lei nº 8.913, de 12 de julho de 1994; e dá outras providências.
- Brasil. Lei Nº 12.188, 11 de janeiro de 2010. Institui a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária - PNATER e o Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural na Agricultura Familiar e na Reforma Agrária - PRONATER, altera a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e dá outras providências.
- Brasil. Lei Nº 12.651, 25 de maio de 2012. 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.
- Bretas, I. L., Paciullo, D. S. C., Alves, B. J. R. et al. (2020). Nitrous oxide, methane, and ammonia emissions from cattle excreta on *Brachiaria decumbens* growing in monoculture or silvopasture with *Acacia mangium* and *Eucalyptus grandis*. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 295, 106896. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106896>
- Brockhoff, E. G., Jactel, H., Parrotta, J. A. & Ferraz, S. F. B. (2013). Role of eucalypt and other planted forests in biodiversity conservation and the provision of biodiversity-related ecosystem services. *Forest Ecology and Management* 301, 43–50. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.09.018>
- Buainain, A. M. & Garcia, J. R. (2015). Polos de Irrigação no Nordeste do Brasil: Desenvolvimento recente e perspectivas. *Confins* 23. <https://doi.org/10.4000/confins.10031>
- Bustamante, P. G. (2019). Prefácio. Em: Eidt, J. S. & Udry, C. (orgs.). *Sistemas agrícolas tradicionais no Brasil*, 3, p. 15–20. Brasília-DF: Embrapa. Disponível em: <file:///C:/Users/m312055/Downloads/Colecao-povos-e-comunidades-tradicionais-e-d-01-vol-03%20(1).pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Cabreira, W. V. (2023). *Supressão de Corymbia citriodora (Hook.) K. D. Hill e L. A. S. Johnson: uma discussão sobre as alterações do solo*. Tese [Doutorado]. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro: Seropédica, RJ. Instituto de Florestas Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, 83p.
- Campos, M. V. A., Homma, A. K. O., Menezes, A. J. E. A. D., Filgueiras, G. C. & Martins, W. B. R. (2022). Dinâmica dos sistemas agroflorestais com as sinergias socioeconômicas e ambientais: Caso dos cooperados nipo-paraenses da cooperativa agrícola mista de Tomé-Açu, Pará. *Research, Society and Development* 11(1), e22811121000. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.21000>
- Caporal, F. R. & Costabeber, J. A. (1994). Por uma nova extensão rural: fugindo da obsolescência. *Extensão Rural* 2, 7-32.
- Caporal, F. R. & Costabeber, J. A. (2017). Extensão rural agroecológica: experiências e limites. *Revista do Desenvolvimento Regional* 22(2), 275-297. <https://doi.org/10.17058/redes.v22i2.9352>
- Cardoso, J. H., Insaurriaga, I. C., Grinberg, P. da S. & Bergmann, N. T. Sistemas agroflorestais e conversão agroecológica: o desafio do redesenho dos sistemas de produção. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 169, Pelotas, RS: Embrapa, 29 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/992691/1/boletim169web.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Carvalho, P. E. R. (2003). Espécies arbóreas nativas: silvicultura e usos. Em: Semana do Estudante Universitário, Florestas e Meio Ambiente: palestras, 1, Colombo-PR: Embrapa Florestas. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50914/1/Carvalho.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Cassiano, C. C. (2017). *Efeitos hidrológicos da composição da paisagem em microbacias com florestas plantadas de Eucalyptus*. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. <https://doi.org/10.11606/T.11.2017.tde-16082017-085416>
- Chaer, G. M., & Tótola, M. R. (2007). Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma de plantios de eucalipto sobre indicadores de qualidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 31(6), 1381–1396. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000600016>
- CI Brasil. *Inovação Tecnológica na Agricultura: difusão de tecnologias que geram aumento de produtividade e melhor gestão do capital natural*. (2021). Disponível em: <https://www.conservation.org/docs/default-source/brasil/ggp_genero_cartilha_4_pt_web.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Coelho, S. D., Levis, C., Baccaro, F. B. et al. (2021). Eighty-four per cent of all Amazonian arboreal plant individuals are useful to humans. *PLOS ONE* 16(10), e0257875. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257875>
- Cordeiro, I. M. C. C., Barros, P. L. C. D., Lameira, O. A. & Gazel Filho, A. B. (2015). Avaliação de plantios de Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *Amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby de diferentes idades e

- sistemas de cultivo no município de Aurora do Pará—PA (Brasil). *Ciência Florestal* 25(3), 679–687. <https://doi.org/10.5902/1980509819618>
- Costa, K. C. P., De Carvalho Gonçalves, J. F., Gonçalves, A. L. et al. (2022). Advances in Brazil Nut Tree Ecophysiology: Linking Abiotic Factors to Tree Growth and Fruit Production. *Current Forestry Reports* 8(1), 90–110. <https://doi.org/10.1007/s40725-022-00158-x>
- Coutinho, H. L. C., Noellemeier, E., Balieiro, F. C. et al. (2014). Impacts of land-use change on carbon stocks and dynamics in central-southern South American Biomes: Cerrado, Atlantic Forest and Southern Grasslands. In: Banwart, S. A., Noellemeier, E. & Milne, E. (orgs.). *Soil Carbon Science, Management and Policy for Multiple Benefits* 71, 244–264. <https://doi.org/10.1079/9781780645322.0243>
- Crouzeilles, R., Rodrigues, R. R., Strassburg, B. B. N. et al. (2019). *Relatório Temático sobre Restauração de Paisagens e Ecossistemas*. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES), São Carlos: Editora Cubo, 76 p. <https://doi.org/10.4322/978-85-60064-91-5>
- Dean, W. (1997). *A ferro e fogo: A história e a devastação da Mata Atlântica brasileira*. Companhia das Letras.
- Dechoum, M.S., Junqueira, A. O. R., Orsi, M.L. (org.). (2024). *Relatório Temático sobre Espécies Exóticas Invasoras, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos*. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES). 1ª edição, São Carlos: Editora Cubo. 293 p. <https://doi.org/10.4322/978-65-00-87228-6>
- Dias, P. F., Souto, S. M., Franco, A. A. (2007). Leguminosas arbóreas introduzidas em pastagem. *Pesq. Agropec. Bras.* 42 (1), 119–126.
- Diniz, R. F. & Hespanhol, A. N. (2019). Reestruturação, reorientação e renovação do serviço extensionista no Brasil: A (difícil) implementação da Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (PNATER). *Extensão Rural* 25(2), 7. <https://doi.org/10.5902/2318179633174>
- Dominati, E., Patterson, M. & Mackay, A. (2010). A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. *Ecological Economics* 69(9), 1858–1868. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.05.002>
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Marco referencial em agroecologia*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 70 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/107364/marco-referencial-em-agroecologia>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2017). *Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental*. Oliveira, I. M & Oliveira, E. B.(eds.). Brasília, DF. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/publicacao/1076130/plantacoes-florestais-geracao-de-beneficios-com-baixo-impacto-ambiental>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Falkenmark, M. & Folke, C. (2002). The ethics of socio-ecohydrological catchment management: Towards hydrosolidarity. *Hydrology and Earth System Sciences* 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.5194/hess-6-1-2002>
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2006). *The role of agriculture and rural development in revitalizing abandoned/depopulated areas*. Disponível em: <<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/cae06c5d-3a2e-4ebf-9c90-85cb1b4132b2/content>>. Acesso em: ago. de 2024.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018) *The state of the world's forests 2018 – forest pathways to sustainable development*. Disponível em: <<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/be8fb3cf-5c42-48c1-ae0-a364d1b9544d/content>>. Acesso em: ago. de 2024.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). *Apanhadoras e apanhadores de flores sempre-vivas recebem reconhecimento internacional da FAO como o primeiro Patrimônio Agrícola Mundial do Brasil*. Disponível em: <<https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/es/c/1265788/>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Fazenda da Toca. 2022. *Fazenda da Toca – Orgânicos*. Disponível em: <<https://fazendadatoca.com.br/fazenda-da-toca-um-polo-de-producao-organica-em-larga-escala-2019>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Ferraz, S. F. B., Lima, W. P. & Rodrigues, C. B. (2013). Managing forest plantation landscapes for water conservation, *Forest Ecology and Management* 301, 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.015>.
- Ferreira, M. J., Levis, C., Chaves, L., Clement, C. R. & Soldati, G. T. (2022). Indigenous and Traditional Management Creates and Maintains the Diversity of Ecosystems of South American Tropical Savannas. *Frontiers in Environmental Science* 10, 809404. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.809404>
- Figueiredo, E. B. de, Jayasundara, S., De Oliveira Bordonal, R. et al. (2017). Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in Brazil. *Journal of Cleaner Production* 142, 420–431. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.132>
- Flores, B. M. & Levis, C. (2021). Human-food feedback in tropical forests. *Science* 372(6547), 1146–1147. <https://doi.org/10.1126/science.abh1806>
- Franzluebbers, A.J. & Stuedemann, J.A. (2008). Early Response of Soil Organic Fractions to Tillage and Integrated Crop–Livestock Production. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 72, 613–625. <https://doi.org/10.2136/sssaj2007.0121>
- Freire, J. M., Urzedo, D. D. & Piñeiro-Rodrigues, F. C. (2017). A realidade das sementes nativas no Brasil: Desafios e oportunidades para a produção em larga escala. *Seed News* 21(5), 24–28. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24162.02243/1>
- FSC Brasil. (2014). *FSC-STD-BRA-01-2014 V1-1 PT: Avaliação de*

- plantações florestais da República Federativa do Brasil: padrão harmonizado entre as certificadoras*. São Paulo, 53 p.
- Gama-Rodrigues, A. C. (2020). Multi-functional mixed-Forest plantations: the use of brazilian native leguminous tree species for sustainable rural development. Em: Cardoso, E. J. B. N., Gonçalves, J. L. D. M., Balleiro, F. D. C. & Franco, A. A. (orgs.). *Mixed plantations of eucalyptus and leguminous trees*, Springer International Publishing, 241–256. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32365-3_12
- Gianetti, G. W. & Ferreira Filho, J. B. D. S. (2021). O Plano e Programa ABC: uma análise da alocação dos recursos. *Revista de Economia e Sociologia Rural* 59(1), e216524. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.216524>
- Giller, K. & Wilson, K. (1991). *Nitrogen fixation in tropical cropping systems*. C.A.B. Int. Wallingford, Oxon, UK. 313 p.
- Gonçalves, J. L., Alvares, C. A., Rocha, J. H., Brandani, C. B. & Hakamada, R. (2017). Eucalypt plantation management in regions with water stress. *Southern Forests: A Journal of Forest Science* 79(3), 169–183. <https://doi.org/10.2989/20702620.2016.1255415>
- Guia de agrofloresta na Mata Atlântica: experiências em mosaicos de unidade de conservação*. (2021). São Paulo: Agroicone. 48p. Disponível em: <https://www.agroicone.com.br/wp-content/uploads/2021/09/Guia-de-Agrofloresta-na-Mata-Atlantica_12_2021.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Hakamada, R., Hubbard, R. M., Ferraz, S., Stape, J. L. & Lemos, C. (2017). Biomass production and potential water stress increase with planting density in four highly productive clonal *Eucalyptus* genotypes. *Southern Forests: A Journal of Forest Science* 79(3), 251–257. <https://doi.org/10.2989/20702620.2016.1256041>
- Hoffmann, W. A. & Franco, A. C. (2003). Comparative growth analysis of tropical forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrasts. *Journal of Ecology* 91(3), 475–484. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2003.00777.x>
- IBÁ. 2017. *Árvores plantadas e biodiversidade*. Infográfico. Disponível em: <<https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/pdf/infografico-biodiversidade.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- IBÁ. 2021. *Relatório Anual IBÁ: Ano base 2020*. Disponível em: <<https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2021-compactado.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- IPEF. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. (1980). *Relatório das atividades do convênio ITAPEVA/IPEF/DS-ESALQ-USP - Estudo sobre a influência da distribuição de reservas enriquecidas de vegetação natural em povoadamentos homogêneos de Eucalyptus, visando o controle biológico e conservação da fauna silvestre*. Documento em acervo pessoal, contato: [e-mail: jose.maia53@terra.com.br].
- IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. *Sistema agrícola tradicional do Rio Negro*. (2019). Diego Simas, D. & Barbosa, Y. Brasília, DF: IPHAN. 190 p. ISBN: 978-85-7334-351-9 1. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/dossie_19_sistema_agricola_web_12jul19.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. (2022). *Sistema agrícola tradicional das comunidades quilombolas do Vale do Ribeira*. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/galeria/detalhes/633>>. Acesso em: ago. de 2024.
- ISA. Instituto socioambiental. *Dossiê - Sistema Agrícola Tradicional Quilombola do Vale do Ribeira*. (2017). 278 p. Disponível em: <[http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Dossi%C3%AAA_rel_1\(1\).pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Dossi%C3%AAA_rel_1(1).pdf)>. Acesso em: ago. de 2024.
- ITS Brasil. Instituto de Tecnologia Social. (2004). *Caderno de Debate - Tecnologia Social no Brasil*. São Paulo-SP:ITS. 26 p.
- Kern, J., Giani, L., Teixeira, W., Lanza, G. & Glaser, B. (2019). What can we learn from ancient fertile anthropic soil (Amazonian Dark Earths, shell mounds, Plaggen soil) for soil carbon sequestration? *CATENA* 172, 104–112. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.08.008>
- Krainovic, P. M., Bastos, R. P., Almeida, D. R. D. et al. (2020). Effect of rosewood plantation chronosequence on soil attributes in Central Amazonia. *Geoderma* 357, 113952. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.113952>
- Lara, C. S., Costa, C. R. & Sampaio, P. D. T. B. (2021). O mercado de sementes e mudas de pau-rosa (*Aniba* spp.) no Estado do Amazonas. *Revista de Economia e Sociologia Rural* 59(3), e221035. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.221035>
- Lima, W. P., Laprovitera, R., Ferraz, S. F. B., Rodrigues, C. B. & Silva, M. M. (2012). Forest Plantations and Water Consumption: A Strategy for hydro-solidarity. *International Journal of Forestry Research*, 908465, 8 pages. <https://doi.org/10.1155/2012/908465>
- Lima, I. L. P., Scariot, A. & Giroldo, A. B. (2013). Sustainable Harvest of Mangaba (*Hancornia speciosa*) Fruits in Northern Minas Gerais, Brazil. *Economic Botany* 67(3), 234–243. <https://doi.org/10.1007/s12231-013-9244-5>
- Lima, R. A. F., Oliveira, A. A., Pimenta, G. R. et al. (2020). The erosion of biodiversity and biomass in the Atlantic Forest biodiversity hotspot. *Nat Commun* 11, 6347. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-20217-w>
- Lima, V. P., De Lima, R. A. F., Jones, F., Siddique, I., Raes, N. & Ter Steege, H. (2022). Climate change threatens native potential agroforestry plant species in Brazil. *Scientific Reports* 12(1), 2267. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06234-3>
- Maia, A. G., Eusebio, G. D. S., Fasiabem, M. D. C. R. et al. (2021). The economic impacts of the diffusion of agroforestry in Brazil. *Land Use Policy*

- 108, 105489. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105489>
- Maia, J. L. da S. (2015). *Relatório de Visita Técnica à Fazenda da Toca, realizada em 03 de agosto de 2015*. Acervo técnico profissional do autor.
- Maia, J. L. da S. (2018). *Projetos de biodiversidade e RPPN nas áreas adquiridas pela Suzano, da Duratex, em Lençóis Paulista – Capítulo histórico*. Relatório de consultoria com os extratos dos projetos desenvolvidos. Disponível nos arquivos da Suzano e do autor. E-mail jose.maia53@terra.com.br.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - *Projeções do Agronegócio Brasil 2021/22 a 2031/32 Projeções de Longo Prazo, 13ª edição*. (2022). <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/producao-de-graos-deve-crescer-36-8-nos-proximos-dez-anos/projeesdoagronegocio20212022a203132.pdf>
- MapBiomass. Projeto MapBiomass. (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.
- Mello, K. de, Fendrich, A. N., Sparovek, G. et al. (2021). Atingir metas privadas de conservação no Brasil por meio de esquemas de restauração e compensação sem prejudicar as terras produtivas. *Ciência e Política Ambiental* 120, 1-10.
- Melo, F. P. L. (2017). The socio-ecology of the Caatinga: understanding how natural resource use shapes an ecosystem. In: Silva, J. M. C., Leal, I. R. & Tabarelli, M. (eds). *Caatinga*. Springer. p.369-382. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3_14
- Melotto, A. M., Laura, V. A., Bungentab, D. J. & Ferreira, A. D. (2019). Espécies florestais em sistemas de produção em integração. Em: *ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta*. Bungentab, D. J. et al.(eds.). Brasília, DF: Embrapa, p. 429-454.
- Miccolis, A., Peneireiro, F. M., Marques, H. R. et al. (2016). *Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção: opções para Cerrado e Caatinga*. Brasília, DF: Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal, 266 p.
- Miranda, E. E. de, Magalhães, L. A. & Carvalho, C. A. de (2014). *Proposta de delimitação territorial do MATOPIBA*. Campinas-SP: Embrapa. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1037313/1/NT1DelimitacaoMatopiba.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Moraes, L. F. D. de, De Oliveira, R. E., Zakia, M. J. B. & Von Glehn, H. C. (2020). The brazilian legal framework on mixed-planted forests. Em: Cardoso, E. J. B. N., Gonçalves, J. L. D. M, Balieiro, F. C. & Franco, A. A. (orgs.). *Mixed Plantations of Eucalyptus and Leguminous Trees*, Springer International Publishing, p. 257–270. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32365-3_13
- Moreira, G. L., Araujo, E. C. G., Celestino, P. C. G. et al. (2018). Landscape ecology and geotechnologies as tools for the management of biological conservation. *Journal of Experimental Agriculture International* 27(1), 1-12. <https://doi.org/10.9734/JEAI/2018/43641>
- Nabinger, C., Ferreira, E. T., Freitas, A. K., Carvalho, P. D. F. & Sant'Anna, D. M. (2009). Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. Em: Pillar, V. P., Müller, S. C., Castilhos, Z. M. de S. & Jacques, A. V. A. (org.) *Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 175-98.
- Nabinger, C. & Dall'agnol, M. (2019). *Guia para reconhecimento de espécies dos campos sulinos*. Brasília: IBAMA. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/biodiversidade/flora/Guia_de_especies_dos_campos_Sulinos_Ibama.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Novotny, E. H., Maia, C. M. B. D. F., Carvalho, M. T. D. M. & Madari, B. E. (2015). Biochar: pyrogenic carbon for agricultural use - a critical review. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 39(2), 321–344. <https://doi.org/10.1590/01000683rbc20140818>
- Oliveira, T. K. (2013). Sistemas integrados na Amazônia Brasileira: experiências demonstrativas e resultados de pesquisa. Em: *Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável: 10 anos de pesquisa*. Sistemas agroflorestais e desenvolvimento sustentável: 10 anos de pesquisa, *Anais...* Campo Grande, MS. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/97086/1/24897.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Oliveira, T. E. D., Freitas, D. S. D., Gianezini, M. et al.(2017). Agricultural land use change in the Brazilian Pampa Biome: The reduction of natural grasslands. *Land Use Policy* 63, 394–400. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.02.010>
- Oliveira, U., Soares-Filho, B. S., Paglia, A. P. et al. (2017). Biodiversity conservation gaps in the Brazilian protected areas. *Scientific Reports* 7(1), 9141. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08707-2>
- Oliveira, E. A., Marimon-Junior, B. H., Marimon, B. S., et al. (2020). Legacy of Amazonian Dark Earth soils on forest structure and species composition. *Global Ecology and Biogeography* 29(9), 1458–1473. <https://doi.org/10.1111/geb.13116>
- Pacheco, A. R., Chaves, R. de Q., Nicoli & C. M. L. (2013). Integration of crops, livestock, and forestry: a system of production for the Brazilian Cerrados. Em: Hershey, C. H.; Neate E, P. (eds.). *Eco-efficiency: from vision to reality*. Cali: CIAT, p. 51-61.
- Paciullo, D. S. C., Fernandes, P. B., Gomide, C. A. D. M. et al. (2011). The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. *Revista Brasileira de Zootecnia* 40(2), 270–276. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000200006>

- Paciullo, D. S., Pires, M. F. & Müller, M. D. (2017). Oportunidades e desafios dos sistemas integrados na produção animal: ênfase nos sistemas silvipastoris. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 25, 25–35.
- Parfitt, J. M. B., Concenço, G., Scivittaro, W. B. et al. (2017). Soil and water management for sprinkler irrigated rice in southern Brazil. *Advances in international rice research* 3-18. <https://doi.org/10.5772/66024>
- Paula, S. da R., Sambuichi, R. H. R., Silva, S. P., Alves, F. & Valadares, A. A. (2023). *A inserção da agricultura familiar no Programa Nacional de Alimentação Escolar: impactos na renda e na atividade produtiva*, 2884. Texto para Discussão. São Paulo-SP: IPEA. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/12092/1/TD_2884_Web.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Pezzopane, J. R. M., Nicodemo, M. L. F., Bosi, C., Garcia, A. R. & Lulu, J. (2019). Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with different tree arrangements. *Journal of Thermal Biology* 79, 103–111. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.12.015>
- Pinho, R. C., Miller, R. P. & Alfaia, S. S. (2012). Agroforestry and the improvement of soil fertility: a View from Amazonia. *Applied and Environmental Soil Science*, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2012/616383>
- Piotto, D., Rolim, S. G., Montagnini, F. & Calmon, M. (2018). Sistemas silviculturais com espécies nativas na Mata Atlântica: panorama, oportunidades e desafios. Em: Rolim, S. G. & Piotto, D. (eds.). *Silvicultura e tecnologia de espécies da Mata Atlântica*. Belo Horizonte-MG: Editora Rona. 160 p.
- Prado, R. B., Formiga, R. & Marques, G. F. (2017). *Uso e gestão da água: desafios para a sustentabilidade no meio rural*. In: Turetta, A. P. D. (ed.) *As funções do solo, suas fragilidades e seu papel na provisão dos serviços ecossistêmicos*. Boletim Informativo. Viçosa: SBCS 43(2), 43-48.
- Prado, R. B., Parron, L. M., Campa-
nha, M. M. et al. (2018). ODS 6 e sua relação com o mundo, o Brasil e a Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1090725/ods-6-e-sua-relacao-com-o-mundo-o-brasil-e-a-embrapa>>. Acesso em: Ago. de 2024.
- Ramirez-Santos, A. G., Ravera, F., Rivera-Ferre, M. & Calvet-Nogués, M. (2023). Gendered traditional agroecological knowledge in agri-food systems: a systematic review. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 19(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-023-00576-6>
- Rangel, J. H. A., Neves, E., Moraes, S. A., Souza, S. F. & Machado, J. C. (2016). Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na região Nordeste do Brasil. *Ciência Veterinária nos Trópicos* 19, 75–84.
- Rey Benayas, J. M. & Bullock, J. M. (2012). Restoration of Biodiversity and Ecosystem Services on Agricultural Land. *Ecosystems* 15(6), 883–899. <https://doi.org/10.1007/s10021-012-9552-0>
- Rezende, C. L., Fraga, J. S., Sessa, J. C. et al. (2018). Land use policy as a driver for climate change adaptation: A case in the domain of the Brazilian Atlantic forest. *Land Use Policy* 72, 563–569. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.01.027>
- Ribeiro, M. C., Metzger, J. P., Martensen, A. C., Ponzoni, F. J. & Hirota, M. M. (2009). The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142(6), 1141–1153. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>
- Ribeiro, V. A. C. (2021). *Produção de novidades na agricultura orgânica no Estado de Rondônia: estudo de caso do Projeto Reça*. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação Mestrado em Administração, Universidade Federal de Rondônia - UNIR. Porto Velho-RO, 171 p.
- Rosa, M. R., Brancalion, P. H. S., Crouzeilles, 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>
- Salim, M. V. D. C., Miller, R. P., Ticona-Benavente, C. A., Van Leeuwen, J. & Alfaia, S. S. (2017). Soil fertility management in indigenous home-gardens of Central Amazonia, Brazil. *Agroforestry Systems*. <https://doi.org/10.1007/s10457-017-0105-6>
- Salton, J. C., Mercante, F. M., Tomazi, M. et al. (2014). Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 190, 70-79. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.09.023>.
- Santos, C. C.; Nicola, R. D.; Garcia, A. da S. & Fernandes, J. F. A. (2021). Produtos da terra, com consciência. *Ciência Pantanal*, 06.
- Santos, G. P., Zanuncio, T. V., Vinha, E. & Zanuncio, J. C. (2002). Influência de faixas de vegetação nativa em povoamentos de Eucalyptus cloeziana sobre população de Oxydia vesulia (Lepidoptera: Geometridae). *Revista Árvore* 26(4), 499–504. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622002000400013>
- Sato, J. H., de Figueiredo, C. C., Marchão, R. L. et al. (2019). Understanding the relations between soil organic matter fractions and N2O emissions in a long-term integrated crop–livestock system. *Eur J Soil Sci.* 70, 1183–1196. <https://doi.org/10.1111/ejss.12819>
- Schmidt, I. B., De Urzedo, D. I., Piñá-Rodrigues, F. C. M. et al. (2019). Community-based native seed production for restoration in Brazil – the role of science and policy. *Plant Biology* 21(3), 389–397. <https://doi.org/10.1111/plb.12842>
- Silva, C. E. M. (2009). Ordenamento Territorial no Cerrado brasileiro: da fronteira monocultora a modelos baseados na sociobiodiversidade Territorial Organization in the Brazilian Savannah: from the monoculture frontier to sociobiodiversity-based

- models. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 19, 89-109.
- Silva, R. F. B. D., Batistella, M. & Moran, E. F. (2017). Socioeconomic changes and environmental policies as dimensions of regional land transitions in the Atlantic Forest, Brazil. *Environmental Science & Policy* 74, 14–22. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.04.019>
- Solórzano, A., Da Silva Sales, G. P. & Nunes, R. D. S. (2018). O Legado humano na paisagem do Parque Nacional da Tijuca: uso, ocupação e introdução de espécies exóticas. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science* 7(3), 43–57. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2018v7i3.p43-57>
- Sosinski, Ê. E., Urruth, L. M., Barbieri, R. L., Marchi, M. M. & Martens, S. G. (2019). On the ecological recognition of *Butia* palm groves as integral ecosystems: Why do we need to widen the legal protection and the in situ/on-farm conservation approaches? *Land Use Policy* 81, 124–130. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.10.041>
- Souza, C. M., Z. Shimbo, J., Rosa, M. R., Parente, L. L. et al. (2020). Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. *Remote Sensing* 12(17), 2735. <https://doi.org/10.3390/rs12172735>
- Sparovek, G., Barretto, A. G. D. O. P., Matsumoto, M. & Berndes, G. (2015). Effects of Governance on Availability of Land for Agriculture and Conservation in Brazil. *Environmental Science & Technology* 49(17), 10285–10293. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01300>
- Strassburg, B. B. N., Latawiec, A. E., Barioni, L. G. et al. (2014). When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. *Global Environmental Change* 28, 84–97. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.001>
- Strassburg, B. B. N., Branco, P. D., Iribarrem, A. et al. (2022). *Identificação áreas prioritárias para restauração: Bioma Amazônia*. Amazônia 2030. Instituto Clima e Sociedade, Centro de Empreendedorismo da Amazônia. 66p. Disponível em: <<https://amazonia2030.org.br/wp-content/uploads/2022/02/AMZ-29.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024
- Tremblay, S., Lucotte, M., Révêret, J. P. et al. (2015). Agroforestry systems as a profitable alternative to slash and burn practices in small-scale agriculture of the Brazilian Amazon. *Agroforestry Systems* 89 (2), 193–204.
- TNC. The Nature Conservancy. (2019). *Incentivos para Produção de Soja Sustentável no Cerrado*. Disponível em: <<https://www.tnc.org.br/content/dam/tnc/nature/en/documents/brasil/tnc-incentivosparasojanocerrado-2019.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Urzedo, D. I., Vidal, E., Sills, E. O., Piña-Rodrigues, F. C. M. & Junqueira, R. G. P. (2016). Tropical forest seeds in the household economy: Effects of market participation among three sociocultural groups in the Upper Xingu region of the Brazilian Amazon. *Environmental Conservation* 43(1), 13–23. <https://doi.org/10.1017/S0376892915000247>
- Vidal, M. R., & Vicens, R. S. (2020). O abandono de terras agrícolas no estado do Rio de Janeiro: Padrões espaciais. *Revista Tamoios* 16(3). <https://doi.org/10.12957/tamoios.2020.55757>
- Vieira, R. R. S., Pressey, R. L. & Loyola, R. (2019). The residual nature of protected areas in Brazil. *Biological Conservation* 233, 152–161. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.02.010>
- Villela, A. A. (2014). Expansão da palma na Amazônia Oriental para fins energéticos. Tese (Doutorado). Rio de Janeiro: UFRJ/ COPPE 360p.
- Yamada, M. (2009). Uma breve história de desenvolvimento agroflorestal Nikkei na Amazônia: o caso da colônia de Tomé-Açu, PA. Em: Porro, R. (org). *Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação*. Brasília-DF: Embrapa, ICRAF. p. 691-704.
- WRI Brasil. (2021). *Sistemas agroflorestais (SAFs): o que são e como aliam restauração e produção de alimentos*. Disponível em: <<https://www.wribrasil.org.br/noticias/sistemas-agroflorestais-safs-o-que-sao-e-como-aliam-restauracao-e-producao-de-alimentos>>. Acesso em: ago. de 2024.
- WWF Brasil. (2020). *Avaliação financeira da restauração florestal com agroflorestas na Amazônia - caracterização e indicadores de viabilidade de sistemas agroflorestais sucessionais na RESEX Chico Mendes, Xapuri/AC Brasil*. Rodrigues, F. Q., Brilhante, N. A., Santos, A. A. & Rosário, D. A. 31 p. Disponível em: <https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/avaliacao_financeira_restauracao_saf_jun2020_v2.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Zanetti, R., Vilela, E. F., Zanuncio, J. C., Leite, H. G. & Freitas, G. D. (2000). Influência da espécie cultivada e da vegetação nativa circundante na densidade de saúveiros em eucaliptais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35(10), 1911–1918. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X200000100000>

Anexo A.4.1 Espécies arbóreas e herbáceas, nativas e exóticas já avaliadas em sistemas integrados de produção, nos diferentes biomas Brasileiros (Adaptado de Dias et al., 2007; Oliveira et al., 2013; Pezzopane et al., 2019; Paciullo et al., 2021). Espécies marcadas com * são espécies exóticas que podem se tornar invasoras quando mal-manejadas, o que traz o risco de efeitos indesejáveis para a biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

Sistema (Estado da Federação)	Componente arbóreo		Componente anual/herbáceo
	Nativo	Exótico	
Lavoura-pecuária- floresta (PA)	Paricá (<i>Schizolobium amazonicum</i>), taxi-branco (<i>Sclerolobium paniculatum</i>), cumaru (<i>Dipteryx odorata</i>) e castanheira (<i>Bertholletia excelsa</i>),	Teca (<i>Tectona grandis</i>), mogno africano (<i>Khaya ivorensis</i>) e eucalipto (<i>Eucalyptus</i> * sp.),	milho em consórcio com <i>Urochloa humidicola</i> * ou <i>Urochloa ruziziensis</i> *. Caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) pode ser usado na recuperação de pastagens degradadas.
Lavoura-pecuária- floresta (AM)		Eucalipto (<i>Eucalyptus urograndis</i> *)	Arroz e forrageiras (<i>Urochloa brizantha</i> * cv. Marandu e <i>Andropogum gayanus</i> * cv. Planaltina)
	Tachi-branco (<i>Sclerolobium paniculatum</i>) e gliricídia (<i>Gliricidia sepium</i>)	Eucalipto (<i>Eucalyptus urograndis</i> *)	milho e sorgo em plantio direto sobre <i>Urochloa ruziziensis</i> *
Lavoura-pecuária (RO)			Arroz-soja-milho safrinha com <i>Urochloa ruziziensis</i> *
			(Arroz)-soja-milho verde
Lavoura-pecuária- floresta (RR)	Cedro doce (<i>Pochota fendleri</i>) e gliricídia (<i>Gliricidia sepium</i>)	<i>Eucalyptus</i> * sp.	Milho-arroz-soja-feijão caupi- <i>Urochloa ruziziensis</i> *
	Castanheira (<i>Bertholletia excelsa</i>)	Teca (<i>Tectona grandis</i>)	Diversas culturas anuais e forragem
Lavoura-pecuária- floresta (AC)	Mulateiro (<i>Calicophyllum spruceanum</i>), bordão-de-velho (<i>Samanea tubulosa</i>)		Milho safra e safrinha, alternando com forrageira
Pecuária-floresta (SP)	<i>Mimosa artemisiana</i>	<i>Acacia mangium</i> *, <i>Acacia angustissima</i> *, <i>Leucaena leucocephala</i> x <i>L. diversifolia</i> *; <i>Eucalyptus grandis</i> *	Milho na implantação do sistema, seguido de <i>Urochloa decumbens</i> *
Pecuária-floresta (SP)	Angico-branco (<i>Anadenanthera colubrina</i>), canafístula (<i>Peltophorum dubium</i>), ipê-felpudo (<i>Zeyheria tuberculosa</i>), jequitibá-branco (<i>Cariniana estrellensis</i>), and pau-jacaré (<i>Piptadenia gonoacantha</i>); mutambo (<i>Guazuma ulmifolia</i>) e capixingui (<i>Croton floribundus</i>)		<i>Urochloa decumbens</i> *
Pecuária-floresta (SP)		<i>Eucalyptus urograndis</i> *	<i>Urochloa brizantha</i> *
Pecuária-floresta (RJ)	<i>Mimosa tenuiflora</i> (foi testada com mais 16 leguminosas em sistema silvipastoril e se destacou pela persistência na pastagem, sem proteção de mudas, na presença do gado)		<i>Urochloa decumbens</i> *

CAPÍTULO 5: OPORTUNIDADES PARA GERAÇÃO DE RENDA E INCLUSÃO PRODUTIVA NA PAISAGEM RURAL POR MEIO DO USO SUSTENTÁVEL E DA MANUTENÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Como citar: Ferreira, J. N., Favareto, A. da S., Resque, A. G. L., Garcia-Drigo, I., Sarcinelli, O., May, P. H., Santos, S. A., Almeida, T. H. M. P. de, Pedreira, B. da C. C. G. Capítulo 5: Oportunidades para geração de renda e inclusão produtiva na paisagem rural por meio do uso sustentável e da manutenção da biodiversidade e dos 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. 132-159.

<http://doi.org/10.4322/978-65-01-21502-0.cap05>

Coordenadores do capítulo: Joice Nunes Ferreira¹,
Arlison da Silva Favareto²

¹ Embrapa Amazônia Oriental

² Universidade Federal do ABC

⁷ Embrapa Pecuária Sudeste

⁸ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

⁹ Embrapa Solos

Autores do capítulo: Antônio Gabriel Lima Resque³,
Isabel Garcia-Drigo⁴, Oscar Sarcinelli⁵, Peter
Herman May⁶, Sandra Aparecida Santos⁷, Thaís
Helena Mandello Pimenta de Almeida⁸, Bernadete da
Conceição Carvalho Gomes Pedreira⁹

³ Universidade Federal Rural da Amazônia

⁴ Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola

⁵ Universidade Estadual de Campinas

⁶ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Revisores externos: Marcus Peixoto¹⁰, Walter Belik¹¹

¹⁰ Senado Federal

¹¹ Universidade Estadual de Campinas

CAPÍTULO 5: OPORTUNIDADES PARA GERAÇÃO DE RENDA E INCLUSÃO PRODUTIVA NA PAISAGEM RURAL POR MEIO DO USO SUSTENTÁVEL E DA MANUTENÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

5.1 Introdução

5.2 Incentivos às práticas e à comercialização de produtos da agricultura sustentável

5.2.1 Mercados institucionais e programas governamentais

5.2.2 Iniciativas de certificações socioambientais voluntárias

5.2.3 Nichos de mercado

5.2.4 Inclusão digital na agricultura e sustentabilidade

5.3 Oportunidades de agregação de renda associadas à conservação e ao uso sustentável dos recursos naturais

5.3.1 Uso e comercialização de produtos da sociobiodiversidade

5.3.2 Turismo rural como fomentador do desenvolvimento sustentável no meio rural

5.3.3 Cadeia produtiva da restauração como oportunidade de renda

5.3.4 Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e mecanismos semelhantes

5.3.5 Mercado de Cotas de Reserva Ambiental

5.4 Considerações finais

Referências

5.1 Introdução

Os desafios impostos pelas mudanças climáticas e a perda de biodiversidade fazem com que temas sobre a conservação da biodiversidade em paisagens produtivas entrem de vez para o rol dos grandes problemas tratados no debate público no Brasil e no mundo. Entretanto, nem sempre esse debate envolve, de maneira interdependente, as relações entre os problemas ambientais, as respostas que precisam ser dadas pela sociedade a estes problemas e como as respostas encontradas repercutem de maneira desigual sobre os setores mais vulneráveis da sociedade.

Assegurar uma vida digna e satisfatória no meio rural – fronteira privilegiada das relações entre sociedade e natureza – é fundamental e, para alcançar este objetivo, faz-se necessário ampliar as oportunidades para melhoria de renda e inclusão dos agricultores que manejam a biodiversidade de forma sustentável. A inclusão, no seu sentido mais amplo, deve ser preocupação central na agenda de respostas aos desafios impostos pela perda de biodiversidade e deve envolver diferentes setores da agricultura para a criação de oportunidades que promovam a desejada mudança. Observa-se que, lentamente, as cadeias de valor do agronegócio estão incorporando as variáveis ambientais e, por vezes, também incorporam variáveis sociais, em suas estratégias e modelos de negócios; entretanto, fazem-se necessários incentivos econômicos (financeiros ou não) para acelerar este processo e para a adoção de práticas sustentáveis na agricultura.

Hoje existe um universo de iniciativas inovadoras orientadas para a valorização

da biodiversidade e para a ampliação de oportunidades de inclusão nos diferentes biomas, mas estas estratégias ainda são insuficientes para fazer frente aos problemas decorrentes da degradação dos ecossistemas naturais, da sua biodiversidade, dos seus recursos e dos seus serviços ecossistêmicos. É preciso ampliar o alcance e a escala das experiências locais bem-sucedidas e para isso torna-se fundamental superar bloqueios estruturais (no crédito, na assistência técnica, nas regras de mercado, entre outros), disseminar as inovações criadas (a partir de aprendizados gerados onde elas tiveram melhores resultados) e induzir mudanças institucionais e nas relações entre Estado, sociedade e mercado para que favoreçam a transição da agricultura para um padrão mais sustentável nas suas relações entre sociedade e natureza.

Neste capítulo são abordadas oportunidades que, para além de trazer múltiplos benefícios ambientais, também agregam renda e promovem a inclusão de agricultores que utilizam práticas sustentáveis. Mais do que apontar potencialidades, o que se pretende neste capítulo é identificar onde estão os entraves para aprofundar e acelerar a transição para essas práticas sustentáveis e, dessa forma, converter tamanha potencialidade em oportunidades reais.

5.2 Incentivos às práticas e à comercialização de produtos da agricultura sustentável

A adoção de práticas produtivas regenerativas e sustentáveis sob o ponto de vista da conservação do capital natural traz múltiplos benefícios para os agricultores (ver exemplos no capítulo 4). O plantio

direto, a adoção de sistemas integrados e/ou agroflorestais são exemplos de práticas na agricultura que contribuem para manter ou melhorar a fertilidade do solo, o aumento da produtividade agrícola, a captura e o armazenamento de CO₂ e a manutenção da biodiversidade, além de proporcionar ganhos de produtividade por unidade de área, resultará na redução de custos privados e sociais decorrentes da degradação das terras e na criação de oportunidades para gerar renda e acelerar a inclusão social e econômica no meio rural. Nesta seção são apresentadas oportunidades que contribuem para a geração de renda e inclusão no meio rural e que decorrem diretamente da adoção de práticas de produção sustentáveis. Instrumentos de políticas e mercado vêm sendo criados de forma inovadora para incentivar uma agricultura mais resiliente e conservacionista do ponto de vista dos recursos naturais. Estes incentivos têm origem tanto em mercados institucionais, como também em sistemas de financiamento à adoção de práticas agrícolas sustentáveis e certificação socioambiental, que introduzem critérios que podem favorecer a inclusão e a valorização da produção de alimentos que contribuem para a manutenção da biodiversidade e de seus serviços ecossistêmicos.

5.2.1 Mercados institucionais e programas governamentais

Mercados institucionais são caracterizados por uma estrutura particular de trocas regida por regras e convenções negociadas por um grupo de diferentes atores e organizações, tendo o Estado um papel central (Grisa, 2010). Esses mercados são excelentes exemplos de oportunidades para promover inclusão e sustentabilidade. O

Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) são duas experiências de políticas para fomentar mercados institucionais que podem ser recuperadas e fortalecidas. Ambos os programas preveem a compra pública de produtos da agricultura familiar e seu uso por instituições sociais e educacionais. Estes programas incorporaram vários princípios relacionados à transição agroecológica e à biodiversidade, como por exemplo: promover e valorizar a biodiversidade e a produção orgânica e agroecológica de alimentos; apoiar o desenvolvimento sustentável, com incentivos para a aquisição de alimentos diversificados produzidos localmente; e a articulação entre os atores sociais envolvidos no processo de compra de produtos (FNDE, 2016). Eles são, portanto, potenciais agentes favoráveis à agrobiodiversidade e à coprodução de serviços ecossistêmicos em agroecossistemas (Resque et al., 2019). São elegíveis a participar dos programas agricultores familiares em toda a sua diversidade, de acordo com a Lei Federal nº 11.326/2006 (BRASIL, 2006), com prioridade para as comunidades tradicionais, indígenas e remanescentes de quilombos.

Mesmo se tratando de programas federais, são as gestões municipais que operacionalizam essas iniciativas, sendo que o nível de adoção desses mercados no Brasil é variado. As regiões Nordeste e Sudeste receberam ao longo dos anos o maior volume de recursos aplicados nos programas, com um volume anual em torno de 2/3 do recurso nacional, distribuído de forma equilibrada entre as duas regiões. O restante do recurso é destinado às regiões Sul e Norte do Brasil, e em menor volume à região Centro Oeste (Silva et al., 2020;

Perin et al., 2021). Em todas as regiões o volume de recursos decresceu de forma acentuada entre 2014-2019, refletindo um período de austeridade fiscal e as mudanças político-institucionais que impactaram negativamente a agricultura familiar. Existe ainda variação dentre diferentes municípios de uma região, ou mesmo de um estado, com alguns municípios onde o programa é bem implementado, contrastando com outros locais em que ele sequer funciona. Há ainda um enorme potencial para expandir o número de famílias envolvidas. Muitos estados e municípios relatam dificuldades para atingir os percentuais mínimos de compra da agricultura familiar previstos, por exemplo, no PNAE. Por isso, para além da retomada desses programas, é preciso introduzir aprimoramentos que passam tanto pelo fortalecimento de capacidades nos municípios para que possam participar dessas iniciativas, como por uma certa simplificação dos modelos de implementação.

Mesmo sendo ferramentas interessantes para a promoção da biodiversidade, o volume de produtos orgânicos comercializados pelos programas ainda é pequeno, se comparado com o total de produtos comercializados. O governo federal projetou, por meio do Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica 2016-2019 (PLANAPO), que até 2019, 5% dos produtos comercializados pelos programas PAA e PNAE fossem orgânicos, mas essa meta, mesmo tímida, nunca foi atingida. Dentre os desafios para garantir uma maior e melhor implementação dos programas em diferentes municípios/regiões, sobretudo para que sirvam de fato para priorizar uma produção sustentável, destacam-se: a implementação dos 30% de acréscimo no preço para produtos orgânicos;

dar mais visibilidade e capacitação sobre a importância de serviços ecossistêmicos derivados de práticas agrícolas benéficas. Isso, por sua vez, envolve aspectos institucionais como a reorientação das formas de apoio à produção, crédito e a assistência técnica, ainda muito orientados pelo paradigma produtivista; envolvendo aspectos subjetivos, como fortalecer valores e práticas associados à importância de se consumir alimentos saudáveis. Existem, no entanto, diferentes iniciativas exitosas de municípios nos quais os programas estão tendo sucesso em sua função de promover a agrobiodiversidade. O segredo destas iniciativas é a conjunção de um contexto socioprodutivo local consonante com os princípios da agroecologia e o compromisso das instituições-chave ligadas à implementação dos programas com tais princípios (Resque et al., 2019).

5.2.2 Iniciativas de certificações socioambientais voluntárias

Certificações socioambientais voluntárias são acordos entre produtores que se comprometem a seguir determinado grupo de critérios de qualidade e a adotar práticas em agricultura sustentável como forma de valorizar seus produtos junto ao mercado consumidor. Os critérios e as práticas adotadas variam muito entre as certificações existentes e, as formas de defini-los e monitorá-los envolve, muitas vezes, uma terceira parte responsável pela verificação das práticas adotadas.

Este tipo de certificação é um importante indutor de inclusão social e, quando aplicada à agricultura, serve para sinalizar ao mercado consumidor que ações contra a degradação dos ecossistemas naturais

estão sendo tomadas pelos agricultores. Além disso, a certificação socioambiental permite valorizar os produtos e serviços oriundos de regiões certificadas e sinalizar sua qualidade para mercados específicos. Este tipo de mecanismo vem sendo apontado como alternativa para a agricultura conseguir conciliar a produção de alimentos com a conservação ambiental e inclusão no meio rural (Pacheco et al., 2011; Mwangi & Wardell, 2012; Schmitz-Hoffmann et al., 2014; Piketty et al., 2015). Entretanto ainda existem dúvidas sobre a sua efetividade em trazer mudanças fundamentais e duradouras em diferentes contextos nacionais e regionais, devido a incertezas de mercado e à escala com que são praticadas (Cashore, 2002; Cashore et al., 2006; Pacheco et al., 2011). As Tabelas 5.1 e 5.2 ilustram aspectos da dimensão ambiental, social e econômica de alguns dos principais sistemas de certificação de produtos agrícolas existentes no Brasil e de alguns sistemas que não são certificações *stricto sensu*, mas conferem selos de sustentabilidade por meio de sistemas de verificação.

Estes casos são mencionados para ilustrar a similaridade dos elementos mobilizados, bem como os limites destas experiências para que haja ampliação de escala e das oportunidades de inclusão. Vale ainda destacar que a dimensão econômica da aplicação destes sistemas é aquela sobre a qual se tem menos evidências, comparativamente às demais, em termos de resultados duradouros. A dimensão social contempla, em geral, respeito à legalidade e compensações quando direitos de comunidades são

atingidos, mas é na dimensão econômica que residem os mecanismos de incentivo, que geralmente, são de implementação custosa e acabam por limitar a expansão das iniciativas ou mesmo, em alguns casos, sua viabilidade.

Há uma grande lacuna entre as práticas usuais dos produtores e o que os padrões de certificação exigem deles. Os custos financeiros e transacionais para superar esta barreira de conhecimento e condições financeiras torna a certificação voluntária inviável economicamente para uma grande parcela dos agricultores (Wijaya & Glasbergen, 2016). Mesmo as abordagens de grupo ou as abordagens de origem nas certificações, que conferem mais importância às características intrínsecas dos produtos, esbarram no problema da heterogeneidade dos grupos e de diferentes capacidades de disponibilidade de recursos financeiros, técnicos e de conhecimento. Em geral, os grupos de produtores menos organizados acumulam mais problemas sociais e ambientais. Por exemplo, a manutenção da quantidade e qualidade da água é um dos temas na dimensão ambiental que mais povoam as normas de certificação. Porém, segundo alguns pesquisadores argumentam, a segurança hídrica somente pode ser bem abordada na escala da paisagem – envolvendo, portanto, o entorno dos empreendimentos – o que muitas vezes extrapola o grupo de atores diretamente envolvido nos sistemas de certificação (Kissinger et al., 2015). Apesar dessas dificuldades, há exemplos notáveis de produtos vinculados às suas origens, a exemplo do queijo da Canastra, em Minas Gerais, e da farinha de Bragança, no Pará.

Tabela 5.1. Exemplos de certificações socioambientais, dimensões e limites

Sistemas de certificação	Cultivos	Dimensões de sustentabilidade			Limites
		Ambiental	Social	Econômica	
Agricultura Sustentável (Rainforest Alliance)	Banana, cacau, café, óleo de palma, frutas, flores, ervas, chá e nozes	Produção livre de Organismos Geneticamente Modificados (Não-OGM) combinada ao controle dos impactos sobre água, solo, biodiversidade e eficiência energética	Eliminação de trabalho escravo e garantia dos direitos trabalhistas	A certificação de grupo prevê mecanismo para repartição de benefícios e plano de investimentos em sustentabilidade	Custos de implementação; Arranjos em grupo ou certificação apoiada pelos consumidores são mais inclusivos
Mesa Redonda da Soja Responsável	Soja em grãos	Desmatamento zero depois de 3 de junho de 2016 combinado com plano de conservação da biodiversidade, controle de impactos sobre água, solo e emissão de GEE	Eliminação de trabalho escravo, garantia dos direitos trabalhistas e relações responsáveis com as comunidades do entorno	Expansão responsável dos cultivos para evitar conversão de atributos com alto valor para conservação, realização de investimentos em atividades conservacionistas <i>in situ</i> e <i>ex situ</i> e adoção de medidas de gestão de externalidades	Baixa demanda de mercado e os critérios de desmatamento zero não engajam os produtores nos territórios da soja na Amazônia e Cerrado
Padrões Forest Stewardship Council – FSC (Conselho de Manejo Florestal, em Português)	Madeira e produtos de madeira	Produção livre de Organismos Geneticamente modificados (Não-OGM) combinada ao controle dos impactos sobre água, solo e biodiversidade e expansão responsável dos cultivos para evitar a degradação de atributos de alto valor para conservação	Eliminação de trabalho escravo, garantia dos direitos trabalhistas e relações responsáveis com as comunidades do entorno	Promoção da economia local, incentivos para negócios locais de processamento/ aproveitamento dos produtos e incentiva os produtores a se tornarem provedores de serviços ambientais	Baixa demanda internacional por madeira nativa, altos custos de implementação da certificação, inexistência de assistência técnica florestal especializada nos rincões da Amazônia
Fazenda Pantaneira Sustentável (FPS)	Produção sustentável de gado de corte	Promover o uso sustentável dos recursos biodiversidade, integridade de habitats, recursos hídricos e a proteção ambiental	Eliminação de trabalho escravo e garantia dos direitos trabalhistas, qualidade de vida, gênero e cultural	Avalia a sustentabilidade dos aspectos de bem-estar animal, produtividade, gestão da propriedade e gestão financeira	O protocolo está em fase de implantação e buscará incluir todas as propriedades que adotarem as boas práticas previstas pela certificação

Fonte: Santos et al. (2017); Rainforest Alliance (2020); RTRS (2021); FSC International Center (2023).

As certificações socioambientais precisam ser acompanhadas de programas de implementação, de preferência desenhados por intermédio de parcerias público-privadas e que sejam capazes de alinhar os incentivos (redução da burocracia, facilitação de acesso ao crédito ou instrumentos de crédito diferenciados para esse tipo de iniciativas, formação de assistência técnica especializada,

dentre outros) para a sua aplicação com efetividade. Neste sentido, o Plano Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC+) é uma iniciativa pública que visa incentivar e financiar práticas agrícolas sustentáveis e, a sua inclusão em políticas de apoio a agricultura familiar pode ampliar significativamente o alcance do uso dos recursos e embasar a estruturação de outros planos (ver Quadro 5.1).

Tabela 5.2. Sistemas de Origem, suas dimensões e limites

Sistemas de Certificação ou Origem	Cultivos	Dimensões de sustentabilidade			Limites
		Ambiental	Social	Econômica	
Café do Cerrado Mineiro	Café arábica	Preservação de solo, água e florestas nativas	(sem informação)	Política de captação de recursos em conjunto para financiar a assistência técnica	Alto custo de implementação da rastreabilidade da origem
Selo Angus de Sustentabilidade	Raça Aberdeen Angus – Associação Brasileira de Angus – RS	Preservação de vegetação nativa, recuperação de áreas degradadas	Direitos de trabalhadores	Sem informação	Alto investimento em genética animal
Selo Origens Brasil	Cadeias produtivas da sociobiodiversidade e produtos florestais não-madeireiros da Amazônia	Valoriza o modo de vida das comunidades tradicionais extrativistas que conservam as florestas em pé	Regras são definidas pelas organizações comunitárias	Amplia o mercado para produtos e matéria-prima de origem nas comunidades da Amazônia	Cadeias produtivas em consolidação exigindo investimentos em infraestrutura de processamento, escoamento e gestão

Fontes: Menezes et al. (2022), <https://www.cerradomineiro.org/>; <https://origensbrasil.org.br/>

Quadro 5.1: Estudo de caso – O Plano ABC+ como instrumento de financiamento para pequenos e médios produtores

O Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, também denominado de Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono), tem como principal objetivo incentivar, técnica e economicamente, a adoção de práticas agrícolas sustentáveis no Brasil. É financiado com crédito público, via Plano Safra Anual, e o total de recursos previstos para investimentos no primeiro período de execução, entre 2011 e 2020, foi de R\$ 197 bilhões, porém, foram efetivamente contratados R\$21 bilhões. Em 2021, iniciou-se a segunda etapa do Plano ABC, denominado ABC+, e que amplia as metas de redução de emissões inicialmente previstas, como também amplia as práticas financiadas pelo plano. O Plano ABC+ pode ser uma fonte potencial de recursos para financiar a adoção de práticas sustentáveis por pequenos e médios agricultores, porém este tipo de ação deve implicar em significativos custos de transação. Como possível solução, os bancos públicos e os outros bancos que administram o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), poderiam incluir carteiras específicas do Plano ABC+, especificamente destinadas a esta categoria de novos clientes.

Concretamente, se um produtor certificado de serviços ambientais ou que tenha programas de desenvolvimento social, não investe continuamente na sua implementação e manutenção, o selo obtido não terá continuidade e os efeitos positivos na renda das famílias atreladas ao movimento iniciado pela certificação serão interrompidos. Além disso, é preciso

melhorar as condições de participação dos segmentos mais vulneráveis nos sistemas de certificação existentes, corrigindo assimetrias de poder (com formas de participação diferenciadas, mecanismos de deliberação que favoreçam a expressão da vontade desses grupos) e por instrumentos desenhados especificamente para estes grupos (programas de certificação

subvencionados, formação de capacidades, assistência técnica e formas de acesso a mercados diferenciados).

5.2.3 Nichos de mercado

Nichos de mercado são representados por oportunidades de negócio dirigidas a atender demandas de parcela da população que busca por produtos diferenciados e com alguns atributos específicos que podem estar associados à qualidade, às condições em que foram produzidos, ou a outros atributos de origem dos produtos (características

específicas das regiões produtoras ou do tipo de fornecedor). A agricultura orgânica consiste em um dos nichos mais relevantes dentro do mercado de alimentos e se caracteriza pela produção sem uso de agrotóxicos, seguindo os princípios da sustentabilidade (Pinho et al., 2015). Embora o número de agricultores orgânicos registrados no Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) tenha crescido 300% entre 2010 e 2018, este ainda é considerado um nicho mercadológico de uma elite de consumidores de mais alta renda, por conta do custo da certificação e das longas cadeias de abastecimento.

Quadro 5.2: Estudo de caso - Política de incentivos à certificação socioambiental

O PLANAPO (Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica), atrelado ao PRONAF-Eco e PRONAF-Floresta (Pinho et al., 2015), teve impactos positivos como a promoção da certificação e iniciativas como a da Prefeitura de São Paulo que publicou a Lei Federal nº 16.140/2015 (São Paulo, 2015) que tornou obrigatória a inserção gradual de alimentos orgânicos nas escolas da rede municipal. A certificação nesses nichos de mercado pode ocorrer por meio de três mecanismos: contratação de uma certificadora credenciada; sistema participativo de garantia (SPG) e organização de controle social (OCS) na venda direta sem certificação (Lima et al., 2020).

Outro nicho de mercado que vem crescendo nos últimos anos é o do Comércio Justo e Solidário (*Fair Trade*) onde o principal objetivo é melhorar as condições econômicas e sociais dos agricultores, por meio da garantia de preço mínimo e de prêmios adicionais aos produtos provenientes de práticas sustentáveis e que promovam o desenvolvimento da comunidade (Knöbelsdorfer et al., 2021). Nesse segmento, a prerrogativa é que os alimentos adquiridos pelos consumidores sejam provenientes de produtores que sigam princípios da sustentabilidade, traduzidos em uma série de critérios. Uma referência fundamental são os princípios elaborados pela WFTO (Organização Mundial do Comércio Justo, da sigla World Free Trade

Organization). No Brasil, existe a Associação das Organizações de Produtores Fairtrade do Brasil (BRFAIR) que segue as mesmas diretrizes e reúne vários produtores certificados de produtos como café, suco de fruta, mel, castanha e uva.

Para promover ganhos de escala e incentivar a inserção de pequenos agricultores no mercado, uma iniciativa da Embrapa em conjunto com o Sebrae foi desenvolvida através do projeto “Inteligência estratégica para pequenos negócios rurais: agregação de valor e tecnologia”. Essa iniciativa prioriza nichos de mercados com orientações sobre aspectos tecnológicos, legais, econômicos, comerciais e de boas práticas em formato de modelo de negócios. São eles: 1) Boas

práticas na cadeia de produção de açaí; 2) BRS Sertão Forte maracujá-da-caatinga como um novo nicho de mercado; 3) Cafés especiais robustas amazônicos; 4) Derivados de feijão-caupi: opção para alimentação sem glúten - nutrição e saúde; 5) Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs): segurança alimentar e nicho de mercado; 6) Mandioca de polpa de raiz rosada: novas possibilidades para o mercado de mandioca de mesa; 7) Ovos de poedeira Embrapa 051; 8) Queijos artesanais brasileiros; 9) Tecnologias inovadoras para produção de derivados de carne ovina com qualidade e valor agregado.

5.2.4 Inclusão digital na agricultura e sustentabilidade

Digitalização é um tema amplo e envolve uma variedade de domínios (Favareto et al. 2022). Enquanto alguns domínios estão associados à chamada agricultura 4.0 (tema já tratado no capítulo 4) e envolvem o acoplamento de tecnologias ao maquinário agrícola, o uso de drones, satélites, *big data*, *blockchain* e a disseminação de aplicativos (Buainain et al., 2021), outros envolvem mudanças nas formas de produção, assistência técnica e consumo através do uso de plataformas digitais que conectam produtores e consumidores (Niederle et al., 2021). Todos esses mecanismos são importantes para agregar benefícios aos produtores rurais, seja por meio de mais acesso aos mercados, rastreabilidade, menos uso de recursos, entre outros.

No caso específico do acesso a mercados por meio de plataformas digitais, as experiências em operação variam entre si quanto ao tipo de atores envolvidos e o papel de cada um deles, o tipo de transação efetuada nestes

ambientes virtuais, o que se valoriza nos produtos e nos termos das trocas e como se estruturam barreiras de entrada e distribuição de ganhos. Niederle et al. (2021) mapearam essa diversidade de situações; a Tabela 5.3 apresenta algumas das formas mais comuns encontradas.

Apesar desses potenciais, o Relatório 2022 sobre Inclusão Produtiva no Brasil Rural e Interiorano (Favareto et al., 2022) chama a atenção para o fato de que há risco de uma digitalização em duas velocidades: uma para a agricultura 4.0, mobilizando todo um ecossistema de empresas flexíveis e inovadoras, demandando alto capital humano, social e financeiro para a adoção dos novos padrões; e outro para os agricultores não tão bem posicionados na posse e uso destes mesmos recursos. Logo, os significados da digitalização para a inclusão produtiva não serão unívocos, nem necessariamente positivos. Eles dependerão de como os desafios serão conduzidos por atores coletivos ou manejados pelas políticas públicas.

O mesmo relatório aponta algumas das condições que afetam as possibilidades de que a atual onda de digitalização seja aproveitada como instrumento de inclusão produtiva, entre elas, são destaques as barreiras no acesso à energia elétrica, o acesso à internet e o acesso à assistência técnica. Sem uma boa resposta para estas barreiras de acesso, a digitalização tende a aprofundar o fosso que separa os estabelecimentos mais produtivos dos mais vulneráveis.

Para ampliar o alcance da digitalização na agricultura é necessário ampliar o acesso dos agricultores menos favorecidos a

Tipos de plataformas	Atores e atributos
Plataformas do tipo <i>marketplace</i>	Operadas por gigantes do comércio digital, estas plataformas operam com altíssima seletividade entre seus fornecedores por conta de exigências associadas à regularidade, qualidade e preço. Nas condições contratuais destes casos o poder de negociação dos termos comerciais é totalmente assimétrico e despersonalizado. Não é uma plataforma especializada no ramo agroalimentar, o que diminui a margem para a afirmação de características específicas de qualidade e diferenciação de produto por origem social ou geográfica. Sua grande vantagem está no tamanho do mercado.
Plataformas intermediadas por empresas ou instituições que atuam em nichos de consumidores conscientes	Operadas frequentemente por empresas ou instituições que buscam associar algum diferencial de qualidade ou origem, essas plataformas exploram mercados de nicho que valorizam critérios socioambientais nos hábitos de consumo. Mecanismos de seletividade são atenuados pela introdução de outros critérios que podem tornar mais flexíveis barreiras como qualidade (aceitação dos chamados “produtos imperfeitos” e diminuição do desperdício), regularidade (valorizando diversidade e sazonalidade como atributos positivos) e preço (por custos de operação menores ou por incorporação dos critérios socioambientais nos valores praticados junto ao consumidor). É usual haver condições mais favoráveis aos produtores nos termos contratuais, comparativamente à média dos mercados padrão. Sua desvantagem está no tamanho dos mercados, ainda que em expansão.
Plataformas do produtor ao consumidor	Operadas pelos próprios produtores, individualmente ou coletivamente por meio de associações ou cooperativas. Valorizam qualidade e origem dos produtos (agroecológicos, orgânicos, produção artesanal e produção familiar). Praticam valores e formas de distribuição dos ganhos favoráveis aos agricultores. Dependem em grande medida de redes e nichos de consumidores. Há dificuldades associadas à disponibilidade de tecnologia adaptada às necessidades desse tipo de negócios, à infraestrutura e logística para operar compras e entregas, à capacidade de gerir as informações produzidas para aperfeiçoar o modelo da plataforma, em geral restrita em recursos.
Plataformas institucionais de oferta e divulgação	Operadas por organizações sociais ou pelo poder público, funcionam como vitrines de oferta e divulgação de produtos, deixando as transações comerciais a cargo das partes (produtores e consumidores) diretamente. Têm a vantagem de emprestar legitimidade aos produtos oferecidos, amplificando seu mercado potencial. Têm a desvantagem de deixar a efetivação das transações ao sabor das condições de acesso e negociação entre produtores e consumidores individualmente.
Redes sociais	Utilizadas individualmente ou por grupos de produtores, tem como grande vantagem a flexibilidade e o baixo custo. Têm como limites o fato de que se restringem à rede de influência e de contatos do produtor ou do grupo de produtores original. Não geram relações estáveis e contratuais, resultando em significativa volatilidade como mercado e em individualização nas formas de viabilizar a logística necessária à efetivação das transações (organização de encomendas, negociações de termos, recebimento de valores, entrega de produtos, retorno de satisfação).

Fonte: Favareto et al. (2022), com base em Niederle et al. (2021).

infraestruturas necessárias, como por exemplo o acesso à energia elétrica e à internet, mas também investir na capacitação de técnicos que possam levar estes novos conhecimentos para o campo (tema já tratado no capítulo 4). Especificamente no caso da pesquisa e das inovações tecnológicas, a Embrapa segue sendo uma referência mundial, mas agora ela divide o protagonismo das novas tecnologias com um ecossistema de inovações mais complexo, com participação de redes de pesquisa privadas ligadas às grandes transnacionais que atuam em biotecnologia e, mais

recentemente, com um número cada vez maior de pequenas e flexíveis empresas, os startups e AgTechs. Ocorre que esse ambiente inovador é muito concentrado espacialmente. O Radar AgTech Brasil identificou, em um estudo publicado em 2021, 1.574 startups atuando no segmento do agronegócio, 40% a mais do que havia sido mapeado em 2019 (Figueiredo et al., 2021); porém, a região Sudeste concentra 62% deste total (Buainain et al., 2021). Será preciso desconcentrar essas redes de inovação, para gerar soluções adaptadas à diversidade territorial dos ecossistemas brasileiros.

5.3. Oportunidades de agregação de renda associadas à conservação e ao uso sustentável dos recursos naturais

O uso sustentável e a conservação da biodiversidade, dos recursos naturais e dos serviços ecossistêmicos criam oportunidades para uma agricultura mais resiliente. Cada vez mais a ciência reconhece a importância da manutenção dos ecossistemas naturais ao longo das paisagens rurais produtivas como forma de manutenção de serviços ecossistêmicos relacionados à regulação hidrológica, ao controle da erosão dos solos, à polinização dos cultivos e à mitigação das mudanças climáticas (Metzger et al., 2019; Felipe-Lucia et al., 2020; Campbell et al., 2023). Políticas e estratégias de negócios inovadores valorizam a conservação da biodiversidade e também criam oportunidades para a geração de renda e a inclusão produtiva no campo. Nesta seção são apresentadas iniciativas que criam oportunidades neste sentido: o uso e a comercialização de bioprodutos, o estabelecimento de programas e políticas relacionadas ao Pagamento por Serviços Ambientais e o Mercado de Cotas de Reserva Ambiental, instrumentos que podem ser incentivados a ganhar escala para gerar renda adicional à agricultura e promover a inclusão produtiva na agricultura brasileira.

5.3.1 Uso e comercialização de produtos da sociobiodiversidade

Oportunidades para agregar renda com benefícios socioambientais, por meio da conservação e restauração dos ecossistemas naturais, vêm sendo buscadas de forma crescente nos biomas brasileiros. A bioeconomia, também conhecida como sociobioeconomia, vem para ressaltar a

necessidade de estabelecer um vínculo da economia não somente com a biodiversidade, mas também estabelecer uma relação com a inclusão produtiva. Essa área tem se destacado como um dos guarda-chuvas conceituais para abrigar essas oportunidades, a partir do uso sustentável da sociobiodiversidade, da valorização do conhecimento tradicional e do combate à pobreza e à desigualdade social (Abramovay et al., 2022).

A extração e o comércio de bioprodutos por comunidades rurais é uma prática consolidada ao longo dos séculos em diversas regiões brasileiras (Homma et al. 2014; Wunder, 2015a). Entretanto, agora se reconhece com mais força a necessidade de mudanças no setor em duas linhas principais. A primeira é que as atividades extrativas que mantêm os ecossistemas naturais íntegros sejam mais vantajosas economicamente que as atividades que implicam na destruição desses ecossistemas. A segunda é que os modelos de negócios garantam mais justiça social e protagonismo das comunidades locais.

A consolidação dessas oportunidades pressupõe inovações na realização de pesquisas, na formação de pessoas, na integração dos conhecimentos científico e tradicional, no fortalecimento do cooperativismo, na agroindustrialização e na comercialização dos produtos da sociobiodiversidade (Valli et al., 2018; Abramovay et al., 2022). Além disso, estas oportunidades dependem da interação entre diferentes setores, como a gastronomia, o turismo e a cultura, do uso de mecanismos como certificações, selos de origem (Abramovay et al., 2022) e da coletividade (ver item 5.2.2).

Com tantos pressupostos a serem preenchidos, verifica-se que a realização do potencial de uso direto e equilibrado dos ecossistemas naturais como meio de gerar renda e benefícios sociais não é algo trivial, mas que necessita ser induzido como um dos caminhos possíveis ao desenvolvimento sustentável. Políticas públicas vêm sendo desenhadas com o objetivo de impulsionar essas rotas de desenvolvimento, a exemplo do Programa Bioeconomia Brasil Sociobiodiversidade, pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (Portaria nº 121. DOU 18/06/2019) (MAPA, 2022).

Além disso, diversas alianças entre empresas, empreendedores e produtores rurais vêm se desenvolvendo nas diferentes regiões brasileiras (Tabela 5.4). De fato, estas parcerias constituem oportunidades para a inclusão social e conservação ambiental, embora nem sempre sejam isentas de riscos aos atores locais (por exemplo Morsello, 2006). Além da extração e uso direto dos produtos, uma nova oportunidade surge com avanços no reconhecimento legal dos direitos pelos saberes tradicionais e pela repartição justa de benefícios pelo acesso a tais conhecimentos, Lei Federal nº 13.123/2015 (Brasil, 2015).

Tabela 5.4. Exemplos de iniciativas em curso no Brasil para uso e comercialização de produtos da sociobiodiversidade

Iniciativas	Características	Bioprodutos	Biomás
Selo Origens Brasil	Rede que promove negócios sustentáveis na Amazônia em áreas prioritárias de conservação, com garantia de origem, transparência, rastreabilidade da cadeia produtiva e promoção do comércio ético	Biocosméticos, calçados, bolsas, alimentos (castanha, granola, peixes, etc.), artesanato, geleias, farinhas, etc.	Amazônia
Programa Natura Amazônia	Relacionamento e gestão da empresa de cosméticos com comunidades fornecedoras de ingredientes da sociobiodiversidade, por meio de cooperativas de agricultores familiares	Cosméticos a partir de produtos como castanha, andiroba, cupuaçu, guaraná e ucuuba	Amazônia
Diversos coletivos de produção sustentável	Abrange cooperativas de produtores, certificadoras e outros, envolvidos na alimentação saudável e sustentável	Alimentos de frutos como baru, macaúba e babaçu, mel de abelha nativa	Cerrado

Fontes: www.origensbrasil.org.br; www.centraldocerrado.org.br.

5.3.2 Turismo rural como fomentador do desenvolvimento sustentável no meio rural

O turismo rural brasileiro, incluindo o agroturismo, oferece múltiplas possibilidades de interação com a ruralidade e suas paisagens. O setor envolve a pluriatividade e a produção agrossilvipastoril e extrativista da agricultura familiar, incluindo a exploração de nichos especiais de mercado, além de se inter-relacionar positivamente com os serviços ecossistêmicos. O turismo rural também apresenta forte conexão com a conservação ambiental e possui potencial de gerar empregos, micro e pequenos negócios e

renda, sem exigir grandes investimentos, favorecendo a vitalidade econômica e a inclusão social e de gênero no meio rural. Estudos voltados ao turismo rural subsidiam o seu planejamento, propondo etapas para a sua implantação, entre elas: o diagnóstico das potencialidades e limitações, a adequação das propriedades, a criação de roteiros de visitação, agregando os produtores familiares em redes de cooperação em turismo rural e fortalecendo a relação entre a agricultura familiar e a cadeia produtiva do turismo. Entretanto, ainda constituem desafios: a carência de recursos humanos, a necessidade de

ampliar o associativismo, a formação de redes de turismo rural, a criação de roteiros turísticos estruturados e o fomento de políticas públicas específicas para apoiar atividades turísticas rurais e que priorizem os seguintes pilares indicados pela Organização

Mundial do Turismo: gestão, inovação, tecnologia, acessibilidade e sustentabilidade (Brasil, 2013; IICA, 2013; Pedreira & Fidalgo, 2017; Brasil, 2020; Brasil, 2022). O Quadro 5.3 apresenta o estudo de caso do Turismo Rural em Venda Nova do Imigrante (ES).

Quadro 5.3: Estudo de caso - Turismo rural em Venda Nova do Imigrante (ES)

O município serrano capixaba Venda Nova do Imigrante, conhecido como “Capital Nacional do Agroturismo”, detém pioneirismo e reconhecido sucesso no turismo rural, associado à produção agrícola e pecuária de base familiar. As atividades são apoiadas por instituições públicas municipais e estaduais e pela própria comunidade local, formada por descendentes de imigrantes italianos. O circuito de agroturismo é formado por diferentes empreendimentos agroprodutivos disponíveis para visitação e at e para participa o dos turistas em atividades do seu cotidiano. Entre esses incluem-se a gastronomia e a venda de produtos da agricultura, processados em pequenas agroindústrias caseiras (tais como embutidos, geléias, conservas, doces, queijos, massas, vinhos, cachaças e outros), além de caf es especiais, produtos orgânicos, artesanatos e festividades culturais.

Fonte: Nascimento et al. (2013).

5.3.3 Cadeia produtiva da restaura o como oportunidade de renda

A restaura o de ecossistemas nativos tem ganhado grande aten o no Brasil. Para além de melhorias ambientais, ela representa uma importante oportunidade para gera o de renda e inclusão produtiva no meio rural. Um estudo recente mostrou que as atividades de restaura o geraram, no início de 2020, 4.713 empregos temporários e 3.510 empregos permanentes no Brasil. Além disso, as práticas de restaura o podem gerar 0,42 emprego por hectare, com potencial para criar de 1,0 a 2,5 milhões de empregos no país, tendo por base os cenários de 20% a 50% da meta nacional de restaura o (Brancaion et al., 2022).

A cadeia da restaura o envolve atividades diversas, incluindo a coleta de sementes, a

produ o de mudas, os plantios florestais e os serviços de manuten o das áreas plantadas. A perspectiva de restaura o em larga escala nos biomas brasileiros requer a efetiva participa o das comunidades locais nessas diferentes etapas. Há exemplos de parcerias bem sucedidas com as comunidades, como as envolvidas na Rede de Sementes do Xingu (Sudeste da Amazônia), do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, (Goiás), e da Usina Hidrelétrica de Jirau (Rondônia) (Schmidt et al., 2019). A renda da Rede de Sementes do Xingu, a partir da comercializa o de 175 toneladas de sementes, foi estimada em 750.000 dólares, considerando a década de 2007 até 2017 (Schmidt et al., 2019). Além dos benefícios de curto prazo, com os serviços diretos na cadeia da restaura o, os atores rurais têm também se beneficiar futuramente com os produtos resultantes do

restabelecimento dos ecossistemas nativos. Estes incluem uma gama de matérias-primas, da madeira, aos frutos e produtos medicinais, entre outros. O impulso à restauração dos ecossistemas, aliado ao estabelecimento de uma vibrante economia da sociobiodiversidade, tem o potencial de alavancar transformações positivas no meio rural brasileiro.

5.3.4 Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e mecanismos semelhantes

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é um instrumento econômico que surge como uma estratégia para aliar conservação, uso de recursos e recompensas econômicas (Wallbott et al., 2019; Aza et al., 2021). Este mecanismo, abordado também no capítulo 1, tem por objetivo recompensar e incentivar economicamente agentes que oferecem serviços ambientais, isto é, desenvolvem práticas e ações em suas propriedades que refletem positivamente nos serviços ecossistêmicos. O pagamento ou incentivo é realizado por aqueles que recebem os benefícios do serviço ambiental prestado (Princípio do Provedor-Recebedor). Em bacias hidrográficas, estes esquemas são fundamentais para garantir a provisão de serviços ecossistêmicos hídricos, associados à restauração florestal e diminuição do desmatamento, além de gerar renda para a população local (Kroeger et al., 2019; Fiorini et al., 2020; Valente et al., 2021). Por exemplo, o Programa Produtor de Água, coordenado pela Agência Nacional de Águas (ANA), possui 36 projetos em andamento com recebimento de PSA, distribuídos pelos cinco biomas brasileiros (ANA, 2004). O objetivo do Programa, precursor no país em termos de PSA hídrico, é estimular

os produtores a conservarem os recursos hídricos por meio de apoio técnico e financeiro para a implementação de práticas conservacionistas e monitoramento dos serviços ecossistêmicos hídricos. Até a data de produção deste relatório, aproximadamente R\$ 17 milhões foram pagos a 1.063 produtores em diferentes projetos, a maioria localizada nos biomas da Mata Atlântica e Cerrado (Figura 5.1), mas já com expansão para os demais biomas.

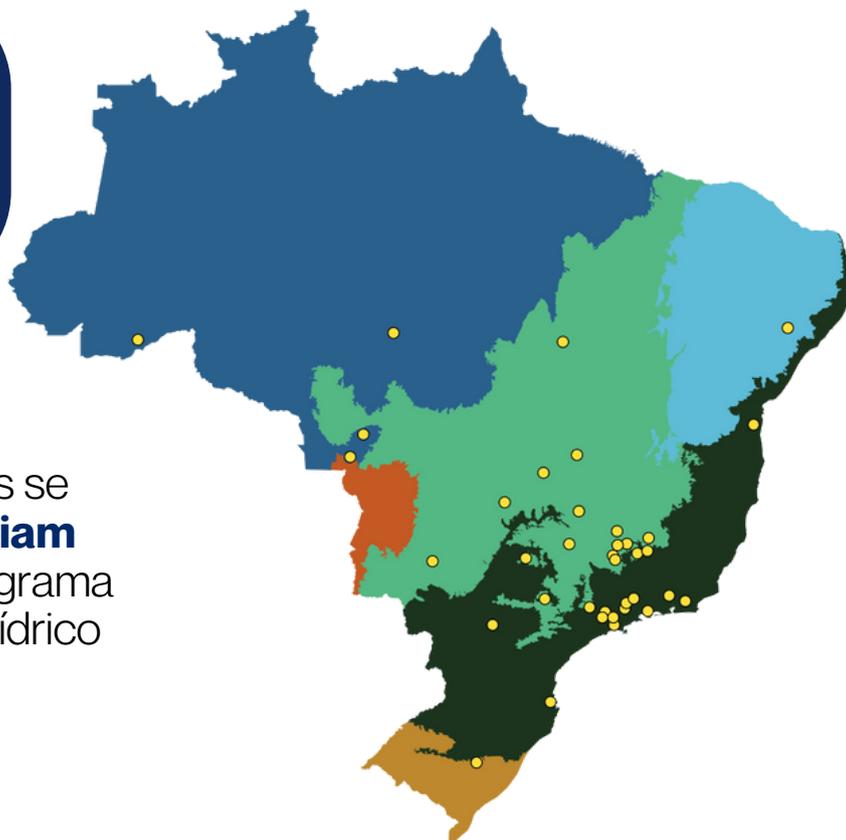
Existem ainda mecanismos considerados híbridos ou semelhantes ao PSA (do inglês, *PES-like*), REDD ou REDD+ (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação; ver Quadro 5.4), em que os instrumentos utilizam alguns dos pressupostos de PSA, embora sejam mais flexíveis ou adaptáveis em outros requisitos (Engel et al., 2008; Wunder, 2015b). Outras opções para valoração de serviços ecossistêmicos têm surgido recentemente e englobam o tratamento dos mesmos de forma integrada e sistêmica, como “pacotes de serviços ecossistêmicos” (no inglês *bundles*) (Viani et al., 2018; Coelho et al., 2021).

No Brasil, os PSAs já possuem popularidade desde a década de 1990, no entanto, a Política Nacional de Biodiversidade, Lei Federal nº 4.339/2002 (Brasil, 2002), a Lei de Proteção da Vegetação Nativa, Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012) e, recentemente, a Política Nacional de PSA, Lei Federal nº 14.119/2021 (Brasil, 2021) são arcabouços legais que se empenham em dar escala aos PSA. O Programa Nacional de PSA Floresta+, lançado no Brasil em 2020, aparece como mais um incentivo à popularização desses instrumentos, na tentativa de expandir a atuação e o número de atores envolvidos no processo. Outros tipos

Programa Produtor de Água

Projetos
distribuídos
pelos cinco
biomas
brasileiros

36 projetos se
beneficiam
desse programa
de **PSA** hídrico



Cerrado e **Mata Atlântica** apresentam maior número de projetos de PSA no âmbito do programa



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2024)

Figura 5.1. Iniciativas de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) no escopo do Programa Produtor de Águas, coordenado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), nos diferentes biomas brasileiros.
Fonte: ANA, 2024.

Quadro 5.4: Mecanismos REDD e REDD+ no Brasil

Os mecanismos REDD e REDD+ foram propostos no âmbito de acordos globais sobre o clima, figurando com certo destaque no Acordo de Paris (UNFCCC, 2015). Eles funcionam como uma medida mitigadora aos efeitos das mudanças climáticas em países em desenvolvimento, por meio de um mercado voluntário de crédito de carbono, visando a redução do desmatamento e a degradação florestal, o manejo sustentável, além da conservação e do aumento dos estoques de carbono (Wunder et al., 2020). No Brasil, os projetos de REDD e REDD+ ganharam notoriedade desde meados de 2010, sobretudo na Amazônia. Ao longo de 2014 e 2019, o Brasil conduziu a adequação de condicionantes e da estratégia nacional para a regulamentação das diretrizes para o REDD+. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), mais de 100 projetos de REDD e REDD+ já foram contabilizados. Aqui, fazemos um destaque especial para o mecanismo REDD+ Serra do Amolar, que fica localizado no Pantanal, entre os estados de MT e MS. O Instituto Homem Pantaneiro (IHP) é o gestor da iniciativa, responsável por conservar mais de 140 mil km² em uma região de especial vulnerabilidade socioecológica, em virtude da expansão da agricultura. Componentes como clima, biodiversidade, melhores condições de vida para a comunidade local e conservação da vegetação nativa estão entre as principais linhas estratégicas desenvolvidas pelo projeto.

de regulamentação em nível subnacional também podem ser citados como casos de sucesso e são marcos para que PSA ganhem escala, Lei Estadual nº 8.995/2008 (Espírito Santo, 2008) e Lei Municipal/Extrema-MG, Lei Estadual nº 2.100/2005 (Minas Gerais, 2005), dentre várias outras.

O Brasil possui experiência de programas que vêm sendo ou foram implementados (Guedes & Seehusen, 2011; Pagiola et al., 2013; Coelho et al., 2021), entretanto, tais programas ainda não ganharam a disseminação e o aperfeiçoamento necessários. Muitos dos esquemas, sobretudo locais, não são divulgados, restringindo o uso de suas técnicas e metodologias como casos de sucesso e experiências (Chiodi et al., 2014). Um recente estudo levantou 75 esquemas de PSA no Brasil (Almeida, 2021; Figura 5.2), apontando suas principais características e lacunas. Outros estudos também fizeram o levantamento do número de PSA no

Brasil nos últimos anos, mas pelo fato de haver ainda descontinuidade nos mesmos e em função dos critérios adotados para o levantamento os números encontrados não coincidem e são dinâmicos (ver também Mota et al., 2024). O perfil dos PSA é preponderantemente ecológico, isto é, estão restritos ao fornecimento de serviços hídricos, de sequestro ou redução de emissões de carbono e de manutenção da floresta em pé, e, secundariamente, de biodiversidade, serviços ecossistêmicos culturais são precariamente abrangidos (Almeida, 2021; Figura 5.2). Este resultado reflete uma tendência para a América Latina, em que os principais serviços conservados e manejados são os hídricos e os relacionados ao carbono (Grima et al., 2016; Coelho et al., 2021). Já os serviços de provisão (obtidos de forma direta dos ecossistemas), regulação (mediadores ou estabilizadores em processos e sistemas naturais) e suporte (auxiliam na produção de outros serviços) frequentemente aparecem combinados entre

si (Almeida, 2021; Figura 5.2). No caso do Brasil, o foco em serviços ecossistêmicos hídricos e de carbono parece estar ligado à conservação de florestas (entendido como um serviço guarda-chuva), uma vez que esta conservação, por consequência, garante estoque de carbono, manutenção e renovação de estoques hídricos, entre outros aspectos relevantes, o que parece muito útil sobretudo nas regiões onde a água é um recurso crítico, como na região Sudeste.

No Brasil, mais de 70% dos esquemas de PSA estão distribuídos localmente (municípios e/ou bacias hidrográficas) e se encontram melhor documentados nas regiões Sul e Sudeste (Almeida 2021; Coelho et al., 2021). Por este motivo, experiências e casos de estudo de PSAs na Mata Atlântica são recorrentes, como o Conservador de Águas, PdA-PCJ e ProdutorES (Richards et al., 2017;

Viani et al., 2019). Secundariamente, alguns esquemas de PSA da Amazônia também se tornaram notórios (Proambiente, Bolsa Floresta, REDD), sobretudo por trabalhar com comunidades tradicionais e povos da floresta (Alves-Pinto et al., 2018; Simonet et al., 2018). A partir deste perfil é possível mapear quais outras regiões e outros tipos de serviços ecossistêmicos podem ser abrangidos por políticas e programas em nível nacional e subnacional.

Embora os PSAs tenham se popularizado no Brasil, o ganho de escala temporal e espacial ainda depende de mais esforços quanto à regulamentação dos esquemas, financiamento de longo prazo, padronização de indicadores, planejamento de estratégias de monitoramento e estabelecimento de parcerias públicas, privadas e institucionais (Almeida 2021; Lima et al., 2021). Por outro

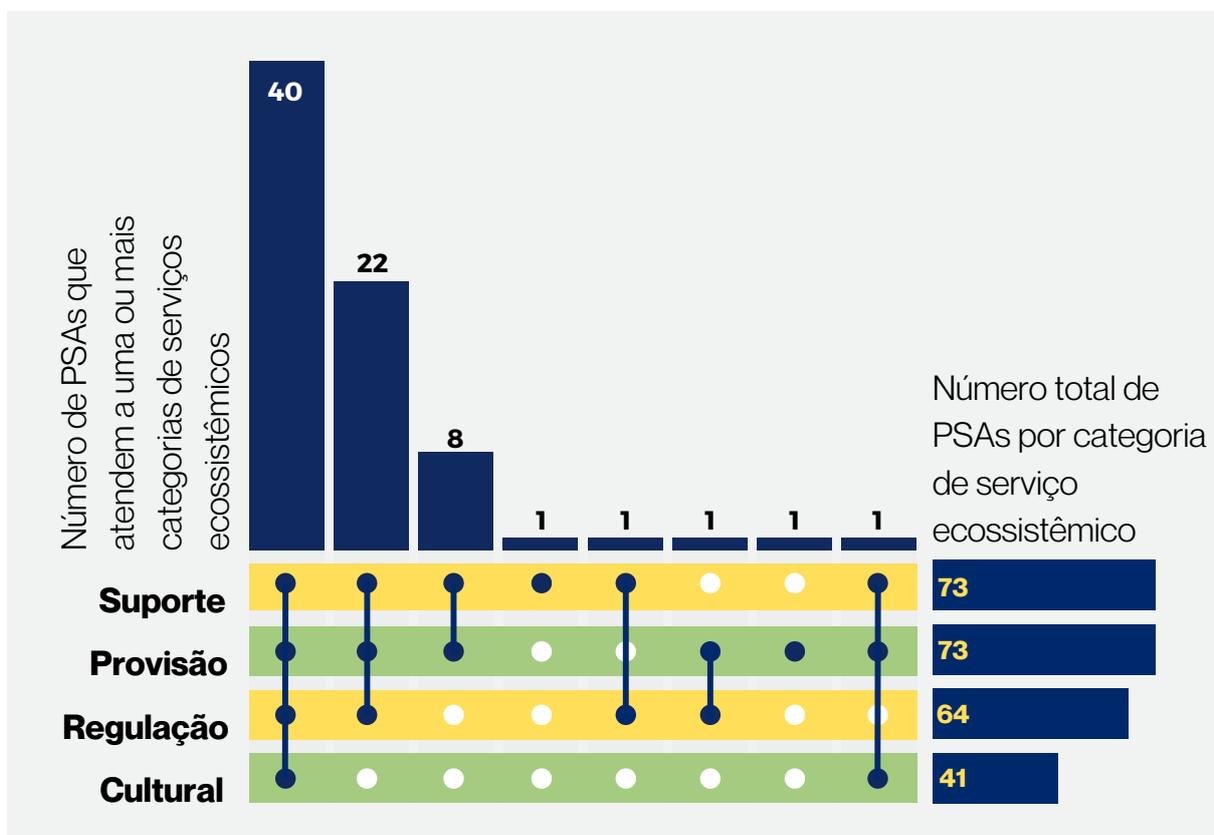


Figura 5.2. Representação das iniciativas de PSAs no Brasil por categoria de serviços ecossistêmicos (segundo Almeida, 2021). Destaca-se que um mesmo PSA pode contemplar múltiplas categorias de serviços ecossistêmicos. Fonte: Almeida, 2021.

lado, o fortalecimento da governança local, o arranjo institucional e a inclusão de atores locais desde o início do processo parecem ser decisivos para o sucesso e a longevidade dos PSAs (Grima et al., 2016; Núñez-Regueiro et al., 2019). Esses fatores diminuiriam os esforços técnicos e financeiros, especialmente em cenários onde os recursos são escassos e onde há a necessidade de conciliar a conservação, o uso da terra e a questão socioeconômica (Wallbott et al., 2019; Aza et al., 2021). Modelos de processo decisório são ferramentas importantes para identificar áreas com potencial para a implementação de PSAs, sobretudo em paisagens agrícolas (Valente et al., 2021). Literaturas que combinam metodologias, indicadores, protocolos e relatos (Pagiola et al., 2013; Fidalgo et al., 2017; Ruiz, 2017) são fontes que podem levar decisores a transcender a teoria.

5.3.5 Mercado de Cotas de Reserva Ambiental

Dentre as possibilidades de compensação de vegetação nativa aludidas pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa, Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), está prevista a aquisição de Cotas de Reserva Ambiental (CRA). A principal função da CRA é servir como mecanismo de compensação de Reserva Legal (RL), isto é, permitir que proprietários fiquem em conformidade com a lei, a um menor custo, e, ao mesmo tempo, recompensar financeiramente quem preserva vegetação nativa acima dos percentuais exigidos pela lei.

Embora a CRA tenha sido vislumbrada para servir de medida compensatória, na maior parte dos casos da execução de

instrumentos que se assemelham à CRA mundo afora, a exemplo da Transferência do direito de construir (do inglês *Transfer of Development Rights - TDR*), os beneficiários raramente se caracterizam por baixa renda (May et al., 2015). Por haver necessidade de uma transação financeira entre aqueles que possuem excedente dos bens geradores dos serviços ecossistêmicos em demanda e aqueles que estejam deficitários, há uma relação de poder em jogo. Se há um excedente de vegetação nativa superior ao que as propriedades deficitárias precisam compensar, como é o caso no Brasil, o preço será rebaixado.

Para fortalecer a inclusão produtiva, há necessidade de se restringir a disponibilidade para permuta de áreas com vegetação nativa em excedente, ou aquelas que possuem características ambientais notáveis (alta diversidade, por exemplo). Pela interpretação da Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), o proprietário que não atender aos percentuais mínimos de Reserva Legal (RL) poderá compensar seu *déficit* na propriedade de outrem, desde que haja a equivalência das áreas e que estas se encontrem no mesmo bioma. É possível que órgãos ambientais estaduais estabeleçam regras mais restritivas, limitando as transações para a mesma unidade da federação ou mesmo para sub-regiões dentro dessas. Isso cria a possibilidade de que proprietários rurais que tenham ativos de vegetação nativa em Reserva Legal negociem com aqueles que estão com passivos de vegetação nativa, estabelecendo um Mercado de CRA (Young et al., 2017). O mecanismo pode funcionar com ganhos para os dois lados, na medida que a produção agrícola que venha a ser permitida em

propriedades com déficit de RL promovam investimento na conservação da vegetação nativa em propriedades com excedente em um valor superior ao custo de oportunidade das áreas retiradas de produção, acrescido dos custos para realizar a transação de forma legítima.

O CRA representa uma boa opção, mas infelizmente não deslanchou até os dias de hoje. Há uma série de fatores que fazem com que a demanda para excedentes de vegetação nativa seja aquém da oferta, deflacionando o valor potencial do mercado. A baixa taxa de análise e validação dos registros no Cadastro Ambiental Rural (CAR), a falta da implementação dos Programas de Regularização Ambiental (PRAs) junto às autoridades estaduais ambientais e os custos de transação associados à um mercado eficiente de CRA, ainda servem como barreiras para a plena implementação do mecanismo (Chiavari et al., 2021; Albuquerque e Hercowitz, 2022).

A Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012) deixou grandes áreas de vegetação nativa em propriedades privadas e não destinadas (terras devolutas) do país legalmente vulneráveis ao desmatamento e à degradação (Soares-Filho et al., 2013). Este fato resultou num montante grande de “ar quente” (paralelo à disponibilidade de ativos de carbono florestal que impede surgir um mercado eficiente de CO₂, no caso das mudanças climáticas). Esta “oferta” de vegetação nativa excedente superior à demanda deprime o valor potencial dos CRAs, especialmente quando se define o bioma inteiro como território passível de permuta (Rajão & Soares-Filho, 2015). Mas este desequilíbrio ocorre mesmo quando se

limita às áreas de “equivalência ecológica” dentro dos estados (Young et al., 2017).

As experiências com as TDRs em outros países indicam sua perspectiva como mecanismo promissor para conservação em terras privadas, ou mesmo públicas/privadas (May et al., 2015). Sem uma forte fiscalização do cumprimento da legislação florestal é pouco provável que aconteça a negociação entre aqueles que contam com excedentes de ativos de vegetação nativa em Reserva Legal e aqueles que possuem déficit dessas áreas. As trocas de reserva com áreas de Unidades de Conservação (UC) ficaram mais atraentes para investidores ou proprietários com passivos de vegetação nativa e foram avançando em alguns estados. Além do CRA, há a possibilidade de compensação das áreas com *déficits* de vegetação nativa por meio de: (i) arrendamento de área sob regime de servidão ambiental ou Reserva Legal; (ii) doação ao poder público de área localizada no interior de UC de domínio público pendente de regularização fundiária; (iii) cadastramento de outra área equivalente e excedente à Reserva Legal, em imóvel de mesma titularidade ou adquirida em imóvel de terceiro, com vegetação nativa estabelecida, em regeneração ou recomposição, desde que localizada no mesmo bioma (Brasil, 2012).

5.4 Considerações finais

Existe um conjunto de instrumentos econômicos e de políticas inovadoras com potencial para ampliar os benefícios socioeconômicos e a inclusão produtiva na agricultura brasileira. Entre essas iniciativas, incluem-se certificações socioambientais, mercados institucionais e Pagamentos por

Serviços Ambientais, dentre outros. Ao longo do capítulo ficou claro que eles precisam ser aperfeiçoados, que é preciso aumentar a escala temporal e espacial de sua aplicação, e que novos instrumentos precisam ser adotados para favorecer a inclusão dos mais vulneráveis e permitir que se convertam em uma verdadeira base para a transição em direção a outra forma de relação entre sociedade e natureza no meio rural.

Uma condição para isso é vincular, cada vez mais, as agendas ambiental e social, além de estabelecer parcerias entre diferentes atores, portadores de distintas capacidades necessárias para esses aprimoramentos. Cada solução experimentada para enfrentar os problemas ambientais pode gerar mais ou menos inclusão produtiva e torna-se essencial priorizar incentivos e formas de apoio, capazes de gerar ganhos nesses dois âmbitos, frente àquelas que podem até apresentar boas alternativas para fazer frente à destruição da natureza, mas que deixariam os mais pobres de fora das oportunidades a isso associadas.

Na moldagem de uma agenda com esse teor, é preciso considerar também que o padrão dominante de uso dos recursos naturais é algo consolidado há décadas. Sua emergência mobilizou um conjunto de instrumentos no âmbito do financiamento, da regulação, da tributação, da produção e difusão de conhecimentos, tecnologia e assistência técnica, além da criação de certos hábitos de consumo. A transição para um outro modelo não ocorrerá de forma rápida e precisará envolver instrumentos igualmente vigorosos, para além de experimentações localizadas, embora apoiando-se nos aprendizados e

experiências vivenciadas nelas. Apontamos, a seguir, seis vetores que podem acelerar os caminhos para a transição para uma agricultura mais sustentável e inclusiva.

O primeiro vetor baseia-se em **disseminar os aprendizados das experiências inovadoras exitosas**. Seja no âmbito das políticas públicas, seja no âmbito de iniciativas locais conduzidas por diferentes atores sociais, ainda há muito espaço para disseminar experiências inovadoras e exitosas, para aperfeiçoar instrumentos já existentes, e para inovar na proposição de novas ações e medidas. Uma transição sustentável e inclusiva, de um ponto de vista amplo, precisará ser fortemente adaptada a contextos econômicos, ecossistêmicos e socioculturais locais. Essa tendência para os próximos anos deve fazer crescer a atenção da sociedade e dos consumidores para as práticas sustentáveis, ampliando seu potencial de multiplicação. Só assim será possível verdadeiramente valorizar a diversidade social e biocultural e produzir soluções adaptadas às características dos diferentes territórios. A atuação de organizações sociais e a criação de formas de apoio e fomento a essas iniciativas por meio de crédito, regulações, incentivos e outros instrumentos será fundamental para isso.

O segundo vetor atua para **fortalecer a capacidade de inclusão no campo**. Muitas iniciativas inovadoras apresentam dificuldades em engajar justamente os mais vulneráveis. É preciso uma atenção especial a isso nos arranjos de governança das várias iniciativas, na criação e fortalecimento de capacidades entre esses grupos sociais, na criação de condições mais favoráveis

para a emergência e consolidação de empreendimentos associativos e autogeridos, e na moldagem de incentivos que premiem aquelas organizações e empresas que estabelecem, em seus modelos, formas de discriminação positiva desses grupos, com instrumentos e ações diretamente direcionados a eles e voltadas a corrigir assimetrias de informação e de poder que muitas vezes limitam o seu engajamento ou o acesso a benefícios gerados.

O terceiro vetor é pautado em **mudar comportamentos e gerar maior engajamento dos grandes atores**. Uma transição para uma agricultura mais sustentável e inclusiva precisará envolver os grandes atores dos mercados de produtos agrícolas e que fazem uso da biodiversidade. Hoje há muita ambiguidade no comportamento de grandes atores privados – indústrias, redes de comercialização e setor financeiro. Se por um lado, há cada vez mais iniciativas e ações que tentam dialogar com as demandas sociais e ambientais; por outro, há também um claro e nítido privilégio às modalidades convencionais de negócios, resultando em um jogo de soma negativa, na qual efeitos positivos de boas práticas são anulados pelo peso de ações associadas ao padrão convencional de uso do capital natural. É preciso forjar compromissos mais ousados de empresas e do setor financeiro que penalizam as práticas que geram degradação ambiental e produção de desigualdades e exclusão no campo e que, na direção contrária, favoreçam novos comportamentos, coerentes com os requisitos da sustentabilidade e da inclusão.

O quarto vetor é baseado em **mudar o ambiente institucional** com o

reconhecimento de que os compromissos espontâneos de atores privados são parte da mudança, bem como o aprendizado gerado com inovações localizadas. Mas a consolidação de uma mudança duradoura exige que se mude o ambiente institucional (formado pela regulação, incentivos, instrumentos de apoio), desarmando o padrão que sustentou o padrão produtivista e fortemente intensivo em recursos naturais e em poupança de trabalho, e exigindo um padrão novo, que, sem abrir mão da produção de bens e serviços necessários ao bem-estar humano, possa fazer isso com conservação da biodiversidade e manutenção dos serviços ecossistêmicos, com ampliação das oportunidades de inclusão econômica e social. Para tanto, é preciso aperfeiçoar ou introduzir mecanismos de diferentes tipos como a tributação, a regulação e o financiamento.

O quinto vetor trata dos **novos serviços técnicos e financeiros**. O sistema de crédito rural, o sistema de assistência técnica e o sistema de produção de ciência e tecnologia ainda se encontram predominantemente estruturados nos moldes do padrão produtivista, apesar de inovações pontuais que, no entanto, não se tornaram um novo padrão. Sem alterações nesses três grandes instrumentos que organizam a oferta de serviços técnicos e financeiros aos produtores será difícil disseminar uma mudança de comportamento. As experiências nestes vários domínios permitem que se moldem novas políticas públicas dotadas de novo conteúdo e sentido. Enquanto no passado se tratava de disseminar um padrão único (de tecnologias e de consumo), uma transição sustentável e inclusiva requer a adoção de um repertório que trate afirmativamente a diversidade

biocultural e de estratégias produtivas. A eventual criação de grandes estruturas precisa vir acompanhada de redes flexíveis e territorialmente adaptadas de produção e provimento de serviços técnicos e financeiros, a exemplo do que fazem hoje as chamadas AgTechs para o grande agronegócio.

O sexto, e último vetor que listamos aqui, é o **conhecimento**, fundamental para uma transição sustentável e inclusiva. Isso engloba, por um lado, conhecimentos baseados no funcionamento da natureza, o que possibilita melhorar as condições de produção agrícola e de conservação, mantendo a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos, bem como oportunidades em torno de seu uso. Por outro lado, inclui o conhecimento dos fatores de sucesso e de insucesso das iniciativas inovadoras, o monitoramento de seus resultados, e a tradução das experiências exitosas em aprendizado permanente que possa gerar soluções adaptativas para cada etapa de enfrentamento dos problemas. Trata-se, enfim, de produzir uma inteligência sustentável e inclusiva, coerente com a transição que se quer produzir.

REFERÊNCIAS

- Abramovay, R., Ferreira, J., Costa, F. de A. et al. 2021. *A new bioeconomy of forest standing and rivers flowing*. Amazon Assessment Report. Disponível em: <<https://www.theamazonwewant.org/wp-content/uploads/2021/08/SPA-Chapter-30-PC-The-New-Bioeconomy-in-the-Amazon-Opportunities-and-Challenges-for-a-Healthy-Standing-Forest-and-Flowing-Rivers.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Almeida, T. H. M. P. (2021). *Interface ciência-política dos serviços ecossistêmicos no Brasil*. 2021. Tese (Doutorado), NUPEM, Universidade Federal do Rio De Janeiro, Macaé, 174 p. Disponível em: <https://ppgciac.macaue.ufrj.br/images/Disserta%C3%A7%C3%B5es/tese_impressao_final_thais.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Albuquerque, D. P., Hercowitz, M. (2021). *Instrumentos e mecanismos do Código Florestal*. Projeto PlanFlor – Rio de Janeiro, RJ, número 11, 56 p. Disponível em: <www.planafior.org>. Acesso em: ago. de 2024.
- Alves-Pinto, H. N., Hawes, J. E., Newton, P., Feltran-Barbieri, R. & Peres, C. A. (2018). Economic Impacts of Payments for Environmental Services on Livelihoods of Agro-extractivist Communities in the Brazilian Amazon. *Ecological Economics* 152, 378–388. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.05.016>
- ANA. Agência Nacional de Água e Saneamento Básico. *Produtor de Água*. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-produtor-de-agua>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Aza, A., Riccioli, F. & Di Iacovo, F. (2021). Optimising payment for environmental services schemes by integrating strategies: The case of the Atlantic Forest, Brazil. *Forest Policy and Economics* 125, 102410. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102410>
- Buainain, A., Cavalcante, P. & Consoline, L. (2021). *Estado atual da agricultura digital no Brasil. Inclusão dos agricultores familiares e pequenos produtores rurais*. CEPAL, Santiago. Disponível em: <<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitsstreams/e5b766ce-7a5c-4171-9e14-c40a527b6b48/content>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Brançalion, P. H. S., De Siqueira, L. P., Amazonas, N. T. et al. (2022). Ecosystem restoration job creation potential in Brazil. *People and Nature* 4(6), 1426–1434. <https://doi.org/10.1002/pan3.10370>
- Brasil. Lei Nº 4.339, de 22 de agosto de 2002. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade.
- Brasil. Lei Nº 11.326, 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.
- Brasil. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. 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 13.123, de 20 de maio de 2015. Regulamenta o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição Federal, o Artigo 1, a alínea j do Artigo 8, a alínea c do Artigo 10, o Artigo 15 e os §§ 3º e 4º do Artigo 16 da Convenção sobre Diversidade Biológica, promulgada pelo Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998; dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade; revoga a Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001; e dá outras providências.
- Brasil. Lei Nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021. 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. Ministério do Turismo. (2013). Projeto Talentos do Brasil Rural: turismo e agricultura familiar a caminho dos mesmos destinos. Resumo Executivo. Brasília-DF, 4 p. Disponível em: <<https://www.institutobrasilrural.org.br/download/20210620163144.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Brasil. Ministério do Turismo. (2020). Boletim de Inteligência de Mercado no Turismo: Experiências do Turismo Rural. 7ª edição. RIMT. Disponível em: <<https://www.institutobrasilrural.org.br/download/20201222082413.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Brasil. Ministério do Turismo. (2022). Projeto Experiências do Brasil Rural. Manual de implementação para desenvolvimento de experiências memoráveis em roteiros turísticos/Elaboração do texto: Verônica Feder Mayer; Eduardo Silva Sant'Anna. Niterói: Universidade Federal Fluminense,

- 93p. Disponível em: <<https://www.gov.br/turismo/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/experiencias-do-brasil-rural/2022ManualdeImplementao.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Campbell, A. J., Silva, F. D. D. S. E., Maués, M. M. et al. (2023). Forest conservation maximises açai palm pollination services and yield in the Brazilian Amazon. *Journal of Applied Ecology* 60(9), 1964–1976. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14460>
- Cashore, B. W. (2002). Legitimacy and the privatization of environmental Governance: how non state market-driven (NSMD) governance systems gain rule-making authority. *Governance* 15(4), 503-529, <https://doi.org/10.1111/1468-0491.00199>
- Cashore, B., Gale, F., Meidinger, E. & Newsom, D. (2006). *Confronting sustainability: forest certification in developing and transitioning countries*. New Haven: Yale University, Yale School of Forestry and Environmental Studies Publication Series, 8. Introduction: forest certification in analytical and historical perspective, p. 7-23. Disponível em: <<https://elischolar.library.yale.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1027&context=fes-pubs>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Chiodi, R. E., Puga, B. P. & Sarcinelli, O. (2014). Análise institucional do mecanismo de Pagamento por Serviços Ambientais: o Projeto Conservador das Águas em Extrema - MG. *Revista Políticas Públicas*, 17(1), 37-47. <https://doi.org/10.18764/2178-2865.v17n1p37-47>
- Chiavari, J., Lopes, C.L. & Araujo, J.N. de. (2021). *Onde estamos na implementação do Código Florestal? Radiografia do CAR e do PRA nos estados brasileiros*. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative. Disponível em: <<https://www.climate-policyinitiative.org/wp-content/uploads/2021/12/Onde-Estamos-2021.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Coelho, N. R., Gomes, A. D. S., Casano, C. R. & Prado, R. B. (2021). Panorama das iniciativas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental* 26(3), 409–415. <https://doi.org/10.1590/s1413-415220190055>
- Engel, S., Pagiola, S. & Wunder, S. (2008). Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. *Ecological Economics*, 65(4), 663–674. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.03.011>
- Espírito Santo. Lei Estadual nº 8.995 de 22 de setembro de 2008. Institui o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais - PSA e dá outras providências.
- Favareto, A. (2022). A situação dos objetivos do desenvolvimento sustentável no Brasil rural e interiorano e alguns caminhos para uma nova geração de políticas públicas. *Coleção Cátedras 2018, Cadernos ENAP 112*. Brasília: ENAP. 132 p. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/7203/1/Caderno_112_relatorio-completo_compressed.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Felipe-Lucia, M. R., Soliveres, S., Penone, C. et al. (2020). Land-use intensity alters networks between biodiversity, ecosystem functions, and services. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117(45), 28140–28149. <https://doi.org/10.1073/pnas.2016210117>
- Fidalgo, E. C. C., Prado, R. B., Turretta, A. P. D. & Schuler, A. E. (eds.). (2017). *Manual para Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos. Seleção de áreas e monitoramento*. Brasília/DF: Embrapa, 78 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1071113>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Fiorini, A. C. O., Mullally, C., Swisher, M. & Putz, F. E. (2020). Forest cover effects of payments for ecosystem services: Evidence from an impact evaluation in Brazil. *Ecological Economics* 169, 106522. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106522>
- Figueiredo, S., Jardim, F., Saku-da, L. (orgs.). *Radar AgTech Brasil 2021: mapeamento das startups do setor agro brasileiro*. Brasília/São Paulo: Embrapa, SP Ventu-res, Homo Ludens. Disponível em: <<https://radaragritech.com.br/dados-2020-2021/>>. Acesso em: ago. de 2024.
- FNDE. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. (2016). *Manual de aquisição de produtos da agricultura familiar*. 2 ed. Brasília: FNDE. Disponível em: <https://cecanesc.paginas.ufsc.br/files/2019/07/pnae_manual_aquisicao-de-produtos-da-agricultura-familiar_2_ed.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- FSC International Center. *Principios y Criterios del FSC para el Manejo Forestal Responsable FSC-STD-01-001 V5-3 ES*. (2024). Disponível em: <<https://open.fsc.org/server/api/core/bitstreams/b45fc630-eaeb-445f-be-f6-3424b0655390/content>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Grima, N., Singh, S. J., Smetschka, B. & Ringhofer, L. (2016). Payment for Ecosystem Services (PES) in Latin America: analysing the performance of 40 case studies. *Ecosystem Services* 17, 24–32. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.11.010>

- Grisa, C. (2010). As redes e as instituições do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA). *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional* 6(2), 97-129.
- Guedes, F. B.; Seehusen, S. E. (orgs.). (2011). *Pagamentos por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios*. 1ª Ed. Brasília: MMA, 272 p. Disponível em: <https://ciliosdoribeira.org.br/sites/ciliosdoribeira.org.br/files/arquivos/pagamentos_por_servicos_ambientais_na_mata_atlantica_2edicao_revisada.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Homma, A. K. O. & Homma, A. K. O. (2014). *Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação*. Brasília-DF: Embrapa, 467 p. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1016352>>. Acesso em: ago. de 2024.
- IICA. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. (2013). *Estudo preliminar da cadeia produtiva: turismo rural Brasil*. Roque, A. Brasília: IICA Brasil, 42 p. Disponível em: <<https://www.institutobrasilrural.org.br/pdf/estudo.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Kissinger, G., Moroge, M. & Noponen, M. (2015). *Private sector investment in landscape approaches: the role of production standards and certification*. In: Minang, P. A., van Noordwijk, M., Freeman, O. E. et al. (eds.). *Climate-Smart Landscapes: multifunctionality in practice*, p. 277-293. Nairobi, Kenya: World Agroforestry Centre (ICRAF).
- Knöblsdorfer, I., Sellare, J., & Qaim, M. (2021). Effects of Fairtrade on farm household food security and living standards: Insights from Cotê d'Ivoire. *Global Food Security* 29, 100535. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100535>
- Kroeger, T., Klemz, C., Boucher, T. et al. (2019). Returns on investment in watershed conservation: application of a best practices analytical framework to the Rio Camboriú Water Producer program, Santa Catarina, Brazil. *Science of The Total Environment*, 657, 1368-1381. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.116>
- Lima, S. K.; Galiza, M; Valadares, A. & Alves, F. (2020). Produção e consumo de produtos orgânicos no mundo e no Brasil. *Texto para discussão 2538*. Brasília: Ipea. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9678/1/TD_2538.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Lima, A. P. M. D., Prado, R. B. & Latawiec, A. E. (2021). Payment for water-ecosystem services monitoring in Brazil. *Ambiente e Água* 16(4), 1. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2684>
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2022). Portaria nº. 121, de 18 de junho de 2019. Promover a articulação de parcerias entre o poder público e o setor empresarial para oportunizar e apoiar a estruturação de sistemas produtivos baseados no uso sustentável dos recursos da sociobiodiversidade e do extrativismo, bem como na produção e utilização de energia a partir de fontes renováveis.
- May, P. H., Bernasconi, P., Wunder, S. & Lubowski, R. (2015). *Cotas de reserva ambiental no novo código florestal Brasileiro: uma avaliação ex-ante*. Center for International Forestry Research (CIFOR). <https://doi.org/10.17528/cifor/005893>
- Menezes, A. D. A., Jardini, C., Beltrão, G. & Borges, M. C., (2022). *Manual Selo Angus Sustentabilidade*. Disponível em: <<https://angus.org.br/wp-content/uploads/2022/08/job-112-manual-selo-angus-sustentabilidade.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Metzger, J. P., Bustamante, M. M. C., Ferreira, J. et al. (2019). Why Brazil needs its Legal Reserves. *Perspectives in Ecology and Conservation* 17(3), 91-103. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.07.002>
- Minas Gerais. Lei Estadual nº 2.100 de 21 de dezembro de 2005. Cria o Projeto Conservador das Águas, autoriza o executivo a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais e dá outras providências.
- Mota, P. K., Costa, A. M. da, Prado, R. B., Fernandes, L. F. S., Pissarra, T. C. T. & Pacheco, F. A. L. (2023). Payment for environmental services: a critical review of schemes, concepts, and practice in Brazil. *Science of the Total Environment* 899, 165639. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165639>.
- Mwangi, E. & Wardell, A. (2012). Multi-level governance of forest resources (Editorial to the special feature). *International Journal of the Commons* 6(2), 79. <https://doi.org/10.18352/ijc.374>
- Nascimento, P., Fiúza, A. L. & Pinto, N. (2013). A nova dinâmica campo-cidade revelada pelo turismo rural: o caso de Venda Nova do Imigrante - ES. *Revista Campo-Território* 8(15), 1-21.
- Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/22082>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Niederle, P. A., Schneider, S. & Cassol, A. P. (2021). *Mercados alimentares digitais: inclusão produtiva, cooperativismo e políticas públicas*. Porto Alegre-RS: UFRGS. 382 p. Disponível em: <<https://cebrapsus-sustentabilidade.org/assets/files/Livro->

- Mercadosalimentosdigitais.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Núñez-Regueiro, M. M., Fletcher, R. J., Pienaar, E. F. et al. (2019). Adding the temporal dimension to spatial patterns of payment for ecosystem services enrollment. *Ecosystem Services* 36, 100906. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100906>
- Pacheco, E. *Institutos Federais: uma revolução na educação profissional e tecnológica*. (2011) Brasília-São Paulo: Fundação Santillana, Editora Moderna, 120 p. Disponível em em: <https://www.fundacao-santillana.org.br/wp-content/uploads/2019/12/67_Institutosfederais.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Pagiola, S., Von Glehn, H. C. & Tafarello, D. (org.) (2013). *Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil*. São Paulo: SMA/CBRN, 336 p. Disponível em: <<https://documents1.worldbank.org/curated/en/548371468021548454/pdf/864940WP0P088000PORTUGUESE0PSA livro.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Pedreira, B. C. G. D. C. & Fidalgo, E. C. C. (2017). Comparative study on the potential of agritourism in two Brazilian municipalities. *Investigaciones Geográficas* 68, 133-149. <https://doi.org/10.14198/INGEO2017.68.08>
- Perin, G., de Almeida, C. S., Flávia, A., et al. (2021). *A evolução do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA): uma análise da sua trajetória de implementação, benefícios e desafios*, 2691. Texto para Discussão. Brasília-Rio de Janeiro: IPEA, 111 p. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10824/1/td_2691.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Piketty, T. (2015). Putting distribution back at the center of economics: Reflections on capital in the twenty-first century. *Journal of Economic Perspectives* 29(1), 67-88. <https://doi.org/10.1257/jep.29.1.67>
- Pinho, G. A., Pedroso, P. S., de Sá Durlo, R. & Guedes, S. N. R. (2015). A agricultura orgânica como nicho de atividades para a agricultura familiar no Brasil: dificuldades e possibilidades. *Revista Iniciativa Econômica* 2(1).
- Rainforest Alliance (2020). *Rainforest Alliance Certification and Auditing Rules*. Rainforest Alliance, 165 p. Disponível em: <<https://www.rainforest-alliance.org/resource-item/2020-certification-and-auditing-rules>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Rajão, R. & Soares-Filho, B. S. (2015). *Cotas de reserva ambiental (CRA): Viabilidade econômica e potencial do mercado no Brasil* (1ª ed). Belo horizonte: IGC/UFMG, 72 p. Disponível em: <https://csr.ufmg.br/mercadocra/Rajao_Soares_15_CRA%20no%20Brasil_lowres.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Resque, A. G. L., Coudel, E., Piketty, M. G. et al. (2019). Agrobiodiversity and public food procurement programs in Brazil: influence of local stakeholders in configuring green mediated markets. *Sustainability* 11(5). 1425. <https://doi.org/10.3390/su11051425>
- Richards, R. C., Kennedy, C. J., Lovejoy, T. E. & Brancalion, P. H. S. (2017). Considering farmer land use decisions in efforts to 'scale up' payments for watershed Services. *Ecosystem Services* 23, 238-247. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.12.016>
- RTRS. Round Table on Responsible Soy Association. *Estándar RTRS para la producción de soja responsable V4.0*. (2021). Disponível em: <<https://responsiblesoy.org/documentos/estandar-rtrs-para-la-produccion-de-soja-responsable-v4-0>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Ruiz, M. *Pagamentos por serviços ambientais: da teoria à prática*. (2015). 1 Ed. Rio Claro: ITPA, 188 p. Disponível em: <<https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/t3d00106.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Santos, S. A., Lima, H. P., Mas-sruhá, S. M. F. S. et al. (2017). A fuzzy logic-based tool to assess beef cattle ranching sustainability in complex environmental systems. *Journal of Environmental Management* 198, 95-106. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.04.076>
- São Paulo. Lei Estadual nº 16.140 de 17 de março de 2015. Dispõe sobre a obrigatoriedade de inclusão de alimentos orgânicos ou de base agroecológica na alimentação escolar no âmbito do Sistema Municipal de Ensino de São Paulo e dá outras providências.
- Schmidt, I. B., De Urzedo, D. I., Piña-Rodrigues, F. C. M. et al. (2019). Community-based native seed production for restoration in Brazil: the role of science and policy. *Plant Biology* 21(3), 389-397. <https://doi.org/10.1111/plb.12842>
- Schmitz-Hoffmann, C., Hansmann, B. & Klöse, S. (2014). Voluntary sustainability standards: measuring their impact. Em: C. Schmitz-Hoffmann, M. Schmidt, B. Hansmann, & D. Palekhov (orgs.). *Voluntary Standard Systems* 1, p. 133-143. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35716-9_9
- Silva, T. H. C., Nascimento-Silva, N. R. R., Jordão, L. R. & de Paula Oliveira, E. (2020). Pensando a segurança e a soberania alimentar: aná-

- lise da participação da agricultura familiar no PNAE em diferentes regiões do Brasil. *Revista de Estudos Sociais* 22(44), 168-200. <https://doi.org/10.19093/res9703>
- Simonet, G., Subervie, J., Ezzine-de-Blas, D., Cromberg, M. & Duchelle, A. E. (2018). Effectiveness of a REDD+ Project in Reducing Deforestation in the Brazilian Amazon. *Amer. J. Agr. Econ.* 101(1), 211-229. <https://doi.org/10.1093/ajae/aay028>
- Soares-Filho, B. S. (2013). *Impacto da revisão do Código Florestal: como viabilizar o grande desafio adiante*. Brasília: Secretaria de Assuntos Estratégicos, 28 p. Disponível em: <https://site-antigo.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/nsa/arquivos/artigo-codigo-florestal_britaldo_soares_sae_2013pdf.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). The Paris Agreement. In: *Report of the conference of the parties to the United Nations framework convention on climate change (21st session, 2015: Paris)*. (Vol. 4, No. 2017, p. 2). Getzville, NY, USA: HeinOnline. Disponível em: <<https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/10.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Valente, R. A., De Mello, K., Metedieri, J. F. & Américo, C. (2021). A multicriteria evaluation approach to set forest restoration priorities based on water ecosystem services. *Journal of Environmental Management* 285, 112049. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112049>
- Valli, M., Russo, H. M. & Bolzani, V. S. (2018). The potential contribution of the natural products from Brazilian biodiversity to bioeconomy. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 90(1 suppl 1), 763-778. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170653>
- Viani, R. A. G., Braga, D. P. P., Ribeiro, M. C., Pereira, P. H. & Brancalion, P. H. S. (2018). Synergism between payments for water-related ecosystem services, ecological restoration, and landscape connectivity within the Atlantic Forest hotspot. *Tropical Conservation Science* 11, 194008291879022. <https://doi.org/10.1177/1940082918790222>
- Viani, R. A. G., Bracale, H. & Tafarello, D. (2019). Lessons learned from the water producer project in the Atlantic Forest, Brazil. *Forests* 10(11), 1031. <https://doi.org/10.3390/f10111031>
- Wallbott, L., Siciliano, G. & Lederer, M. (2019). Beyond PES and REDD+: Costa Rica on the way to climate-smart landscape management? *Ecology and Society* 24(1). <https://www.jstor.org/stable/26796913>
- Wijaya, A. & Glasbergen, P. (2016). Toward a New Scenario in Agricultural Sustainability Certification? The Response of the Indonesian National Government to Private Certification. *The Journal of Environment & Development* 25(2), 219-246. <https://doi.org/10.1177/1070496516640857>
- Wunder, S. (2015a). *Value determinants of plant extractivism in Brazil* (No. 90). Discussion Paper. Brasília: IPEA, 72 p. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4924/1/DiscussionPaper_90.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Wunder, S. (2015b). Revisiting the concept of payments for environmental services. *Ecological Economics*, 117, 234-243. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.08.016>
- Wunder, S., Duchelle, A. E., Sassi, C. D. et al. (2020). REDD+ in theory and practice: how lessons from local projects can inform jurisdictional approaches. *Frontiers in Forests and Global Change* 3(11). <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00011>
- Young, C.E.F., Alvarenga, M. Junior, Gandra, F., Costa, L.A. & Mendes, M. (2017). Custos e benefícios da implementação de um mercado de cotas de reserva ambiental (CRA) no Brasil. In: XII Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica-ECOECO, *Anais...*, Uberlândia, Univ. Federal de Uberlândia, MG.

CAPÍTULO 6: GOVERNANÇA PARA CONCILIAR A AGRICULTURA, A BIODIVERSIDADE E OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NO BRASIL

Como citar: Calmon, M., Mesquita, R. de C. G., Crestana, S., Pinto, E. de P. P., Ciasca, B. S., Drucker, D. P., Stabile, M. C. C., Toni, F., Pinto, L. F. G., Altmann, A., Mazzetti, C. Capítulo 6. Governança para conciliar a agricultura, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos no Brasil. *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. 160-184.

<http://doi.org/10.4322/978-65-01-21502-0.cap06>

Coordenadores do capítulo: Miguel Calmon¹, Rita de Cássia Guimarães Mesquita², Sílvio Crestana³

¹ Conservação Internacional Brasil

² Ministério do Meio Ambiente

³ Embrapa Instrumentação Agropecuária

Autores do capítulo: Erika de Paula Pedro Pinto⁴, Bruna Stein Ciasca⁵, Debora Pignatari Drucker⁶, Marcelo de Castro Chaves Stabile⁷, Fabiano Toni⁸, Luis Fernando Guedes Pinto⁹, Alexandre Altmann¹⁰, Cristiane Mazzetti¹¹

⁴ The Nature Conservancy Brasil e Coalizão Brasil, Clima, Florestas e Agricultura

⁵ The Nature Conservancy Brasil

⁶ Embrapa Agricultura Digital

⁷ Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia

⁸ Universidade de Brasília

⁹ Fundação SOS Mata Atlântica e Escola Superior de Sustentabilidade e Conservação

¹⁰ Advogado

¹¹ Greenpeace Brasil

Revisores externos: Edenise Garcia¹², Ricardo Abramovay¹³

¹² The Nature Conservancy Brasil

¹³ Universidade de São Paulo

Agradecimentos: Rafael Loyola

CAPÍTULO 6: GOVERNANÇA PARA CONCILIAR A AGRICULTURA, A BIODIVERSIDADE E OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NO BRASIL

6.1 Introdução

6.2 Conceito e contexto de governança aplicada à agricultura

6.3 Ameaças à integração das agendas de agricultura, da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos no Brasil

6.3.1 Desafios na governança fundiária e ambiental

6.4 Agentes socioeconômicos e instrumentos de governança aplicados à conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos

6.4.1 Agentes socioeconômicos

6.4.2 Instrumentos de governança relacionados à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos

6.5 Instrumentos econômicos capazes de garantir a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos no setor agrícola

6.5.1 Pagamento por Serviços Ambientais

6.5.2 Cobrança pelo uso da água

6.6 Potencial do papel dos consumidores em práticas de governança que conciliam produção agrícola com a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos

6.7 Considerações finais

Referências

6.1 Introdução

A conservação da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos como garantia de prosperidade do setor produtivo agrícola deve substituir a noção de que as questões ambientais são um entrave ao desenvolvimento econômico. A perda da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos tem agravado a crise ambiental e climática, ameaçando a produção agrícola. Na região de fronteira agrícola da Amazônia-Cerrado, responsável por metade da produção agrícola brasileira, as previsões mostram que as alterações no clima regional vão inviabilizar a produtividade de 74% das atuais terras agrícolas até 2060 (Rattis et al., 2021). Outros cenários apresentados no capítulo 3 também demonstram os riscos para a produtividade agrícola devido às mudanças climáticas.

Como já destacado na apresentação e capítulo 1, a agricultura brasileira contribui de forma significativa à economia brasileira, considerando tanto a agricultura familiar quanto a não-familiar, com diferenças regionais. Em 2020, as exportações do agronegócio alcançaram o valor de US\$ 100,7 bilhões, com destaque para soja, carne e produtos florestais, de um total de mais de 350 tipos de produtos exportados (Embrapa, 2022). Os números já apresentados no capítulo 1 expressam a importância do setor agrícola para o país. Apesar de sua importância econômica, o setor tem contribuído historicamente para a crescente demanda por terras e, consequentemente, na conversão de extensas áreas de vegetação nativa para outros usos. Desta forma, os fluxos de bens e serviços ecossistêmicos (regulação climática e hidrológica, controle de erosão, conservação da biodiversidade, entre outros) são diretamente afetados (assunto aprofundado no capítulo 2).

Para enfrentar as dificuldades de conciliar a produção agrícola com a conservação da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos, se torna fundamental a institucionalização de uma governança ambiental e setorial efetiva. A governança ambiental no Brasil é complexa e sofisticada em múltiplas dimensões: i. conta com um arcabouço normativo, institucional e organizacional rico e diversificado; ii. perpassa as escalas municipal, estadual e federal e é afetada direta e indiretamente por atores globais, a exemplo dos acordos estabelecidos no âmbito das Conferências das Partes das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e Biodiversidade, assim como da regulamentação em desenvolvimento pelo Parlamento Europeu e do Reino Unido aplicada à importação de *commodities* agrícolas livres de desmatamento; iii. produz e demanda informações técnicas e científicas; e iv. tem espaços de participação da sociedade civil, onde organizações não governamentais (ONGs) e academia são particularmente ativos.

Para entender a efetividade dessa governança é preciso, contudo, olhar de perto como os diferentes atores sociais operam e se articulam entre si e com as políticas públicas que, direta ou indiretamente, afetam o meio ambiente e a produção agrícola. O setor agrícola e os setores do agronegócio, vinculados à produção de insumos e equipamentos, por constituírem os principais responsáveis pela conversão dos ecossistemas naturais e pelas emissões nacionais de gases de efeito estufa, também são aqueles que devem ser envolvidos diretamente nos esforços necessários para a implementação efetiva da governança ambiental no país. Neste contexto, o presente capítulo tem o propósito de analisar a governança ambiental no Brasil, suas ameaças e ineficiências, assim como os agentes sociais e os instrumentos econômicos capazes de

garantir a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, associados às atividades agrícolas nas suas diferentes escalas. Esse capítulo traz também estudos de caso e recomendações para fortalecer a governança ambiental numa agenda integrada para agricultura, biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

6.2 Conceito e contexto de governança aplicada à agricultura

Os estudos sobre governança se popularizaram a partir de uma percepção da crescente complexidade dos problemas socioambientais, relacionados à grande quantidade de atores envolvidos e relações de interdependência entre eles, assim como às incertezas e divergências de pontos de vistas (Head, 2008; Head & Alford, 2015). No Brasil, a capacidade e eficiência da governança da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos variam a depender da escala (federal, estadual e municipal), mas enfrentam dificuldades no controle, gestão e baixo incentivo para o cumprimento das regras, embora disponham de instrumentos normativos fortes (Scarano et al., 2019).

Como já apresentado no capítulo 2, diversas normas, políticas e instrumentos para a conservação da biodiversidade, das florestas e demais ecossistemas nativos e das águas foram criados ao longo da história. Entretanto, essas iniciativas inicialmente tiveram um caráter fragmentado e somente passaram a se articular nas últimas quatro décadas, principalmente após 1992, em função da Conferência da ONU no Rio de Janeiro (Rio-92). Neste sentido, destaca-se a criação de algumas instâncias e instrumentos de governança ambiental, tais como: i. o Projeto de Monito-

ramento do Desmatamento na Amazônia por Satélite (PRODES), o qual subsidia ações de comando e controle do desmatamento desde 1988, ii. o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) criado em 2004; iii. o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), criado pela Política Nacional de Meio Ambiente em 1981 e; iv. o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), criado em 1997.

Ademais, o país também se destaca devido ao protagonismo na elaboração e implementação de instrumentos de governança promovidos por organizações da sociedade civil e pelo setor privado, tais como o Observatório do Código Florestal (OCF) e o Observatório do Clima (OC), conforme descrito na Figura 6.1.

Destacam-se as iniciativas que contam com a participação do setor privado, as quais são fundamentais para alavancar mudanças e adequações de comportamento do setor agrícola, tais como: i. a criação e implementação de sistemas de certificação socioambientais (Pinto & McDermott, 2013; Hajjar et al., 2019), ii. a instituição da moratória da soja (Gibbs et al., 2015) (ver também capítulo 3) e iii. os Termos de Ajustamento de Conduta (TAC) da pecuária, nos quais a indústria da carne bovina se comprometeu com o fim do desmatamento na Amazônia.

Apesar de todo o arcabouço normativo e institucional de políticas ambientais e instrumentos de governança, se observa uma crescente pressão sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos ao longo da história do Brasil, com a destruição de ecossistemas, perda de habitat nos diferentes biomas brasileiros e aumento de espécies ameaçadas de extinção (Dean, 1997; Santos &



Figura. 6.1. Instrumentos de governança promovidos por organizações da sociedade civil e pelo setor privado no Brasil.

Tabarelli, 2002; Alvarenga et al., 2010; Pimm et al., 2010; Wearn et al., 2012; IBGE, 2020).

6.3 Ameaças à integração das agendas de agricultura, da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos no Brasil

No Brasil, a expansão das atividades agrícolas está diretamente associada ao desmatamento e à perda de cobertura de vegetação nativa (Sano et al., 2019; IBGE, 2020). A trajetória expansionista da contínua conversão de vegetação nativa em terras produtivas agricultáveis e a degradação do capital natural têm se tornado uma grande ameaça à própria produção agrícola (Pingali, 2012; Spera et al., 2020) em função da sua contribuição para o agravamento das mudanças climáticas e para a perda de serviços ecossistêmicos (Byerlee et al., 2009; Rattis et al., 2021).

Conforme visto no capítulo 2, entre 1985 e 2022, a cobertura vegetal nativa (que inclui áreas naturais com florestas, mas também com outros tipos de vegetação nativa) do país foi reduzida de 638,3 para 542,9 milhões de hectares (-15%), enquanto as áreas ocupadas pela agricultura, floresta plantada e pecuária aumentaram de 187,3 para 282,5 milhões de hectares (+50,8%) no mesmo período (MapBiomias, 2023). Em 2020, as emissões de gases de efeito estufa resultantes de atividades no setor agrícola e de mudanças no uso e cobertura da terra representaram 74% das emissões nacionais (SEEG, 2022).

A produção das principais culturas agrícolas está baseada no modelo da revolução verde, com monoculturas em grande escala e o uso intensivo de fertilizantes químicos e agrotóxicos (Albergoni & Pelaez, 2007; Sauer & Leite,

2012; Pinto et al., 2020), conforme apresentado no capítulo 2. Apesar desse modelo expansionista e intensivo ter resultado em aumento da produção e da produtividade agrícola, assim como no crescimento econômico dos setores do agronegócio (Gasques et al., 2014), a concentração de renda, riqueza e terra contribuíram para o agravamento da desigualdade social no país (Alves et al., 2013; Hoffmann, 2019). Apenas uma pequena parcela de proprietários rurais se beneficia das tecnologias disponíveis e das políticas direcionadas para o crescimento do setor agrícola, principalmente quando se trata de *commodities* agrícolas.

No caso da pecuária, os incentivos e subsídios estimularam uma ocupação predatória e com baixa produtividade (Instituto Escolhas, 2019). Além disso, a frágil governança fundiária facilitou a concentração de terras (Reydon et al., 2015), enquanto a falta de governança ambiental levou ao aumento da ocupação ilegal de terras e do desmatamento em áreas públicas (Azevedo-Ramos et al., 2020).

No modelo hegemônico atualmente praticado, a biodiversidade não é tratada como um ativo natural, e tampouco econômico, mas pelo contrário é considerada uma barreira ao desenvolvimento produtivo (Ring et al., 2010). Como consequência, a política agrícola é desenhada para aumentos de produção e produtividade de curto prazo (Gasques et al., 2012), desconsiderando ou tratando de maneira marginal a dimensão ambiental. Recentemente, a pauta socioambiental volta a ser uma prioridade na nova gestão do governo federal que retomou o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal, instituiu o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, entre outras medidas, como estratégias para lidar com os retrocessos dos últimos anos. No setor agrícola, destaca-se o Plano Safra 2023/2024 com incentivos para sistemas de produção sustentáveis por meio, por exemplo, do Programa Renovagro com as três modalidades Renovagro Ambiental, Renovagro Recuperação de Pastagens e Renovagro – Demais.

Quadro 6.1: Agravantes à situação de vulnerabilidade da agricultura familiar

Práticas que conciliam de maneira mais eficiente a conservação da biodiversidade, a manutenção dos serviços ecossistêmicos e as atividades agrícolas são viáveis, mas carecem de apoio e incentivos. As dificuldades de acesso ao crédito rural e à assistência técnica rural são uma realidade da agricultura familiar. Ainda, a maior parte dos incentivos creditícios se destinam ao sistema agrícola convencional, especialmente à pecuária extensiva. Apesar da existência de linhas de crédito diferenciadas no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), voltadas à agricultura de baixo impacto, 84% de todo o valor investido nos estados da Amazônia Legal entre 2015 e 2020 foram aplicados na atividade pecuária (IPAM, 2019). Apenas 1,1 % de todo o valor contratado pelo PRONAF na região amazônica foi acessado via linhas de crédito “verdes”, tais como Pronaf Agroecologia, Pronaf Eco e Pronaf Floresta (Pinto et al., 2021). Além disso, os dados do Censo Agropecuário de 2017 indicam que somente 8,8% do total de agricultores familiares da região Norte têm acesso aos serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER). Como agravante, a falta de capacitação adequada dos técnicos de ATER (ver também no Capítulo 4) para a orientação dos produtores em prol de melhores práticas, perpetua padrões de uso do solo que levam ao desmatamento e à perda de serviços ecossistêmicos.

A insuficiência de instrumentos financeiros que incentivam práticas sustentáveis de produção agrícola e a atuação de grupos com grande influência política, em especial junto a deputados e senadores congregados na Frente Parlamentar Agropecuária (Costa, 2012; Simionatto & Rodrigues Costa, 2012) fragilizam a política ambiental no país em prol do modelo de uma agricultura convencional. Para reverter este cenário, a efetiva implementação e fortalecimento dos instrumentos de governança é condição fundamental. Os instrumentos de governança, se bem planejados e implementados, podem garantir não só uma redução no desmatamento e nas emissões associadas de gases de efeito estufa, mas também propiciar a regeneração de serviços ecossistêmicos a partir, por exemplo, da restauração da vegetação nativa e da promoção da agrosociobiodiversidade.

6.3.1 Desafios na governança fundiária e ambiental

A ineficiência da governança fundiária e ambiental facilita a expansão do uso da terra para fins de produção agrícola por meio de práticas ilegais, como a grilagem e o desmatamento. Um dos aspectos associados à tal ineficiência é a ausência de integração entre os sistemas de registro fundiário-ambiental, tais como o Cadastro Ambiental Rural (CAR), Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF), Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR) e Cadastro Nacional de Florestas Públicas (CNFP). A integração destas bases de dados poderia ajudar a enfrentar desafios relacionados à sobreposição de terras, às declarações fraudulentas, à omissão por parte dos agentes públicos em relação a estas práticas e à dificuldade de responsabilização pelos

ilícitos ambientais e fundiários registrados (Sparovek et al., 2018). Segundo Sparovek et al. (2018), as sobreposições somente em terras públicas somam 171 milhões de hectares (48% do total). Na Amazônia, por exemplo, as terras públicas concentraram 51% do desmatamento no último triênio, demonstrando que a governança ambiental na região precisa ser fortalecida, assim como a articulação institucional nas operações de comando e controle (Alencar et al., 2022).

Estudos têm demonstrado a relação entre a prática de grilagem nos sistemas auto-declaratórios, tal como o CAR, e a ocorrência de desmatamento (Azevedo-Ramos et al., 2020; Brito et al., 2021, Alencar et al., 2021; Salomão et al., 2021). O cadastramento irregular de imóveis rurais privados em Florestas Públicas Não Destinadas (FPND) por meio de sistemas cadastrais administrativos, propicia a ocupação da área e o desmatamento (Brito et al., 2021). Em 2020, 72% do desmatamento nas FPND da Amazônia ocorreram em áreas com sobreposição (Alencar et al., 2021). Destaca-se que cerca de 75% dessas áreas desmatadas em FPND na Amazônia se transformaram em pasto e se mantiveram assim após dez anos da conversão. Ainda, 22% da área desmatada em FPND são abandonadas (Salomão et al., 2021). Sob vários aspectos, o avanço da grilagem pode ocasionar sérios prejuízos socioambientais e econômicos futuros. A combinação de desmatamento, fogo e degradação florestal poderá colocar a floresta amazônica num processo conhecido como ponto sem retorno (em inglês *tipping point*) (Lovejoy & Nobre, 2018). Uma das consequências deste processo será a alteração no regime de chuvas que alimentam a economia agrícola e energética da Amazônia e de outras partes do país (Leite-Filho et al., 2020).

Quadro 6.2: Estudo de caso - Ocupação ilegal de imóveis rurais privados em território indígena para fins de uso de exploração pecuária e TAC da Carne

Recente investigação do Ministério Público Federal (MPF) apontou, em 2020, que estados da Amazônia Legal (como Pará, Rondônia e Amazonas) lideram o número de imóveis rurais que ocupam ilegalmente terras indígenas (TI). Foram identificados 9.901 registros de propriedades no CAR cujos limites coincidem com territórios indígenas ou com restrição de uso da terra, ou seja, áreas interditas pela Fundação Nacional dos Povos Indígenas (Funai) para proteção de povos indígenas isolados, com o estabelecimento de restrição de ingresso e trânsito de terceiros. Embora os abatedouros sejam proibidos de comprar animais criados em unidades de conservação, áreas desmatadas ou terras indígenas, alguns pecuaristas atuam de forma irregular usando intermediação de outras fazendas para driblar restrições como ocorre, por exemplo, na TI Apyterewa desde 2007. A TI Apyterewa, pertencente ao povo Parakanã, está se transformando em pasto. Grandes multinacionais da indústria da carne, além de frigoríficos regionais, têm entre seus fornecedores diretos ou indiretos pecuaristas que criam gado ilegalmente nessa área protegida da Amazônia. Algumas dessas empresas, por sua vez, abastecem as principais redes de supermercados do país. Um acordo firmado em 2009 por companhias de proteína animal com o MPF, o chamado Termo de Ajustamento de Conduta (TAC da Carne), proíbe o abate de bois provenientes de fazendas desmatadas ilegalmente, reservas ambientais e áreas indígenas. Porém, os sistemas de monitoramento usados pelos frigoríficos ainda possuem lacunas, sobretudo quando se trata de fornecedores indiretos (MPF; O Globo; Reporter Brasil).

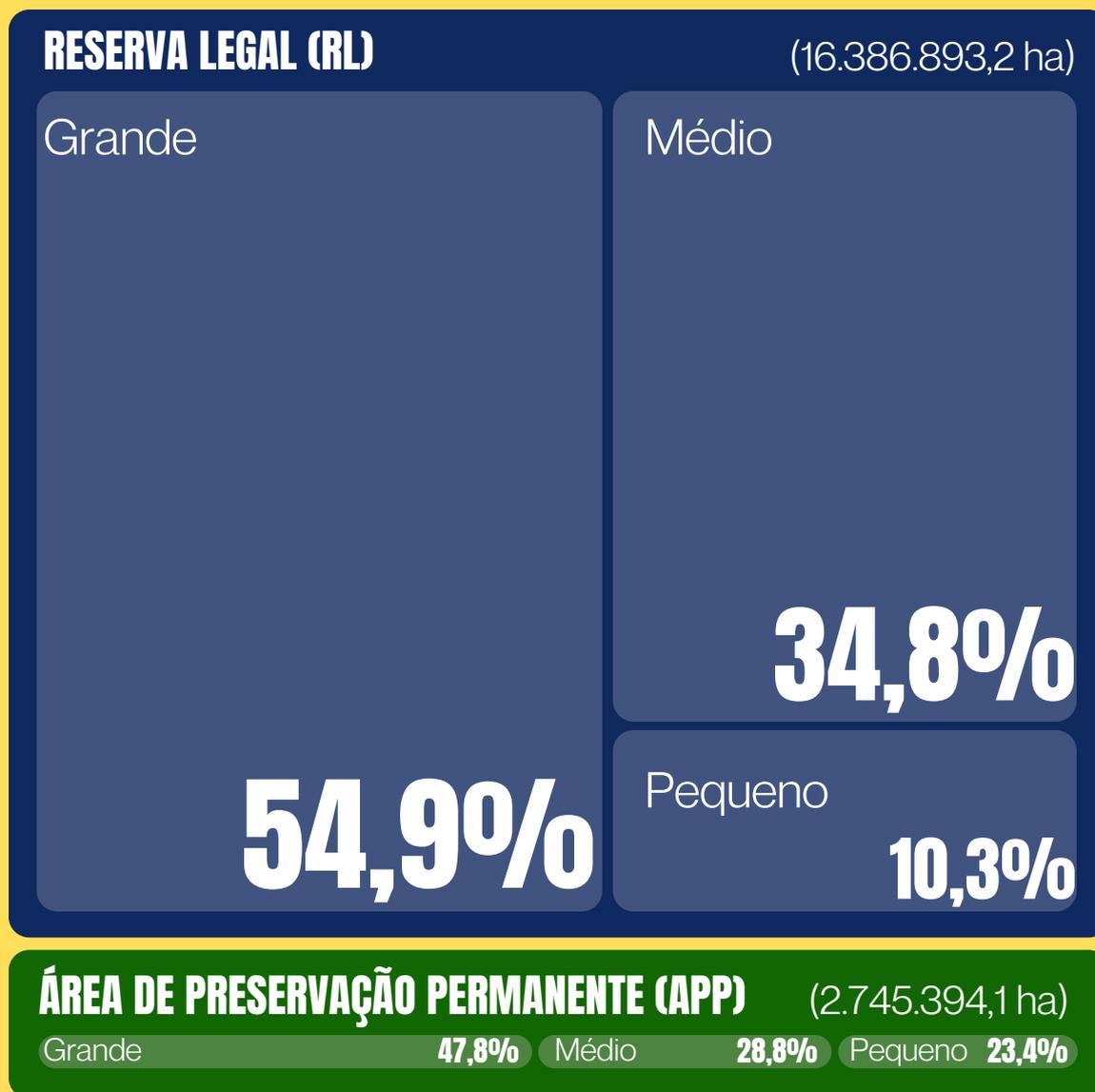
Além da ineficiência da governança fundiária, há também a ineficiência da governança ambiental acerca do cumprimento da Lei de Proteção da Vegetação Nativa, Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012). Segundo o Observatório do Código Florestal, são 19,1 milhões de hectares de passivo ambiental no país, ou seja, este é o tamanho da cobertura vegetal que deveria estar conservada nas Reservas Legais (RL) e Áreas de Preservação Permanentes (APP) das propriedades ou posses rurais, de acordo com as regras estabelecidas pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa, porém nessas áreas a vegetação nativa foi suprimida.

A Figura 6.2 apresenta as áreas de passivo de vegetação nativa em pequenos, médios e grandes imóveis rurais no Brasil. Os imóveis rurais médios e grandes são aqueles que possuem as maiores áreas de passivo de RL a serem restauradas. Juntos eles represen-

tam aproximadamente 89% de todo o passivo ambiental do país, o que corresponde a uma área estimada em 14,6 milhões de hectares de RL. Os imóveis rurais pequenos somam cerca de 1,6 milhões de hectares de passivo de RL. Em relação à área total de passivo de APP, estima-se um total de 2,7 milhões de hectares a serem restaurados, dos quais 47,8% correspondem a imóveis rurais de grande porte, 28,8% a imóveis de médio porte e 23,4% a pequenos imóveis rurais.

É importante destacar que os estados brasileiros têm, dentre as suas principais atribuições previstas na Lei de Proteção da Vegetação Nativa, Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), o apoio à inscrição no CAR de agricultores familiares, assentamentos estaduais e territórios de povos e comunidades tradicionais (PCTs). Além disso, os estados devem validar as informações declaradas no CAR, de forma a identificar os passivos e

Área de passivo de vegetação nativa em imóveis rurais de pequeno, médio e grande porte no Brasil em 2024



Fonte: Observatório do Código Florestal – OCF (2024)

Figura 6.2 Área de passivo de vegetação nativa na Área de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente (APP), considerando imóveis rurais de pequeno, médio e grande porte. Fonte: Termômetro Florestal, Observatório do Código Florestal – OCF, 2024.

excedentes em relação às exigências legais. É também responsabilidade dos estados a regulamentação, implantação e monitoramento dos Programas de Regularização Ambiental (PRA) para os imóveis com passivo de vegetação (Guidotti et al., 2017; Valdiones & Bernasconi, 2019), já tratado no capítulo 5.

O PRA prevê que o produtor deverá propor um Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas (PRADA) que, uma vez aprovado pelo órgão ambiental, será a base de um Termo de Compromisso. Parte da ineficiência em relação à governança ambiental está na ausência de métricas técnicas que

permitam avançar com a recuperação ambiental, além da falta de técnicos e recursos nas secretarias estaduais de meio ambiente.

Os benefícios da recuperação da vegetação nativa em RL e APP na geração de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos são diversos. No caso das APPs, a recuperação da vegetação nativa pode também contribuir para a melhoria da disponibilidade hídrica e com a provisão de água para os diversos fins. Ainda, destaca-se a importância da polinização de culturas, conciliando a conservação da biodiversidade e a produção agrícola (Bergamo et al., 2021), tema já abordado na apresentação e capítulo 1 deste Relatório. Conforme Bergamo et al. (2021), culturas dependentes de polinizadores representaram em torno de 55% do valor monetário anual da produção agrícola. Neste contexto, a Lei de Proteção da Vegetação Nativa, Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), ao estimular a restauração ecológica, tende a promover melhorias de produtividade agrícola e contribuir com a segurança alimentar.

6.4 Agentes socioeconômicos e instrumentos de governança aplicados à conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos

6.4.1 Agentes socioeconômicos

A agricultura no Brasil é composta por atividades e agentes diversos, com interesses e capacidades produtivas distintos. Os diferentes grupos sociais que compõem tais atividades formam cadeias de produção e comercialização de produtos agrícolas para fins de ganho de rendimento, aumento de capital, garantia de subsistência e seguran-

ça alimentar, assim como a reprodução de práticas econômicas e socioculturais. Tais grupos sociais podem ser divididos em duas grandes categorias (IBGE, 2006).

- Agricultura familiar: composto por pequenos produtores rurais que ocupam imóveis de até 4 módulos fiscais, assim como extrativistas, pescadores, povos indígenas, integrantes de comunidades remanescentes de quilombos e demais comunidades tradicionais que cumprem os requisitos da Lei Federal nº 11.326/2006 (Brasil, 2006), a qual estabelece as diretrizes para formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.
- Agricultura não-familiar: composto por médios produtores que ocupam propriedades com área de 4 a 15 módulos fiscais e grandes produtores rurais com área superior a 15 módulos rurais.

A diferenciação entre esses dois grupos é fundamental devido às suas peculiaridades em termos de escala de produção, diversificação produtiva, intensificação no uso da terra, acesso aos mercados, bem como pelas práticas de conservação da biodiversidade e manutenção dos serviços ecossistêmicos adotadas. No caso dos agricultores familiares, é importante considerar também o nível de organização social, seja em cooperativas, redes ou associações, uma vez que este aspecto influencia a escala das operações, tanto em termos de produção, financiamento e comercialização.

De qualquer maneira, destacam-se os desafios que dificultam para ambos os grupos a

transição do seu modelo de desenvolvimento econômico convencional para um modelo focado na sustentabilidade. São eles:

- i. a morosidade na análise dos Cadastros Ambientais Rurais (CAR) para fins de validação;
- ii. a tentativa de regularização de imóveis rurais com CAR quando há sobreposição às áreas de TI, assentamentos, territórios quilombolas e FPND;
- iii. a carência de incentivos econômicos capazes de conciliar a produção rural sustentável e a conservação da vegetação nativa.

Os desafios são ainda maiores quando se trata de pequenos produtores rurais, povos indígenas, quilombolas ou PCTs, o que agrava ainda mais a situação de vulnerabilidade dos mesmos tanto do ponto de vista socioeconômico quanto em relação aos impactos das mudanças climáticas e da perda de serviços ecossistêmicos. Os conflitos fundiários, o baixo acesso aos serviços de assistência técnica e extensão rural e as dificuldades de acesso às tecnologias e inovações para a melhoria da produção e do beneficiamento estão entre os principais desafios enfrentados por estes atores sociais (temas já tratados no capítulo 4).

6.4.2 Instrumentos de governança relacionados à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos

A partir das fragilidades citadas que ameaçam os diferentes agentes sociais e econômicos, a Tabela 6.1 apresenta as normas e instrumentos de governança existentes que têm a capacidade de contribuir para a inte-

gração entre o desenvolvimento socioeconômico e a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos nos territórios por eles ocupados. A Tabela 6.1 apresenta também algumas medidas emergenciais para viabilizar o avanço dessa agenda, dependendo do tipo de agricultura e perfil dos principais agentes sociais.

Dentre as normas e instrumentos de governança anteriormente citados, vale destacar a metodologia de monitoramento do desmatamento utilizada no Brasil pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e reconhecida em todo o mundo. O país conta com o Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES) que produz, desde 1988, estimativas anuais das taxas de desflorestamento da Amazônia Legal. Já o Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER) realiza um levantamento rápido mensal, desde 2004, e opera como um sistema de alerta para dar suporte às ações de fiscalização. O Terra-Class é também um sistema, executado por meio da parceria entre a Embrapa e o INPE, classifica os usos da terra nos biomas Amazônia e Cerrado (Almeida et al., 2016).

No âmbito das iniciativas desenvolvidas pela sociedade civil para aprimorar a governança ambiental, o Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil, conhecido como MapBiomas Brasil merece destaque. O MapBiomas foi criado em 2015, a partir de uma rede colaborativa que realiza o mapeamento anual do uso e cobertura da terra e da superfície de água, bem como de cicatrizes de fogo, nos biomas brasileiros com dados desde 1985 e, mais recentemente, disponibilizou o mapa do estoque de carbono nos solos brasileiros (MapBiomas, 2023).

Tabela 6.1. Normas e instrumentos de governança capazes de integrar a agricultura e a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, dependendo do perfil dos principais agentes sociais (Agricultura familiar: Pequenos produtores rurais, povos indígenas, quilombolas, assentamentos e comunidades tradicionais; Agricultura não-familiar: Médios e grandes produtores rurais) e medidas emergenciais necessárias para sua efetiva implementação

Normas/Instrumentos	Medidas emergenciais	Tipo de agricultura (agentes sociais)
Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Pronaf (Decreto Federal Nº 1.946/1996) (Brasil, 1996)	Ater e agentes financeiros preparados para ampliar o acesso às linhas de crédito “verdes”	Agricultura familiar
Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal Nº 9.433/1997) (Brasil, 1997)	Implementação e fortalecimento dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos e destinação de parte dos recursos advindos da cobrança pelo uso da água para PSA	Agricultura familiar e não familiar
Política de Garantia de Preços Mínimos para os Produtos da Sociobiodiversidade (Lei Federal Nº 11.775/2008) (Brasil, 2008)	Inserir os sistemas alimentares sustentáveis na estratégia de desenvolvimento do país	Agricultura familiar
Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei Federal Nº 12.187/2009) (Brasil, 2009a)	Regulamentação do mercado brasileiro de redução de emissões (MBRE)	Agricultura familiar e não familiar
Plano Nacional para a Promoção de Produtos da Sociobiodiversidade (Portaria Interministerial Nº 239/2009) (Brasil, 2009b)	Construção de uma base integrada de dados	Agricultura familiar
Programa Agricultura de Baixo Carbono (Resolução Federal Bacen Nº 3.896/ 2010) (Brasil, 2010)	Desburocratização e preparação dos agentes das Ater’s para o desenvolvimento de projetos com esse perfil	Agricultura não familiar
Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Federal Nº 12.651/2012) (Brasil, 2012a)	Regulamentação dos instrumentos econômicos previstos na lei como, por exemplo, o programa de incentivo à conservação do meio ambiente e à adoção de boas práticas agrícolas (Artigo 41)	Agricultura familiar e não familiar
Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas (Decreto Federal Nº 7.747/2012) (Brasil, 2012b)	Aprovação do projeto de Lei PL 4347/2021	Agricultura familiar
Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Decreto Federal Nº 7.794/2012) (Brasil, 2012c)	Retomada do Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica e do sistema de monitoramento para controle social	Agricultura familiar
Estratégia Nacional de REDD+ (Portaria MMA Nº 370/2015)	Fortalecimento da Comissão nacional para REDD+ e retomada do Fundo Amazônia	Agricultura familiar e não familiar
Política Nacional para Recuperação da Vegetação Nativa (Decreto Federal Nº 8.972/2017) (Brasil, 2017)	Ampliação das iniciativas numa abordagem de gestão integrada da paisagem, associada ao combate ao desmatamento e à adoção de boas práticas na agricultura	Agricultura familiar e não familiar
Programa Bioeconomia Brasil (Portaria Federal Nº 121/2019)	Integração com outras políticas públicas para ganho de escala	Agricultura familiar e não familiar
Política Nacional de PSA (Lei Federal Nº 14.119/2021) (Brasil, 2021)	Regulamentação do Cadastro Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais e do Órgão Colegiado para transparência e controle social	Agricultura familiar e não familiar
Mercado regulado de carbono (Decreto Federal Nº 11.075/2022) (Brasil, 2022)	Regulamentação e estratégia para inclusão das populações mais vulneráveis	Agricultura familiar
ICMS Ecológico (cada estado estabelece sua norma)	Articulação no nível municipal visando canalizar os recursos para programas locais de PSA	Agricultura familiar e não familiar

Outras iniciativas promovidas pela sociedade civil merecem também ser destacadas, tais como:

i) **Termômetro do Código Florestal** – desenvolvido no âmbito do Observatório do Código Florestal (OCF), consiste em uma plataforma que disponibiliza dados sobre o estágio atual da implementação dos principais instrumentos da Lei de Proteção da Vegetação Nativa, Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Programas de Regularização Ambiental (PRA).

ii) **Sistema de Observação e Monitoramento da Amazônia Indígena (SOMAI)** - é uma ferramenta que visa fornecer informações que apoiem a gestão territorial e ambiental de Terras Indígenas da Amazônia brasileira, levando-se em conta os impactos climáticos sobre tais áreas.

iii) **Sistema de Observação e Monitoramento de Unidades de Conservação (SOMUC)** - é uma plataforma digital, de acesso público e gratuito, cujo objetivo é o de fornecer informações para apoiar a gestão territorial e ambiental de UCs na Amazônia brasileira.

iv) **Alerta Clima Indígena** – visa auxiliar na gestão ambiental e territorial de TIs da Amazônia brasileira disponibilizando em tempo real dados sobre o fogo e desmatamento. Os povos indígenas podem também inserir os seus próprios alertas e dados no aplicativo por meio de fotos, textos e áudios, sem necessidade de internet.

v) **Tô No Mapa** - é um aplicativo desenvolvido para que povos, comunidades tradicionais e agricultores familiares realizem o auto mapeamento de seus territórios visando

fortalecer a luta por direitos ainda não reconhecidos.

A riqueza de normas, instrumentos e ferramentas, como esses apresentados até aqui, não têm se traduzido necessariamente em governança ambiental eficiente e fortalecida. A falta de integração de bases de dados e de aplicação das políticas de comando e controle e gestão territorial, comprometendo o combate à ilegalidade em todas as suas formas, pode ser uma das explicações possíveis para não termos resultados à altura do arcabouço já existente.

6.5 Instrumentos econômicos capazes de garantir a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos no setor agrícola

De forma complementar às ações de comando e controle para o combate ao desmatamento e garantia de cumprimento da Lei de Proteção da Vegetação Nativa, Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), os instrumentos econômicos mostram-se fundamentais para orientar o comportamento dos agentes sociais incentivando-os a manterem as áreas de excedentes de vegetação nativa e a adotarem ações de restauração de APP e RL, garantindo a manutenção e recuperação dos serviços ecossistêmicos associados. Assim, os instrumentos econômicos, já descritos e aprofundados no capítulo 5, têm a capacidade de transferir aos atores sociais as decisões de mudanças de comportamento e, assim, incentivam inovação e transformação (Azevedo et al., 2014). Para isso ocorrer em larga escala, é necessária uma abordagem de planejamento e gestão da paisagem capaz de viabilizar investimentos (Schmitt et al., 2019), além de boa governança, ambiente

político-regulatório claro, coordenação e cooperação entre atores, entre outros aspectos (Pinto et al., 2021).

6.5.1 Pagamento por Serviços Ambientais

A Lei de Proteção da Vegetação Nativa, Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), abre oportunidades ao prever instrumentos econômicos capazes de viabilizar o seu cumprimento, tal como o Programa de Incentivos Econômicos para a Produção Rural Sustentável previsto no seu artigo 41. Porém, este programa não foi regulamentado até o momento. O mecanismo de PSA já foi conceituado e tratado nos capítulos 1 e 5; contudo aqui serão mencionados aspectos relacionados à segurança jurídica e regulamentação da Lei (relacionados à governança) que instituiu a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, Lei Federal nº 14.119/2021 (Brasil, 2021). Essa precisa ainda ser regulamentada, que por sua vez passa por diversos desafios institucionais, econômicos e de governança

Apesar da demora para a definição de um marco legal no país sobre o tema, estados, municípios, setor privado e terceiro setor têm promovido há mais de uma década iniciativas de PSA com diferentes arranjos institucionais (Pinto et al., 2022). Algumas iniciativas têm sido fundamentais para viabilizar a regularização ambiental dos imóveis rurais, principalmente quando se trata da recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APP) ou conservação do excedente de Reserva Legal (RL). Dentre elas, podemos destacar o Programa Conservador das Águas (Extrema, MG), o Programa Reflorestar (Espírito Santo), o Projeto Conserv (Mato Grosso e Pará) e o Projeto Oásis (Minas

Gerais, Paraná e São Paulo). Essas experiências têm demonstrado o grande potencial de aplicação do PSA para a manutenção e/ou recuperação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, com especial atenção às pequenas propriedades rurais que carecem de incentivos para se adequarem à legislação ambiental vigente.

6.5.2 Cobrança pelo uso da água

Outro instrumento extremamente importante para a sustentabilidade agroambiental é o da cobrança pelo uso da água. Apesar da sua baixa aplicação no setor agrícola, ele possui grande relevância como fonte de recursos para a recuperação de bacias hidrográficas. A água, além de ser um insumo indispensável na produção do setor agrícola, é um recurso cuja quantidade e qualidade são diretamente afetadas por processos de erosão, compactação do solo e poluição hídrica decorrente do uso de insumos químicos agrícolas (para saber mais sobre os recursos hídricos no Brasil, vide o Relatório Temático Água da BPBES; Pires et al., 2020).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) reconhece a água como um recurso natural limitado e dotado de valor econômico, sendo estabelecida a cobrança pelo uso da água com a finalidade de obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos de forma a incentivar o uso racional da água. O setor agrícola representa a maior demanda hídrica, concentrando 78% do consumo total de água no país (ANA, 2019). Por outro lado, o setor contribuiu com apenas 1% da arrecadação total da cobrança da água em 2021 (ANA, 2022) devido, principalmente, à ausência

de instrumentos de gestão dos recursos hídricos em diversas regiões com elevada demanda hídrica.

É interessante notar que os primeiros sistemas de Pagamento por Serviços Ambientais no país foram implementados a partir da receita oriunda da cobrança pelo uso da água. Nesse contexto, o PNRH 2022-2040

estabeleceu o subprograma de revitalização de Bacias Hidrográficas para a promoção de ações integradas, com foco na conservação das águas e no uso sustentável dos recursos naturais, em áreas urbanas e rurais, por meio do incentivo a mecanismos de PSA, sendo a cobrança pelo uso da água a fonte de recursos para viabilizar esta estratégia.

Quadro 6.3: Estudo de caso – Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PRO-PSA), Rio de Janeiro

Criado e regulamentado pelo Decreto Estadual nº 42.029/11 (Rio de Janeiro, 2011), o programa PRO-PSA está subordinado ao Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos (Prohidro), e seus investimentos priorizam as áreas rurais e os mananciais de abastecimento público. O Instituto Estadual do Ambiente é responsável pela sua coordenação. Neste contexto, o decreto reconhece como modalidades de serviços ambientais:

I - Conservação e recuperação da qualidade e da disponibilidade das águas;

II – Conservação e recuperação da biodiversidade;

III – Conservação e recuperação das FMPs;

IV – Sequestro de carbono originado de reflorestamento das matas ciliares, nascentes e olhos d'água para fins de minimização dos efeitos das mudanças climáticas globais.

Atualmente, o programa abrange onze projetos em 22 municípios e conta com uma plataforma capaz de fortalecer a governança e a integração de dados dos territórios.

6.6 Potencial do papel dos consumidores em práticas de governança que conciliam produção agrícola com a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos

Com os consumidores cada vez mais conscientes da importância de suas decisões para minimizar o impacto no meio ambiente, a tendência é que a possibilidade de rastrear a origem dos produtos agrícolas seja valorizada e retroalimente o sistema no sentido de promover práticas agrícolas mais sustentáveis. A rastreabilidade de produtos agrícolas permite identificar a origem do produto des-

de o campo até o consumidor final. Há enormes desafios para se implantar sistemas de rastreabilidade para diferentes cadeias produtivas. Porém, avanços merecem destaque como é o caso do sistema de rastreabilidade da cadeia da carne bovina no Brasil, iniciado no início de 2000 (Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura, 2020). Destaca-se mais uma vez a importância da disponibilidade de dados para viabilizar a integração de informações, como as bases do Guia de Transporte Animal (GTA) e o CAR, bem como a necessidade de engajar produtores nesta agenda por meio de incentivos.

A abordagem usando a certificação e rotulagem para divulgar a adesão às normas ambientais já é difundida e influencia as escolhas de milhões de consumidores em diversos setores (temas já apresentados pelo capítulo 5). As certificações ambientais mais conhecidas são ISO 14.001, FSC (The Forest Stewardship Council) e Rainforest Alliance (ver capítulo 5). Esses selos informam ao consumidor que os processos certificados e

os produtos rotulados atendem aos requisitos mínimos de proteção ambiental e que são regularmente auditados interna e externamente (Altmann & Berger Filho, 2020). A lógica em relação à implantação de sistemas transparentes de rastreabilidade é a mesma: incentivos para a conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos em terras privadas com base em práticas sustentáveis que sejam confiáveis e auditáveis.

Quadro 6.4: Estudo de Caso – Estratégia Farm to Fork

A estratégia Farm to Fork consiste em um conjunto de metas e ações que visam estimular padrões sustentáveis em toda a cadeia agroalimentar. Ela é central nas diretrizes do *European Green Deal* e do plano europeu para uma economia circular. De acordo com a Comissão Europeia (2022) “precisamos redesenhar nossos sistemas alimentares que hoje respondem por quase um terço das emissões globais de GEE, consomem grandes quantidades de recursos naturais, resultam em perda de biodiversidade e impactos negativos à saúde e não permitem retornos econômicos justos e meios de subsistência para todos os atores, em particular para os produtores primários”. A União Europeia entende que tornar o setor alimentar mais sustentável traz novas oportunidades para todos os operadores da cadeia de valor. Nesse sentido, novas descobertas científicas e tecnológicas, bem como o aumento da consciência e da demanda por alimentos sustentáveis trarão benefícios para todo o setor. Assim, a União Europeia se propôs a contribuir na mitigação dos impactos das mudanças climáticas, revertendo a perda da biodiversidade, garantindo a segurança alimentar e promovendo o comércio justo (Comissão Europeia, 2022).

Quadro 6.5: Estudos de caso conciliando a agricultura, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos

Estudo de caso 1: O uso do ICMS Ecológico para programas municipais de PSA

Objetivo: Incentivar produtores rurais a recuperarem suas APPs em bacias hidrográficas consideradas críticas para o abastecimento urbano.

Descrição da iniciativa: O ICMS Ecológico ou Verde (ICMS-E), já conceituado e apresentado no capítulo 1, é um instrumento econômico da política ambiental, com função compensatória e incentivadora. O recurso repassado aos municípios visa compensar a restrição do uso da terra, devido à presença de áreas protegidas ou algum desempenho ambiental positivo de acordo com os critérios adotados por cada estado. Uma vez compensado pelo cumprimento dos critérios estabelecidos pelo estado, o município pode vincular o recurso para viabilizar ações voltadas à conservação ambiental e à produção rural sustentável. Em 2014, o município paraense de Brasil Novo, por exemplo, vinculou o recurso do ICMS-E ao Fundo Municipal de Meio Ambiente

Quadro 6.5: Estudos de caso conciliando a agricultura, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos

e utilizou o mesmo para implementar o Programa Conservador das Águas, instituído pela Lei Municipal nº 192/2014 (Brasil Novo - Pará, 2014), inspirado pela iniciativa de Pagamento por Serviços Ambientais do município de Extrema (Minas Gerais). Desta maneira, o município de Brasil Novo estimulou a regeneração das APPs pelos proprietários de imóveis rurais da Bacia do Rio Jaruçú, responsável pelo abastecimento de água na zona urbana (Pinto, et al., 2018). O fortalecimento de programas de transferências intra-governamentais como é o caso do ICMS Ecológico pode viabilizar investimentos que fomentem o plantio, a recuperação e a restauração de áreas degradadas (Madeira & Borges, 2012). Porém, este potencial é ainda pouco explorado pelos gestores municipais.

Estudo de caso 2: Consórcio Intermunicipal para o Desenvolvimento Sustentável da Transamazônica e Xingu (CIDS)

Objetivo: Conciliar a produção agrícola, conservação ambiental e melhoria na qualidade de vida das populações locais, a partir do fortalecimento da capacidade do poder público local para que se tornem protagonistas na gestão ambiental de seus territórios (IPAM, 2011).

Descrição da iniciativa: Na região da Transamazônica e Xingu, as dificuldades enfrentadas na gestão ambiental descentralizada que tem contribuído historicamente no processo de degradação ambiental e na perda de serviços ecossistêmicos levou a mobilização dos gestores locais. Por meio de um arranjo associativo intermunicipal, os gestores buscaram maximizar seus esforços em prol da promoção do desenvolvimento sustentável. Em 2011, o arranjo entre os municípios de Altamira, Anapú, Brasil Novo e Senador José Porfírio foi pactuado por meio de um consórcio público intermunicipal de direito público, de acordo com a Lei Federal nº 11.107/2005 (Brasil, 2005). Em 2013, o consórcio já era capaz de captar recursos e fortalecer as secretarias municipais de meio ambiente visando o cumprimento das políticas agroambientais na região e a recuperação de áreas alteradas para a produção de alimentos em propriedades de agricultores familiares. Em 2016, o CIDS cresceu de quatro para doze integrantes (IPAM, 2016). A estrutura de governança permitiu uma gestão colaborativa entre os municípios com a criação do Conselho de Desenvolvimento Sustentável de caráter consultivo e constituído por representantes do Poder Executivo Estadual do Pará, Poder Legislativo Municipal dos entes consorciados, Ministério Público Estadual, Ministério Público Federal, universidades, organizações não governamentais (ONG) e sociedade civil organizada. Segundo Mello (1997), o associativismo municipal tem sido visto como o principal instrumento de fortalecimento de governos locais no processo de descentralização.

Estudo de caso 3: Rede Oásis

Objetivo: Promover a conexão entre atores e disseminar informações referentes à governança de serviços ecossistêmicos no Brasil, além de compartilhar as iniciativas de PSA executadas na rede.

Descrição da iniciativa: Em 2006, a Fundação Boticário lançou o Projeto Oásis. Desde o início, o projeto engajou instituições privadas e públicas, ao mesmo tempo em que influenciava políticas públicas para a implementação de mecanismos de PSA. Somente em São Paulo, por exemplo, 14 propriedades foram beneficiadas entre 2007 e 2014, protegendo áreas importantes para o

Quadro 6.5: Estudos de caso conciliando a agricultura, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos

sistema Guarapiranga. Foram beneficiados com PSA 747,7 hectares de área natural protegida, sendo 413 hectares de vegetação nativa excedente ao exigido pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa, Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), além de 101 nascentes e mais de 45 mil metros lineares de rios. Na Bahia, foi implementada a iniciativa conhecida como Produtor de Água de Pratigi, beneficiando 23 propriedades e protegendo 150 hectares de Mata Atlântica. Estes são apenas alguns exemplos de resultados alcançados pela iniciativa. A formalização da Rede Oásis se deu em 2018 promovendo a cooperação técnica entre as instituições executoras. As tomadas de decisão em relação aos desafios de cada território e/ou projeto se dão através de uma governança compartilhada com envolvimento dos atores locais.

Estudo de caso 4: Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura

Objetivo: É um movimento multisetorial composto por mais de 300 organizações, entre entidades do agronegócio, empresas, organizações da sociedade civil, setor financeiro e academia, cujo objetivo é promover a sinergia entre as agendas de proteção, conservação, uso sustentável das florestas naturais e plantadas, agricultura e adaptação às mudanças climáticas.

Descrição da iniciativa: A Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura foi fundada em 2015. Todas as suas propostas são fruto de um processo de diálogo e construção de consensos entre os diversos setores que integram o movimento. A instância responsável pelas principais decisões é o Grupo Estratégico. Além disso, há um Grupo Executivo para o acompanhamento geral das ações. Para apoiar o trabalho dos Grupos Estratégico e Executivo, a Coalizão conta com uma Coordenação Executiva. Finalmente, os debates que resultam nas propostas do movimento são iniciados nos quatro Fóruns de Diálogo da Coalizão, que são instâncias de governança abertas à participação de todos os interessados. Os Fóruns de Diálogo se subdividem em Forças-Tarefa, que têm o objetivo de encaminhar ações em temas específicos e, dessa forma, permitir que a Coalizão avance gradativamente em direção aos seus objetivos. A Força Tarefa de Pagamento por Serviços Ambientais, por exemplo, subsidiou o debate no Congresso Nacional que levou à aprovação da Lei Federal nº 14.119/2021 (Brasil, 2021) que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Mais recentemente, o grupo apresentou ao Ministério do Meio Ambiente e ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento a proposta de regulamentação da Política Nacional de PSA. Entre seus objetivos, está o estímulo a uma agenda integrada entre a agricultura e a conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

6.8 Considerações finais

Para garantir a efetiva implementação das políticas que impactam o uso da terra no país é necessário viabilizar a eficiência na sua governança, o que demanda a integração dos instrumentos de gestão. A integração dos sistemas de cadastro fundiário e ambiental e das informações relacionadas às florestas

públicas federais e estaduais, por exemplo, é indispensável para garantir confiabilidade e transparência dos dados e coibir os esquemas de grilagem de terras. Ainda, a disponibilização de dados abertos sobre as cadeias produtivas agrícolas, ao longo das diferentes etapas, viabilizaria o estabelecimento de sistemas de rastreabilidade, facilitando a tomada de decisão por diferentes atores.

De forma geral, esses avanços seriam capazes de fortalecer as estratégias que contribuem para a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos a partir de uma melhor governança nos territórios rurais. Para isso, é necessário investir esforços coordenados envolvendo os diferentes níveis de governança (federal, estadual, regional e municipal). A seguir são apresentadas reco-

mendações para lidar com os desafios tratados neste capítulo e os níveis de governança que devem desempenhar um papel-chave em cada estratégia. As recomendações estão divididas em dois blocos: i. Ações estruturantes para fortalecer a governança ambiental no meio rural (Figura 6.3); ii. Incentivos para conciliar a agricultura e a manutenção dos serviços ecossistêmicos (Figura 6.4).



Figura 6.3. Sugestões de ações estruturantes para lidar com os desafios de governança que concilie agricultura, biodiversidade e serviços ecossistêmicos, bem como níveis de governança para cada estratégia.

INCENTIVOS ECONÔMICOS PARA CONCILIAR A AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS



Figura 6.4. Sugestões de incentivos econômicos para lidar com os desafios de governança que concilie agricultura, biodiversidade e serviços ecossistêmicos, bem como níveis de governança para cada estratégia.

As recomendações apresentadas refletem, muitas vezes, um esforço das políticas públicas de incentivo à conservação ambiental em estimular a internalização das externalidades, positivas ou negativas, nas atividades econômicas do setor agrícola. Este aspecto é fundamental para estimular mudanças no padrão de desenvolvimento em grande escala pautada numa economia verde. De

acordo com a CEPAL (2016), “o imperativo do cuidado do meio ambiente, outra dimensão importante da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, transforma a ótica com que se observa a dinâmica econômica, cujas externalidades negativas já não podem ser ignoradas”. Neste processo, é preciso reconhecer que mecanismos de mercado sozinhos têm limitações para desempenhar este

papel. De acordo com Gómez-Baggethun & Muradian (2015) as grandes iniciativas de PSA no mundo são reguladas por políticas públicas e seu financiamento é feito majoritariamente com recursos públicos. Os autores questionam a real capacidade dos mecanismos de mercado em atrair investimentos para esta agenda entre os atores privados. Ainda, o contexto de insegurança fundiária no país coloca em risco as populações mais vulneráveis, levando à exclusão das mesmas em relação às oportunidades baseadas em mecanismos de mercado. Neste contexto, políticas de governança inclusivas, eficientes e de amplo alcance são determinantes para reposicionar o setor agrícola, nas suas diferentes escalas, como um ator-chave nos esforços para a manutenção da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos e, assim, para a garantia de sua própria sobrevivência.

REFERÊNCIAS

- Albergoni, L. & Pelaez, V. (2007). Da revolução verde à agrobiotecnologia: ruptura ou continuidade de paradigmas? *Revista de Economia* 33(1). <https://doi.org/10.5380/re.v33i1.8546>
- Alencar, A., Castro, I., Laureto, L. et al. (2021). Amazônia em chamas: desmatamento e fogo nas florestas públicas não destinadas. *Nota técnica n°7*. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia.
- Alencar, A., Silvestrini, R., Gomes, J. & Savian, G. (2022). *Amazônia em chamas: o novo e alarmante pátamar do desmatamento na Amazônia*. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia.
- Almeida, C. A. de, Coutinho, A. C., Esquerdo, J. C. D. M. et al. (2016). High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. *Acta Amazonica* 46, 291–302. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201505504>
- Altmann, A. & Berger Filho, A. G. (2020). Certification and labeling for conservation of ecosystem services in the Pampa Biome: case study of the Aliança do Pastizal scheme. *Ecosystem Services* 46, 101209. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101209>
- Alvarenga, L. D. P., Pôrto, K. C. & de Oliveira, J. R. do P. M. (2010). Habitat loss effects on spatial distribution of non-vascular epiphytes in a Brazilian Atlantic forest. *Biodiversity and Conservation* 19(3), 619–635. <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9723-2>
- Alves, E., Souza, G. da S. & Rocha, D. de P. (2013). Desigualdade nos campos na ótica do Censo Agropecuário 2006. *Revista de Política Agrícola* 22(2), 67–75.
- ANA. Agência Nacional de Águas (2022). *Histórico da cobrança pelo uso dos recursos hídricos*. Brasília: ANA. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos/cobranca/historico-da-cobranca>>. Acesso em: ago. de 2024.
- ANA. Agência Nacional de Águas. (2019). *Manual de usos consuntivos da água no Brasil*. Brasília: ANA. Disponível em: <<http://snirh.gov.br/ usos-da-agua/>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Azevedo, A. A., Reis, T., Pires, M. (orgs.). (2014). *Instrumentos econômicos de apoio à implementação do novo código florestal: relato do workshop no âmbito do observatório do Código Florestal*. Belém-PA: IPAM e Observatório do Código Florestal, 40 p. Disponível em: <https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2015/12/instrumentos_econ%C3%B4micos_de_apoio_%C3%A0_imple-1.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Azevedo-Ramos, C., Moutinho, P., Arruda, V. L. da S. et al. (2020). Lawless land in no man's land: The undesignated public forests in the Brazilian Amazon. *Land Use Policy* 99, 104863. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104863>
- Bergamo, P. J., Wolowski, M., Tambosi, L. R. et al. (2021). Areas requiring restoration Efforts are a complementary opportunity to support the demand for pollination services in Brazil. *Environmental Science & Technology* 55(17), 12043–12053. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c02546>
- Brasil. Decreto Nº 1.946, de 28 de junho de 1996. Cria o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - PRONAF, e dá outras providências.
- Brasil. Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
- Brasil. Lei Federal Nº 11.107/2005, 6 de abril de 2005. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências.
- Brasil. Lei Nº 11.326, 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.
- Brasil. Lei Nº 11.775, de 17 de setembro de 2008. Institui medidas de estímulo à liquidação ou regularização de dívidas originárias de operações de crédito rural e de crédito fundiário; altera as Leis nos 11.322, de 13 de julho de 2006, 8.171, de 17 de janeiro de 1991, 11.524, de 24 de setembro de 2007, 10.186, de 12 de fevereiro de 2001, 7.827, de 27 de setembro de 1989, 10.177, de 12 de janeiro de 2001, 11.718, de 20 de junho de 2008, 8.427, de 27 de maio de 1992, 10.420, de 10 de abril de 2002, o Decreto-Lei no 79, de 19 de dezembro de 1966, e a Lei no 10.978, de 7 de dezembro de 2004; e dá outras providências.
- Brasil. Lei Nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009a. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.
- Brasil. Portaria interministerial MDA e MDS e MMA Nº 239 de 21 de julho de 2009b. Estabelece orientações para a implementação do Plano Nacional de Promoção das Cadeias de Produtos da Sociobiodiversidade, e dá outras providências.

- Brasil. Resolução CMN N° 3.896 de 17 de agosto de 2010 (Revogado). Institui, no âmbito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (Programa ABC).
- Brasil. Lei N° 12.651, 25 de maio de 2012a. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n°s 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 n°s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n° 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.
- Brasil. Decreto N° 7.747, de 5 de junho de 2012b. Institui a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas – PNGATI, e dá outras providências.
- Brasil. Decreto N° 7.794, de 20 de agosto de 2012c. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica.
- Brasil Novo, Pará. Lei Municipal N° 192/2014, de 20 de novembro de 2014. Cria o Projeto Conservador das Águas e autoriza o Poder Executivo Municipal a prestar apoio financeiro aos proprietários rurais.
- Brasil. Decreto N° 8.972, de 23 de janeiro de 2017. Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa.
- Brasil. Lei N° 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis n°s 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 N° 11.075, de 19 de maio de 2022, revogado pelo Decreto n° 11.550, de 2023. Estabelece os procedimentos para a elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas, institui o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa e altera o Decreto n° 11.003, de 21 de março de 2022.
- Brito, B., Almeida, J., Gomes, P. & Cardoso Júnior, D. (2021). Leis e práticas de regularização fundiária no Estado do Pará. Em: Belém, PA: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), 71 p. Disponível em: <https://imazon.org.br/wp-content/uploads/2021/03/LeisRegularizacaoFundiarria_Para.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Byerlee, D., De Janvry, A. & Soudoulet, E. (2009). Agriculture for Development: Toward a New Paradigm. *Annual Review of Resource Economics* 1(1), 15–31. <https://doi.org/10.1146/annurev.resource.050708.144239>
- CEPAL. (2016). *Estudo Econômico da América Latina e do Caribe*. Relatórios anuais. CEPAL, 14 p. Disponível em: <https://www.cepal.org/pt-br/publicaciones/40328-estudo-economico-america-latina-caribe-2016-agenda-2030-o-desenvolvimento>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura. (2020). *A rastreabilidade da cadeia da carne bovina no Brasil: desafios e oportunidades*. Relatório final e recomendações. Disponível em: <<https://www.coalizaobr.com.br/boletins/pdf/A-rastreabilidade-da-cadeia-da-carne-bovina-no-Brasil-desafios-e-oportunidades-relatorio-final-e-recomendacoes.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Comissão Europeia. (2022). *Estratégia Farm to Fork*. Disponível em: <https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/farm-fork-strategy_pt>. Acesso em: ago. de 2024.
- Costa, S. H. G. (2012). *A questão agrária no Brasil e a bancada ruralista no congresso nacional*. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, . Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-08012013-143125/>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Dean, W. (1997). *A ferro e fogo: A história e a devastação da Mata Atlântica brasileira*. Companhia das Letras.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2022). *Embrapa em números*. Brasília-DF: Embrapa, Secretaria-Geral, Gerência de Comunicação e Informação. 140 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/pt/embrapa-em-numeros>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Gasques, J. G., Bastos, E. T., Valdes, C. & Bacchi, M. R. P. (2012). Produtividade da agricultura brasileira e os efeitos de algumas políticas. *Revista de Política Agrícola* 21(3), 83–92.
- Gasques, J. G., Bastos, E. T., Valdes, C. & Bacchi, M. R. P. (2014). Produtividade da agricultura: Resultados para o Brasil e estados selecionados. *Revista de Política Agrícola* 23(3), 87–98.
- Gibbs, H. K., Rausch, L., Munger, J. et al. (2015). Brazil's Soy Moratorium. *Science*, 347(6220), 377–378. <https://doi.org/10.1126/science.aaa0181>
- Gómez-Baggethun E. & Muradian, R., 2015. In markets we trust? Setting the boundaries of market-based instruments in ecosystem services governance. *Ecol. Econ.* 117, 217–224. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.03.016>
- Guidotti, V., Freitas, F. L. M., Sparovek, G. et al. (2017). Números detalhados do novo Código Florestal e suas implicações para os PRAs. *Sustentabilidade em Debate* 5, p. 1-11.
- Hajjar, R., Newton, P., Adshead,

- dos imóveis rurais dos estados amazônicos. Brasília-DF: IPAM, 112 p. Disponível em: <<https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2021/05/Incentivos-econo%CC%82micos.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Pinto, E., Guimarães A. & Moutinho P. (2022). *Pagamento por Serviços Ambientais no Brasil: recomendações para 2023*. Agropolítica em Debate. Diálogo Agropolítico Brasil- Alemanha. Brasília: Ministério Federal da Alimentação e Agricultura da Alemanha e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil, 32 p. Disponível em: <https://apdbrasil.de/wp-content/uploads/2022/12/Pagamento_servicos_ambientais_Brasil_2023-1.pdf>. Acesso em: ago. de 2024.
- Pires, A., Farjalla, V. F., Faria, B. M. et al. (orgs.). (2020). Relatório Temático Água: Biodiversidade, Serviços Ecossistêmicos e Bem-Estar Humano no Brasil. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES). São Carlos-SP: Editora Cubo, 120 p. <https://doi.org/10.4322/978-65-00-00068-9>
- Rattis, L., Brando, P., Macedo, M. et al. (2021). Climatic limit for agriculture in Brazil. *Nature Climate Change* 11(12), 1098–1104. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01214-3>
- Reydon, B. P., Fernandes, V. B. & Telles, T. S. (2015). Land tenure in Brazil: The question of regulation and governance. *Land Use Policy* 42, 509–516. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.09.007>
- Ring, I., Hansjürgens, B., Elmqvist, T., Wittmer, H. & Sukhdev, P. (2010). Challenges in framing the economics of ecosystems and biodiversity: The TEEB initiative. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2(1–2), 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.03.005>
- Rio de Janeiro. Decreto N° 43.029, de 15 de junho de 2011. Regula o programa estadual de conservação e revitalização de recursos hídricos - Prohidro, previsto nos artigos 5° e 11 da Lei N° 3.239, de 02 de agosto de 1999, que instituiu a política estadual de recursos hídricos, e dá outras providências.
- Salomão, C. S., Stabile, M., Souza, L., et al. (2021). Amazônia em chamas: desmatamento, fogo e pecuária em terras públicas. *Nota técnica* 8, 17 p. Disponível em: <<https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2022/05/Amazo%CC%82nia-em-Chamas-8-pecua%C%81ria-pt.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Sano, E., Rosa, R., De Mattos Scaramuzza, C. et al. (2019). Land use dynamics in the Brazilian Cerrado in the period from 2002 to 2013. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 54. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00138>
- Santos, A. & Tabarelli, M. (2002). Distance from roads and cities as a predictor of habitat loss and fragmentation in the caatinga vegetation of Brazil. *Brazilian journal of biology = Revista brasileira de biologia* 62, 897–905. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842002000500020>
- Sauer, S. & Leite, S. P. (2012). Agrarian structure, foreign investment in land, and land prices in Brazil. *The Journal of Peasant Studies* 39(3–4), 873–898. <https://doi.org/10.1080/03066150.2012.686492>
- Scarano F. R., Queiroz H. L., Farinaci J. S. et al. (2019). Opções de governança e tomada de decisão através de escalas e setores. Em: Joly, C.A et al. (eds.). Joly, C. A., Scarano, F. R., Seixas, C. S. et al. (eds.). *1° Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade & Serviços Ecossistêmicos*. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES). São Carlos-SP: Editora Cubo, 351 p. <https://doi.org/10.4322/978-85-60064-88-5>
- Schmitt, J., Scaramuzza, C. A. M., Vieira R. M. et al. (2019). Oportunidades para estimular a recuperação da vegetação nativa. Em: Crouzeilles, R., Rodrigues, R. R. & Strassburg B. B. N (eds.). BPBES/IIS: *Relatório Temático sobre Restauração de Paisagens e Ecossistemas*. São Carlos-SP: Editora Cubo, 77 p. <https://doi.org/10.4322/978-85-60064-91-5>
- 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.
- Simionatto, I., & Rodrigues Costa, C. (2012). Como os dominantes dominam: o caso da bancada ruralista. *Temporalis* 12(24), 215–237. <https://doi.org/10.22422/2238-1856.2012v-12n24p215-237>
- Sparovek, G., Guidotti, V., Pinto, L. F. G. et al. (2018). Asymmetries of cattle and crop productivity and efficiency during Brazil's agricultural expansion from 1975 to 2006. *Elementa: Science of the Anthropocene* 6, 25. <https://doi.org/10.1525/elementa.187>
- Spera, S. A., Winter, J. M. & Partridge, T. F. (2020). Brazilian maize yields negatively affected by climate after land clearing. *Nature Sustainability* 3(10), 845–852. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0560-3>
- Valdiones, A. P. & Bernasconi, P. (2019). Do papel à prática: a implementação do Código Florestal pelos Estados brasileiros. *Transparência Florestal* 11, ano 6, 12 p. Disponível em: <<https://observatorioflorestal.org.br/wp-content/uploads/bkps-old/2019/03/2019-transparencia-florestal-CAR.pdf>>. Acesso em: ago. de 2024.
- Wearn, O. R., Reuman, D. C. & Ewers, R. M. (2012). Extinction Debt and Windows of Conservation Opportunity in the Brazilian Amazon. *Science* 337(6091), 228–232. <https://doi.org/10.1126/science.1219013>

GLOSSÁRIO DO RELATÓRIO TEMÁTICO SOBRE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Como citar: Graco-Roza, C., Moreira, R. A., Monteiro, M. M., Duarte, G. T., Prado, R. B., Overbeck, G. E. Glossário e siglas. 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 Ecosistêmicos. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (BPBES). 1ª Ed. Campinas, SP: Ed. dos Autores, 2024. P 185-195.

<https://doi.org/10.4322/978-65-01-21502-0.gloss>

Autores: Caio Graco Roza¹, Raquel Aparecida Moreira², Marina Morais Monteiro³, Gabriela Teixeira Duarte⁴, Rachel Bardy Prado⁵, Gerhard Ernst Overbeck⁶

¹University of Helsinki - Finlândia

²Universidade de São Paulo

³Floresta Cheia Instituto de Conservação Ambiental

⁴Instituto Internacional para Sustentabilidade

⁵Embrapa Solos

⁶Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Este glossário foi elaborado com o objetivo de fornecer definições e explicações para os termos relevantes no contexto apresentado neste relatório da agricultura, biodiversidade e serviços ecossistêmicos. Embora tenhamos buscado fontes confiáveis e bem estabelecidas, como a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO); a Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES); órgãos de governos nacionais, como o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) do Brasil; e instituições de pesquisa, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) para fundamentar nossas definições, é importante ressaltar que as definições apresentadas refletem a visão, a compreensão e a experiência sobre os temas dos organizadores deste relatório.

Acordo de Paris: É um acordo global, adotado em 2015, voltado para combater as mudanças climáticas. Seu objetivo central é fortalecer a resposta global à ameaça das mudanças climáticas, mantendo o aumento da temperatura média global neste século bem abaixo de 2 graus Celsius acima dos níveis pré-industriais.

Agendas multilaterais: São acordos internacionais que envolvem múltiplos países, cujo objetivo é abordar problemas globais, como meio ambiente, economia, segurança e direitos humanos.

Agricultura de Baixo Carbono: São práticas agrícolas que objetivam minimizar a emissão de gases de efeito estufa, através do uso eficiente de sistemas de manejo do solo e dos animais, bem como a diminuição do uso de combustíveis fósseis.

Agricultura de base ecológica: Abordagem de produção agrícola que prioriza a sustentabilidade, buscando minimizar o impacto ambiental e maximizar a produtividade e eficiência dos recursos.

Agricultura sustentável: Sistema de produção agrícola que visa atender as necessidades atuais

de alimentos, sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazerem suas próprias necessidades, garantindo a preservação e a melhoria dos recursos naturais.

Agrobiodiversidade: É a parte agrícola da biodiversidade, formada pelas plantas de interesse das pessoas, que, por isso, as cultivam. A agrobiodiversidade resulta do relacionamento, de milhares de anos, do ser humano com a natureza, por meio da prática de domesticação de plantas e da agricultura. A agrobiodiversidade pode ser compreendida como a parcela da biodiversidade utilizada pelo homem na agricultura, ou em práticas correlatas, na natureza, de forma domesticada ou semi-domesticada.

Agrotóxicos: Produtos químicos usados na agricultura para controlar pragas e doenças. Embora sejam necessários para a produção de alimentos, seu uso excessivo e inadequado pode trazer riscos à saúde humana e ao meio ambiente. Também descrito popularmente pelos termos “defensivos agrícolas”, “pesticidas”, “agroquímicos” ou “biocidas”.

Amazônia Legal: Região que compreende os nove estados do Brasil que incluem, no seu território, ecossistemas da Floresta Amazônica. A Amazônia Legal engloba uma área de cerca de 5 milhões de quilômetros quadrados, representando aproximadamente 59% do território brasileiro.

Área de Proteção Ambiental (APA): Uma categoria de unidade de conservação que tem por objetivo a proteção da biodiversidade, bem como dos recursos naturais e culturais da região. Em geral, as APAs possuem uma ocupação humana e buscam harmonizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais.

Áreas de Preservação Permanente (APP): São zonas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, nas quais é permitida apenas a utilização indireta dos recursos naturais. Desti-

nam-se à preservação de recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica, da biodiversidade, ao fluxo gênico de fauna e flora e à proteção do solo.

Áreas degradadas: São áreas que sofreram algum tipo de danos devido a ações humanas ou fatores naturais, resultando na perda de qualidade ambiental. Isso pode incluir a perda de biodiversidade, erosão do solo, contaminação, destruição de ecossistemas naturais e diminuição geral na capacidade de sustentar a vida selvagem e a vegetação saudável.

Áreas protegidas: Espaços geográficos claramente definidos, reconhecidos, dedicados e geridos para alcançar a conservação a longo prazo da natureza com serviços ecossistêmicos associados e valores culturais. Podem incluir parques nacionais, reservas biológicas, áreas de proteção ambiental, entre outros.

Benchmark: Consiste no processo de busca das melhores práticas de gestão da entidade numa determinada indústria e que conduzem ao desempenho superior. É visto como um processo positivo e através do qual uma empresa examina como outra realiza uma função específica a fim de melhorar a forma como realiza a mesma ou uma função semelhante.

Benefício que a sociedade obtém da natureza: Conhecidos também como serviços ecossistêmicos, são os benefícios que os humanos obtêm dos ecossistemas, incluindo provisão de alimentos, água, regulação do clima, polinização de plantas e recreação.

Bioeconomia: Economia que utiliza recursos biológicos de terra e mar, bem como resíduos, como insumos para a produção de alimentos, energia e bio-produtos. A bioeconomia inclui a biotecnologia, mas também abrange processos e tecnologias mais tradicionais, como a agricultura.

Bioinsumos: Produtos agrícolas que são de-

envolvidos a partir de enzimas, extratos (de plantas ou microorganismos), microorganismos, macroorganismos (invertebrados), metabólitos secundários e feromônios, que são destinados ao controle biológico.

Bioma: Recorte do espaço geográfico que possui características comuns devidas às condições ambientais compartilhadas. Inclui vários habitats que são o lar de espécies distintas e adaptadas às mesmas condições ambientais gerais. No Brasil, o IBGE define seis biomas terrestres: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa.

Bioprodutos: São produtos fabricados a partir de recursos biológicos renováveis e sustentáveis. Eles são uma alternativa aos produtos feitos com ingredientes não renováveis e podem incluir alimentos, feed, fibras, combustíveis e vários materiais e químicos.

Cadastro Ambiental Rural (CAR): Registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento.

Cadeias Produtivas: Refere-se a uma série de atividades interconectadas que resultam em um produto específico. Essas atividades incluem a obtenção de matéria-prima, produção, transformação, distribuição e consumo do produto final.

Capacidade de suporte: É a quantidade máxima de uma espécie que determinado ambiente pode suportar indefinidamente, sem que ocorram alterações que provoquem a sua degradação.

Capital natural: O capital natural refere-se à extensão da ideia econômica de capital manufaturado para incluir bens e serviços ambientais. O capital natural, como todas as outras formas de capital, é um estoque e não um fluxo. O capital

natural consiste em estoques de ativos naturais (por exemplo, solos, florestas, corpos d'água) que geram um fluxo de bens ou serviços ecossistêmicos valiosos para o futuro.

Certificação florestal: Processo que garante que produtos madeireiros, e produtos florestais não madeireiros, provêm de florestas geridas de acordo com padrões predefinidos de sustentabilidade.

Certificação socioambiental: Processo que garante que uma organização, produto ou serviço cumpre determinados padrões sociais e ambientais. É uma forma de atestar práticas empresariais responsáveis e sustentáveis.

Commodities: Produtos básicos de grande relevância comercial que podem ser negociados em escala global, como soja, trigo, petróleo, gás natural, café, entre outros.

Conhecimento Ecológico Local (CEL): Conhecimento desenvolvido por populações locais acerca do ambiente no qual vivem e os recursos que exploram. Geralmente estreitamente ligado à cultura local.

Contribuições da Natureza para as Pessoas: Todas as contribuições positivas, ocasionalmente negativas, que as pessoas obtêm da natureza. A expressão é derivada da definição de serviços ecossistêmicos do Millenium Ecosystem Assessment.

Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD): Acordo internacional firmado durante a Rio-92, que visa à conservação da diversidade biológica, ao uso sustentável de seus componentes e à repartição justa e equitativa dos benefícios derivados do uso de recursos genéticos.

COP 26: 26ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC), que é o fórum de negociação mais importante sobre a mudança do clima no mundo, e que reúne líderes globais e a sociedade

civil para discutir ações de combate à mudança do clima.

Corredores ecológicos: Conectam habitats fragmentados, permitindo a dispersão de espécies e a manutenção de processos ecológicos. Eles facilitam a movimentação e a distribuição de organismos entre áreas protegidas, aumentando a conectividade biológica e a resiliência dos ecossistemas.

Cota de Reserva Ambiental (CRA): Título transacionável no mercado, criado pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), Lei Federal nº 12.651/2012, que representa a área de vegetação nativa excedente à Reserva Legal em uma propriedade ou posse rural e que pode ser usado para compensar a Reserva Legal de outra propriedade.

Culturas permanentes: São cultivos agrícolas que se mantêm no campo por vários anos e que não precisam ser replantados após cada colheita, como frutas, café, cacau, borracha e outros.

Culturas temporárias: Referem-se a cultivos agrícolas que são semeados e colhidos dentro de um ciclo de produção, como milho, arroz, trigo e soja.

Contribuição Nacionalmente Determinada (INDC): As contribuições determinadas a nível nacional são compromissos que os países assumem para reduzir as suas emissões de gases de efeito estufa (GEE), como parte da mitigação das alterações climáticas

Degradação intermediária: Estado de degradação que compromete parcialmente a capacidade do ecossistema de fornecer serviços ecossistêmicos, não sendo tão intensa quanto a degradação severa, mas superior à degradação leve.

Degradação severa: Refere-se a uma perda significativa e muitas vezes irreversível da qualidade dos recursos naturais, como solo, água e vege-

tação, muitas vezes devido a atividades humanas insustentáveis, como o desmatamento e a mineração.

Descarbonização: É o processo de redução ou eliminação da emissão de dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa gerados por setores específicos da economia. Isso é frequentemente associado à transição para formas de energia limpa e renovável.

Desertificação: Processo de degradação da terra em áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de várias atividades e fatores, incluindo variações climáticas e atividades humanas.

Desserviços ecossistêmicos da agricultura: referem-se aos impactos negativos que as práticas agrícolas podem ter sobre os ecossistemas naturais e os serviços que eles fornecem.

Desterritorialização: É um conceito da teoria crítica que se refere ao processo pelo qual uma relação social, chamada de território, tem sua organização e contexto atuais alterados, mutados ou destruídos. Os componentes então constituem um novo território, que é o processo de reterritorialização.

Diversidade Biológica: Refere-se à variedade de vida em todos os seus níveis, desde genes até ecossistemas, e abrange a evolução e a variação dentro das espécies, entre as espécies e entre os ecossistemas.

Ecossistemas naturais: São comunidades de organismos interagentes, incluindo plantas, animais e microorganismos, e seus ambientes físicos que não sofreram alterações substanciais devido à atividade humana.

Efeito de borda: Trata-se da mudança nas características da população ou do ambiente que ocorre na região de transição, ou “borda”, entre dois ecossistemas diferentes, como a floresta e uma área aberta.

Equivalência em dióxido de carbono: É a quantidade de emissão de CO₂ que causaria o mesmo impacto radiativo que uma quantidade emitida de um gás de efeito estufa bem misturado ou uma mistura de gases de efeito estufa bem misturados, todos multiplicados por seus respectivos potenciais de aquecimento global (GWPs - sigla em inglês) para levar em conta os diferentes tempos em que permanecem na atmosfera.

Externalidades: Custos ou benefícios indiretos associados a atividades econômicas que afetam terceiros. As externalidades podem ter naturezas sociais, econômicas e ambientais.

Extrativismo animal: Prática de coleta de recursos naturais de origem animal, como caça e pesca, seja para subsistência ou comércio.

Extrativismo vegetal: Prática de coleta de recursos naturais de origem vegetal, como madeira, frutas, sementes, óleos, entre outros, para subsistência ou comércio.

Fair trade (Comércio Justo): Movimento que tem como objetivo assegurar um trato mais equitativo para os produtores e trabalhadores, promovendo melhores condições de trabalho, respeito aos direitos humanos e proteção ambiental.

Fixação biológica de nitrogênio: Processo pelo qual bactérias e archaeas presentes no solo ou em associação simbiótica com plantas convertem o nitrogênio atmosférico, que não pode ser utilizado diretamente pelas plantas, em formas de nitrogênio que as plantas podem absorver e utilizar.

Florestas plantadas: São áreas de floresta cultivadas intencionalmente para atender à demanda por produtos florestais, como madeira e celulose, comumente monocultura.

Função ecossistêmica: Refere-se aos processos biogeoquímicos e ecológicos que os ecossistemas realizam, como a produção primária, a

decomposição, a ciclagem de nutrientes, entre outros, que são fundamentais para a manutenção da vida no planeta.

Gases de efeito estufa (GEE): Gases presentes na atmosfera terrestre que absorvem e emitem radiação no espectro térmico infravermelho, o que leva ao aquecimento do planeta. Os principais GEEs são dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e gases fluorados.

Hidrossolidariedade: baseia-se no equilíbrio solidário do zoneamento da paisagem na região de influência de bacias hidrográficas, de forma a integrar as atividades humanas, por exemplo, produção com áreas de proteção ecológica e interesse social, permitindo a conservação e dos cursos de água.

ICMS Ecológico (ICMS-E): Mecanismo de política fiscal que recompensa os municípios que investem na proteção ambiental e conservação da biodiversidade, proporcionando-lhes uma maior quota de receita do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS).

Intensificação ecológica: Abordagem que busca aumentar a produtividade agrícola de maneira sustentável, utilizando práticas agrícolas que respeitam e protegem a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos.

Inventário Nacional de Emissões: Levantamento completo e sistematizado das emissões de gases de efeito estufa produzidos pelas atividades humanas em um país ou região.

Leakage: Termo em inglês que significa, literalmente, vazamento. No contexto ambiental, é usado para impactos ambientais não desejados em uma região que resultam de intervenções em outra região.

Manejo sustentável: Utilização de recursos naturais de maneira que preserve a integridade do ecossistema e sua capacidade de regeneração,

garantindo a disponibilidade desses recursos para as gerações futuras.

Mercado institucional: Segmento de mercado composto por entidades governamentais e públicas, que realizam compras para o funcionamento dos serviços públicos. Este mercado inclui prefeituras, governos estaduais e o governo federal.

MapBiomass: Rede colaborativa, formada por ONGs, universidades e startups de tecnologia, para produzir mapeamento anual da cobertura e uso da terra do Brasil e monitoramento da superfície de água e cicatrizes de fogo, mensalmente, com dados a partir de 1985. A partir de um termo de cooperação técnica tendo como base a plataforma Google Earth Engine, o projeto teve início em julho de 2015.

Mitigação climática: Ações que visam à redução das emissões de gases de efeito estufa ou à melhoria dos sumidouros de carbono para limitar o aquecimento global e as mudanças climáticas.

Moratória da Soja: É uma articulação entre o setor produtivo, o governo e ONGs, como o Greenpeace, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, WWF-Brasil, por exemplo, em resposta ao questionamento de grupos ambientalistas e do mercado internacional preocupados com o impacto da expansão da soja sobre a floresta amazônica. O acordo entrou em vigor em Julho de 2006, quando a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove) e a Associação Brasileira dos Exportadores de Cereais (Anec) se comprometeram, mediante um acordo assinado por representantes de todos os setores envolvidos, a não comercializar ou financiar a soja produzida em áreas que tivessem sido desmatadas no bioma Amazônia a partir de 2008.

Nichos de mercado: Segmento de mercado especializado que atende a um grupo específico de consumidores com necessidades específicas. Os nichos de mercado são geralmente definidos por demandas ou preferências não atendidas pelo mercado geral.

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS):

Constituem um apelo urgente à ação de todos os países, desenvolvidos e em desenvolvimento, numa parceria global que reconhece que a erradicação da pobreza e outras privações deve ser acompanhada de estratégias que melhorem a saúde e a educação, reduzam a desigualdade e estimulem o crescimento económico, ao mesmo tempo que combatem as alterações climáticas e trabalham para preservação ambiental.

Organismos Geneticamente Modificados (OGM):

Organismos que tiveram seu material genético alterado em laboratório por meio de engenharia genética. As modificações podem melhorar a resistência a doenças, aprimorar a nutrição, ou introduzir outras características.

Ótimo climático: Condição climática na qual a produtividade agrícola atinge o seu máximo. Refere-se a condições ambientais ideais para o crescimento de determinada cultura.

Pagamento por Serviços Ambientais (PSA): É uma transação voluntária, através da qual um serviço ecológico específico é adquirido por um (ou mais) adquirente de um (ou mais) provedor desse serviço e, somente se, o provedor assegurar sua provisão (condicionalidade). Utiliza-se também o termo Pagamento por Serviços Ecosistêmicos (PSE), principalmente no inglês.

Paisagens multifuncionais: São tipicamente caracterizadas por um uso diversificado da terra e uma estrutura paisagística complexa, abrangendo assim potencialmente muitos interesses, muitas vezes concorrentes, de diferentes grupos de partes interessadas.

Plantas Alimentícias Não Convencionais (PAN-Cs): São plantas com potencial alimentício e desenvolvimento espontâneo, porém, não são consumidas em larga escala ou são utilizadas apenas em determinada região.

Policultura alimentar: Sistema de cultivo que envolve o plantio de várias espécies de plantas

numa mesma área. Este sistema promove a diversificação da produção, aumenta a resistência a pragas e doenças e reduz o risco de perdas de colheita devido a condições climáticas adversas.

Política de incentivos econômicos: Conjunto de estratégias adotadas pelo governo para estimular o desenvolvimento económico sustentável, incluindo medidas que promovem a conservação do meio ambiente e da biodiversidade.

Povos e Comunidades Tradicionais (PCTs): são grupos culturalmente diferenciados que se reconhecem como tais, possuem formas próprias de organização social, ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição.

Produção orgânica: Sistemas sustentáveis de agricultura que não permitem o uso de produtos químicos sintéticos prejudiciais para a saúde humana e para o meio ambiente, tais como certos fertilizantes e agrotóxicos sintéticos, nem de organismos geneticamente modificados.

Programa de Regularização Ambiental (PRA): Iniciativa brasileira que visa a regularização de propriedades rurais com passivos ambientais, incentivando a restauração e conservação ambiental, a fim de cumprir com a legislação ambiental do país.

Restauração de Áreas Degradadas: Refere-se a práticas que visam restaurar a integridade ecológica de áreas que foram danificadas ou perturbadas, com o objetivo de trazer de volta a sua funcionalidade e biodiversidade.

REDD e REDD+: Se refere a um mecanismo que permite a remuneração daqueles que mantêm suas florestas em pé, sem desmatar, e com isso, evitam as emissões de gases de efeito estufa associadas ao desmatamento e degradação florestal.

Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS): é uma área natural que abriga populações tradicionais que vivem em sistemas de exploração sustentável dos recursos naturais. Ao proteger o uso do ambiente desenvolvido ao longo de gerações e adaptado às condições ecológicas locais, esta categoria de unidade de conservação de uso sustentável contribui para a proteção da natureza e para a manutenção da diversidade biológica.

Reserva Legal (RL): Área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12 da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), Lei Federal nº 12.651/2012, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa.

Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN): Categoria de unidade de conservação privada, com o objetivo de conservar a diversidade biológica. As RPPNs contribuem para a formação de corredores ecológicos e permitem a realização de pesquisas científicas, educação ambiental, visitação pública, entre outros benefícios.

Reservas Extrativistas (RESEX): São áreas de uso sustentável designadas para proteger os meios de vida e a cultura das populações extrativistas tradicionais, e para assegurar o uso sustentável dos recursos naturais. Estas reservas são de propriedade pública, com acesso concedido às populações locais e tradicionais.

Resiliência dos ecossistemas: É a capacidade de um ecossistema de responder a uma perturbação ou perturbação, resistindo aos danos e subseqüentemente recuperando-se. Tais perturbações podem incluir incêndios, inundações, vendavais, explosões populacionais de insetos e atividades humanas como o desmatamento, uso de pesticidas e introdução de espécies vegetais ou animais exóticas.

Segurança alimentar: A segurança alimentar existe quando todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico e econômico a alimentos seguros e alimentos nutritivos que satisfaçam as suas necessidades dietéticas e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável.

Serviços ambientais: são os benefícios ambientais resultantes de intervenções intencionais da sociedade na dinâmica dos ecossistemas.

Serviços ecossistêmicos: São os benefícios diretos e indiretos que os seres humanos obtêm dos ecossistemas. Isso inclui serviços de provisão (como alimentos e água); serviços de regulação (como regulação do clima e controle de inundações); serviços culturais (como benefícios espirituais, cognitivos e recreativos); e serviços de suporte (como ciclos de nutrientes e produção de oxigênio).

Sistema Agrícola Tradicional (SAT): o complexo de dimensões cosmológicas, culturais e técnicas que abrangem as práticas relacionadas às atividades de agricultura, a sociabilidade e a alimentação de uma região.

Sistemas Agroflorestais (SAF): São sistemas produtivos que podem se basear na sucessão ecológica, análogos aos ecossistemas naturais, em que árvores exóticas ou nativas são consorciadas com culturas agrícolas, trepadeiras, forrageiras, arbustivas, de acordo com um arranjo espacial e temporal pré-estabelecido, com alta diversidade de espécies e interações entre elas.

Sistemas de produção agrícola: O sistema de produção é composto pelo conjunto de sistemas de cultivo e/ou de criação no âmbito de uma propriedade rural, definidos a partir dos fatores de produção (terra, capital e mão-de-obra) e interligados por um processo de gestão.

Sistemas Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF): É um sistema de gestão de uso do solo que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais na mesma área, em cultivo consorciado,

em sucessão ou rotação, visando benefícios econômicos e ambientais.

Sistemas Integração Lavoura-Pecuária (ILP): É um sistema de gestão de uso do solo que integra atividades agrícolas e pecuárias na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotação, visando benefícios econômicos e ambientais.

Sistema Plantio Direto (SPD): É um sistema agrícola que envolve a semeadura de culturas diretamente no resíduo de colheitas anteriores sem a preparação prévia do solo. Isso reduz a erosão do solo, conserva a umidade do solo e melhora a saúde do solo a longo prazo.

Soberania alimentar: É considerada como um sistema alimentar no qual as pessoas que produzem, distribuem e consomem alimentos também controlam os mecanismos e políticas de produção e distribuição de alimentos, a soberania alimentar é um reflexo do modelo de distribuição e alimentação adotado em nível mundial.

Sociobiodiversidade: Sociobiodiversidade é um conceito que envolve a relação entre a diversidade biológica, os sistemas agrícolas tradicionais (agrobiodiversidade) e o uso e manejo destes recursos junto com o conhecimento e cultura das populações tradicionais e agricultores familiares. São “bens e serviços gerados a partir de recursos da biodiversidade, voltados à formação de cadeias produtivas de interesse de povos e comunidades tradicionais e de agricultores familiares, que promovam a manutenção e valorização de suas práticas e saberes, e assegurem os direitos decorrentes, gerando renda e promovendo a melhoria de sua qualidade de vida e do ambiente em que vivem”.

Soluções baseadas na Natureza (SbN): São ações para enfrentar os desafios sociais através da proteção, gestão sustentável e restauração de ecossistemas, beneficiando tanto a biodiversidade como o bem-estar humano. As SbN têm um potencial significativo, mas atualmente subutilizado, para ajudar a enfrentar desafios globais

como as alterações climáticas, a saúde humana, a segurança alimentar e hídrica, as catástrofes naturais e a perda de biodiversidade.

Tecnologia social: Conjunto de técnicas, metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida.

Teleacoplamento: Traduzido do inglês, *telecoupling*, é uma estratégia que analisa de forma abrangente os impactos socioeconômicos e ambientais em longas distâncias. O conceito de teleacoplamento é uma extensão lógica da pesquisa sobre sistemas humanos e naturais acoplados, nos quais as interações ocorrem em locais geográficos específicos.

TerraClass: Projeto de parceria entre a Embrapa e o INPE, com objetivo de mapear o uso e a cobertura da terra na Amazônia legal e do Cerrado, usando como base as áreas desmatadas identificadas pelo PRODES e imagens de satélites.

Tipping point: Termo em inglês em que a tradução literal significa “ponto sem retorno”. Utilizado comumente para indicar estágios de degradação onde pequenas mudanças podem levar a grandes e, às vezes, irreversíveis transformações do ambiente.

Valoração econômica de serviços ecossistêmicos: É o processo de quantificação e atribuição de valor monetário aos serviços ecossistêmicos. Destaca-se a Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade (TEEB) que é uma iniciativa global focada em “tornar visíveis os valores da natureza”. O seu principal objetivo é integrar os valores da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos na tomada de decisões a todos os níveis.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações DO RELATÓRIO TEMÁTICO SOBRE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

ANA: Agência Nacional de Águas

APA: Área de Preservação Ambiental

APP: Área de Preservação Permanente

ATER: Assistência Técnica e Extensão Rural

BPBES: *Brazilian Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (em português - Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos)

BRFAIR: Associação das Organizações de Produtores Fairtrade do Brasil

BSE: Biodiversidade e serviços ecossistêmicos

CAR: Cadastro Ambiental Rural

CBD: Convenção de Diversidade Biológica

CEL: Conhecimentos Ecológicos Locais

CEPAs: Comissões Estaduais de Planejamento Agropecuário

CNP: Contribuições da Natureza para as Pessoas

CNFP: Cadastro Nacional de Florestas Públicas

CNRH: Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CO₂-eq: Equivalência em dióxido de carbono

CONAMA: Conselho Nacional de Meio Ambiente

CRA: Cota de Reserva Ambiental

DETER: Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real

EMATERs: Empresas de Assistência Técnica e Extensão Rural

Embrapa: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMBRATER : Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural

FAO: *Food and Agriculture Organization* (em português - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura)

FPND: Florestas Públicas Não Destinadas

FSC: *Forest Stewardship Council* (em português - Conselho de Gestão Florestal)

FUNAI: Fundação Nacional dos Povos Indígenas

GEE: Gases de efeito estufa

GIAHS: Globally Important Agricultural Heritage Systems

GTA: Guia de Transporte Animal

ILPF: Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

ILP: Integração Lavoura-Pecuária

IPBES: *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (em português - Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos)

LPVN: Lei de Proteção da Vegetação Nativa

MBRE: mercado brasileiro de redução de emissões

MF: Módulo Fiscal

MPF: Ministério Público Federal

NCP: *Nature's Contributions to People* (em português: contribuições da natureza para as pessoas)

OC: Observatório do Clima

OCF: Observatório do Código Florestal

ODS: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OEPAS: Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária

OGM: Organismo Geneticamente Modificado	PROINE: Programa de Irrigação do Nordeste
ONG: Organização Não Governamental	PSA: Pagamento por Serviço Ambiental
ONU: Organização das Nações Unidas	PSE: Pagamento por Serviço Ecosistêmico
PAA: Programa de Aquisição de Alimentos	RDS: Reserva de Desenvolvimento Sustentável
PANC: Plantas Alimentícias Não Convencionais	REDD e REDD+: Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação
PCTs: Povos e Comunidades Tradicionais	RESEX: Reservas Extrativistas
PDRIs : Programas de Desenvolvimento Rural Integrado	RL: Reserva Legal
PFNM: Produtos Florestais Não Madeireiros	RPPN: Reserva Particular do Patrimônio Natural
PIB: Produto Interno Bruto	SAF: Sistema Agroflorestal
PLANAPO: Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica	SbN: Soluções baseadas na Natureza
PLANO ABC: Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura	SE: Serviços Ecosistêmicos
PNI: Programa Nacional de Irrigação	Sebrae: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
PNAE: Programa Nacional de Alimentação Escolar	SIGEF: Sistema de Gestão Fundiária
PNMA: Política Nacional do Meio Ambiente	SIPAM: Sistema Importante do Patrimônio Agrícola Mundial
PNRH: Política Nacional de Recursos Hídricos	SNCR: Sistema Nacional de Cadastro Rural
PPCDam: Planos de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal	SOMAI: Sistema de Observação e Monitoramento da Amazônia Indígena
PPCerrado: Planos de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado	SOMUC: Sistema de Observação e Monitoramento de Unidades de Conservação
PRA: Programa de Regularização Ambiental	SPD: Sistema de Plantio Direto
PRADA: Projeto de Recuperação de Área Degradada e Alterada	TAC: Termo de Ajustamento de Conduta
PRONAF: Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar	TI: Terra Indígena
PRODES: Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite	UC: Unidade de Conservação
	WFTO: <i>World Free Trade Organization</i> (em português: Organização mundial do comércio justo)

COORDENAÇÃO EXECUTIVA DA BPBES

Carlos Alfredo Joly

Cristiana Simão Seixas

Paula Drummond de Castro

Rafael Loyola

Aliny Patrícia Flausino Pires

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Paula Drummond de Castro

ORGANIZAÇÃO, EDIÇÃO E REVISÃO DE TEXTO DO RELATÓRIO TEMÁTICO SOBRE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

Rachel Bardy Prado

Gerhard Ernst Overbeck

Caio Graco Roza

Raquel Aparecida Moreira

Marina Morais Monteiro

Gabriela Teixeira Duarte

PROJETO GRÁFICO

Lúcia Nemer e Martuse Fornaciari

NemerFornaciari Design [NFD]

EDIÇÃO GRÁFICA DE FIGURAS

Caio Graco Roza

Leandro Coelho (#entremarés) - Figura 4.2

Sarah Rodrigues - Figuras 0.4 e 4.1.

Copyright © 2024 Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES). Todos os direitos desta obra são reservados e protegidos pela Lei 9.610, de 19/02/1998. É permitida a reprodução total ou parcial desta publicação, para fins educacionais e sem finalidade lucrativa, desde que a fonte seja devidamente mencionada.

FICHA CATALOGRÁFICA:

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Relatório temático sobre agricultura, biodiversidade e serviços ecossistêmicos [livro eletrônico] / organização Rachel Bardy Prado...[et al.]. -- 1. ed. -- Campinas, SP : Ed. dos Autores, 2024.
PDF

Vários autores.

Outros organizadores: Gerhard Ernst Overbeck, Caio Graco Roza, Raquel Aparecida Moreira, Marina Morais Monteiro, Gabriela Teixeira Duarte.

Vários colaboradores.

Bibliografia.

ISBN 978-65-01-21502-0

1. Agricultura 2. Agricultura - Aspectos ambientais 3. Biodiversidade 4. Ecossistemas - Aspectos ambientais 5. Relatórios

6. Sustentabilidade ambiental I. Prado, Rachel Bardy. II. Overbeck, Gerhard Ernst. III. Roza, Caio Graco. IV. Moreira, Raquel Aparecida. V. Monteiro, Marina Morais. VI. Duarte, Gabriela Teixeira.

24-237025

Índices para catálogo sistemático:

1. Agricultura 630

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

SUGESTÃO DE CITAÇÃO: 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. 195 p.
<http://doi.org/10.4322/978-65-01-21502-0>

PARCEIROS



APOIO

