



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Tese de Doutorado

**INTEGRAÇÃO ENTRE AS POLÍTICAS AMBIENTAL E AGRÍCOLA NO BRASIL:
CONFLITOS, CONVERGÊNCIAS E DESAFIOS**

ADRIANA MARIA MAGALHÃES DE MOURA

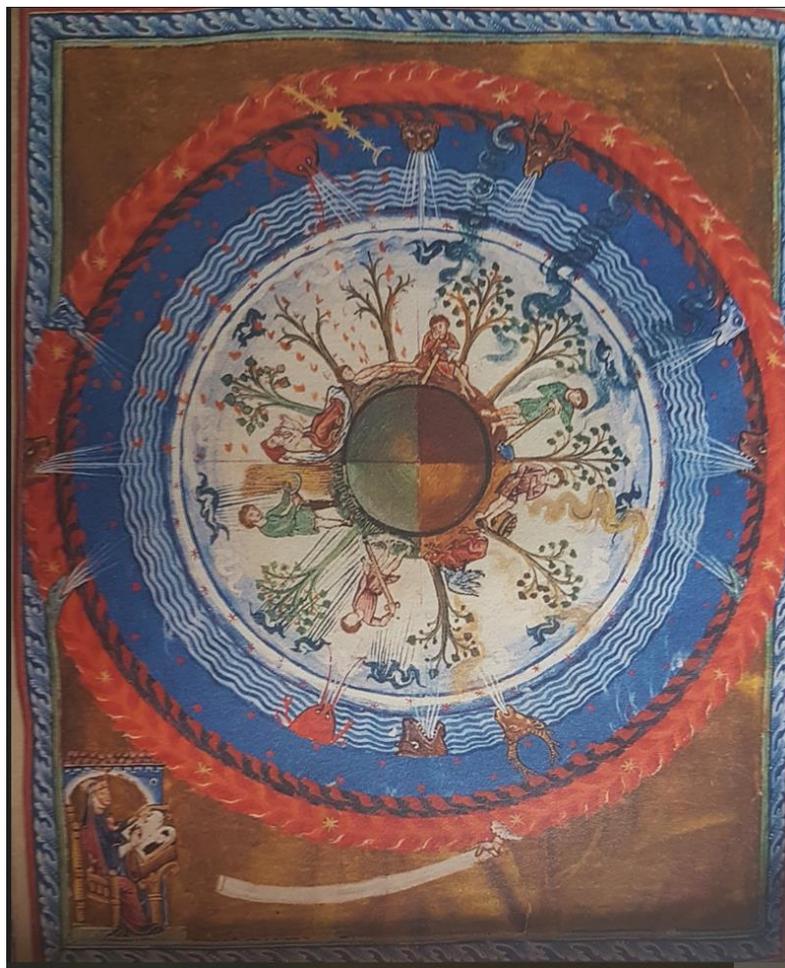
Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Dr. Marcel Bursztyn

Brasília, 2023

*“Eu sou a energia suprema e abrasadora.
Sou quem acendeu a faúlha de todos os seres vivos:
Nada de mortal flui de mim, e julgo todas as coisas.
Com minhas asas superiores alço vôo sobre a circunferência da Terra,
E ao cobri-la com minha Sabedoria dou-lhe uma reta ordem.
Também a vida abrasadora da substância divina
Arde sobre a beleza dos campos,
Reluz nas águas e arde no sol, na lua e nas estrelas,
E com o hálito celestial, desperto a vida em todos os seres,
Vivificando-os com a vida inisível que a tudo sustenta”*

Sta. Hildegard de Bingen¹



¹ Hildegard de Bingen, monja beneditina, escritora e cientista do século XII, enfatizava a necessidade da religação do homem com a natureza. Acreditava em uma natureza viva que precisava ser conservada, ideia ligada a uma visão orgânica de mundo (QUARANTA, 2009). A gravura se refere a uma das visões místicas de Hildegard.

DEDICATÓRIA

À minha amada família. Aos que se foram, aos que vieram, aos que aqui estão.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor Marcel Bursztyn, por ter me guiado nessa desafiadora trajetória. Sua ampla e reconhecida experiência em temas relacionados à sustentabilidade ambiental forneceram-me sólido apoio para explorar novos caminhos, com uma orientação, ao mesmo tempo, segura e exigente, mas também aberta e flexível. Minha gratidão por sua paciência e apoio em todo o percurso.

Ao professor Saulo Rodrigues Filho, à colega Regina Helena Sambuichi e à pesquisadora Carolina Milhorange, agradeço terem aceito o convite para compor a banca examinadora desta tese. Todos contribuíram com importantes observações para o aprimoramento desse trabalho, as quais foram incorporadas a esta versão final do texto.

Agradeço ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea, que viabilizou a minha dedicação exclusiva a este trabalho e onde pretendo aplicar os frutos colhidos nesse aprendizado. Em particular, agradeço ao colega Júlio Roma, que atuou como meu coordenador técnico junto ao Ipea e me incentivou e apoiou sempre que necessário.

A todos os professores do CDS e do Instituto de Ciência Política da UnB, com os quais tive a oportunidade de conviver e aprender – em especial Paulo Calmon e Suely Araújo.

A todos os amigos: é sempre motivo de felicidade contar com suas presenças em minha vida. Em particular agradeço à Rochelle Cysne Frota D'Abreu e Valéria Vale, pelo apoio solidário e carinhoso em todos os momentos.

À minha família um agradecimento especial - que está sempre implícito mas aqui é tornado mais visível. Sem ela as dificuldades inerentes ao processo de realização do doutorado teriam resultado em uma tarefa bem mais árdua. Seu apoio traduziu-se em palavras e gestos ou simplesmente na presença silenciosa, que sempre expressavam um grande carinho e o incentivo permanente à concretização deste trabalho.

Deo gratias!

BANCA EXAMINADORA:

MARCEL BURSZTYN

orientador
CDS, UnB

SAULO RODRIGUES FILHO

CDS, UnB

REGINA HELENA SAMBUICHI

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Ipea

CAROLINA MILHORANCE

Centro de Cooperação Internacional e Pesquisa Agronômica para o Desenvolvimento
(CIRAD/ ArtDev)

DORIS ALEIDA VILLAMIZAR SAYAGO

CDS, UnB
(suplente)

RESUMO

Um dos grandes desafios atuais para o desenvolvimento brasileiro é o de manter o crescimento da produção agropecuária e, ao mesmo tempo, reduzir seus impactos sobre os recursos naturais e a sociedade. Nesse sentido, o aprimoramento da integração entre esses temas na esfera política pode ser visto como uma questão central, tanto para a obtenção de melhores resultados na política ambiental, quanto para a condução da política agrícola em padrões sustentáveis. Esse trabalho buscou analisar a trajetória da política agrícola brasileira recente no nível federal, quanto às suas convergências (integração) e conflitos (incoerência) com a política ambiental brasileira, bem como as oportunidades, obstáculos e desafios para o processo de integração entre essas políticas. O estudo, de natureza qualitativa, considerou o conceito de Integração de Políticas Ambientais (IPA) como suporte teórico para as categorias de análise. A metodologia baseou-se em análise de evidências, obtidas por meio de extensa revisão sistemática da literatura sobre o tema; análise documental; análise de legislações ambientais e do setor agropecuário e consulta a diversas bases de dados disponíveis sobre o setor agropecuário, com abrangência temporal até o ano de 2022. A análise efetuada mostrou que a adoção de sistemas e práticas agrícolas sustentáveis vem avançando a cada ano no Brasil, embora sua área de abrangência ainda seja reduzida, representando uma parcela minoritária da área produtiva brasileira. Os números associados a práticas produtivas mais impactantes ao meio ambiente, por sua vez, ainda representam um grande desafio para a sustentabilidade da agricultura brasileira. No que se refere à coordenação entre as políticas ambiental e agrícola, verificou-se que os movimentos entre as duas políticas ainda são contraditórios – por vezes convergentes, por vezes conflitantes. Por um lado, observa-se que muitas questões ambientais vêm sendo percebidas e internalizadas pelo setor agrícola, o que indica uma evolução no sentido de superar alguns aspectos da histórica incongruência entre as políticas ambiental e agrícola no Brasil. Por outro lado, ainda persiste um desalinhamento entre essas políticas, o que indica que as condições para que atuação governamental integrada ocorra ainda não se concretizaram totalmente e que importantes desafios nesse sentido ainda devem ser superados.

ABSTRACT

One of the major current challenges for Brazilian development is to maintain the growth of agricultural production while reducing its impacts on natural resources and society. In this sense, the improvement of the integration between these themes in the political sphere can be seen as a central issue, both for achieving better results in environmental policy, as well as for the conduct of agricultural policy in sustainable standards. This work sought to analyze the trajectory of recent Brazilian agricultural policy at the federal level, regarding its convergences (integration) and conflicts (incoherence) with Brazilian environmental policy, as well as the opportunities, obstacles, and challenges for the integration process between these two policies. The qualitative study considered the concept Environmental Policy Integration (EPI) as theoretical support for the categories of analysis, considering that policy integration is a dynamic process, not an ideal. The methodology was based on a systematic review of the literature on the subject; document analysis; analysis of environmental legislation and the agricultural sector and consultation of several databases available on the agricultural sector, with a temporal coverage until the year 2022. The analysis showed that the areas preserved in rural properties have been an important contribution to the maintenance of native vegetation in the country. The adoption of sustainable agricultural systems and practices has also been advancing every year in Brazil, although its coverage area is still reduced, representing a minority portion of the production area in crops and pastures. The numbers associated with more environmentally impactful practices, in turn, still represent a major challenge for the sustainability of Brazilian agriculture. Regarding coordination between environmental and agricultural policies, it was found that the movements between the two policies are contradictory – sometimes convergent, sometimes still conflicting. On the one hand, it is observed that many environmental issues have been perceived and internalized by the agricultural sector, which indicates an evolution towards overcoming some aspects of the historical incongruity between environmental and agricultural policies in Brazil. On the other hand, there is still a misalignment between these policies, which indicates that the conditions for integrated government action to occur have not yet been fully realized and that important challenges in this regard must still be overcome.

Moura, Adriana Maria Magalhães de
Integração entre as políticas ambiental e agrícola no Brasil:
conflitos, avanços e desafios
Brasília: Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade
de Brasília, 2023.

Área de concentração: Política e Gestão da Sustentabilidade

Orientador: Dr. Marcel Bursztyn

Tese de Doutorado – UnB/PPG-CDS

1. Integração de políticas ambientais; 2. Política ambiental
brasileira; 3. Política agrícola brasileira; 4. Conflitos e sinergias
entre políticas públicas.

Palavras-chave: integração de políticas públicas; integração de política ambiental; política ambiental brasileira; política agrícola brasileira

Key words: integration of public policies; environmental policy integration; environmental policy; agricultural policy

Lista de siglas e abreviaturas

ANA – Agência Nacional de Águas
ANA – Articulação Nacional de Agroecologia
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APA – Área de Proteção Ambiental
APP – Área de Preservação Permanente
ARIE – Área de Relevante Interesse Ecológico
ASA – Articulação do Semiárido Brasileiro
ATER – Assistência Técnica e Extensão Rural
BACEN – Banco Central do Brasil
BB – Banco do Brasil
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAR – Cadastro Ambiental Rural
CIAPO – Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica
CNAPO – Comissão Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNUC – Cadastro Nacional de Unidades de Conservação
CNUMAD – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
ECOFORTE – Programa de Fortalecimento e Ampliação das Redes de Agroecologia, Extrativismo e Produção Orgânica
EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESEC – Estação Ecológica
FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FLONA – Floresta Nacional
GEE – Gases de Efeito Estufa
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IES – Instituições de Ensino Superior
IFOAM – International Federation of Organic Agriculture Movements (Federação Internacional dos Movimentos de Agricultura Orgânica)
IMAC – Instituto de Meio Ambiente do Acre
IN – Instrução Normativa
INC – Instrução Normativa Conjunta
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados
ITR – Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural
LULUCF - Land Use, Land Use Change and Forests, na sigla em inglês
OGM – Organismo Geneticamente Modificado
MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia
MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MCTIC – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDS – Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome
ME – Ministério da Economia
MEC – Ministério da Educação

MF – Ministério da Fazenda
MIRAD – Ministério da Reforma e do Desenvolvimento Agrário
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MME – Ministério de Minas e Energia
MONA – Monumento Natural
MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura
MS – Ministério da Saúde
OAC – Organismo de Avaliação da Conformidade
OCB – Organização das Cooperativas Brasileiras
OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OCE – Órgão Colegiado Estadual
OCN – Órgão Colegiado Nacional
OCS – Organização de Controle Social
ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OGU – Orçamento Geral da União
OMS – Organização Mundial da Saúde
ONG – Organização Não Governamental
ONU – Organização das Nações Unidas
OPAC – Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade
OSCIP – Organização Social Civil de Interesse Público
PIMC – Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água (Programa Cisternas)
PAA – Programa de Aquisição de Alimentos
PAD – Programa Água Doce
PAE – Projeto de Assentamento Extrativista
PARNA – Parque Nacional
PCT – Povos e Comunidades Tradicionais
PDS – Projeto de Desenvolvimento Sustentável
PGPM – Programa de Garantia de Preços Mínimos
PGPM-Bio – Política de Garantia de Preços Mínimos para os Produtos da Sociobiodiversidade
PLANAF – Plano Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PLANAPO – Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica
PLANSAN – Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional
PMVCS – Projeto Mercados Verdes e Consumo Sustentável
PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNAE – Programa Nacional de Alimentação Escolar
PNAP – Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas
PNAPO – Política Nacional de Agroecologia de Produção Orgânica
PNARA – Política Nacional de Redução de agrotóxicos
PNATER – Política Nacional de ATER
PNCF – Programa Nacional de Crédito Fundiário
PNDRSS – Plano Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário
PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente
PNPCT – Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais
PNPSB – Plano Nacional de Promoção das Cadeias de Produtos da Sociobiodiversidade
PNRA – Programa Nacional de Reforma Agrária
PNSMAF – Programa Nacional de Sementes e Mudanças para a Agricultura Familiar
PPA – Plano Plurianual
PRA – Programa de Regularização Ambiental
Pro-Orgânico – Programa de Desenvolvimento da Agricultura Orgânica
PROAGRO – Programa de Garantia da Atividade Agropecuária
PRONAF – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PRONARA – Programa Nacional de Redução do Uso de Agrotóxicos
PRONATER – Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária

RDS – Reservas de Desenvolvimento Sustentável
RBIO – Reserva Biológica
REFAU – Reserva de Fauna
RENASSEM – Registro Nacional de Sementes e Mudanças
RESEC – Reserva Ecológica
RESEX – Reserva Extrativista
REVIS – Refúgio de Vida Silvestre
RI – Reserva Indígena
RL – Reserva Legal
RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural
SAF – Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo
SAN – Segurança Alimentar e Nutricional
SEAD – Secretaria de Agricultura Familiar e Desenvolvimento Agrário da Presidência da República
SEAF – Seguro da Agricultura Familiar
SECAD – Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural
SEGOV-PR – Secretaria de Governo da Presidência da República
SFB – Serviço Florestal Brasileiro
SICAR – Sistema de Cadastro Ambiental Rural
SICOR – Sistema de Operações do Crédito Rural e do Proagro
SIDG – Sistema de Informação para Geração e Distribuição de Energia
SINDIVEG – Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal
SINIMA – Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente
SINITOX – Sistema Nacional de Informações Tóxicas Farmacológicas
SISAN – Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional
SISBRATER – Sistema Brasileiro de Assistência Técnica e Extensão Rural
SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente
SisOrg – Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica
SISVAN – Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional
SNSM – Sistema Nacional de Sementes e Mudanças
SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UC – Unidade de Conservação
UE – União Europeia
UnB – Universidade de Brasília

Lista de Figuras

Figura 1 - Degradação das pastagens nas propriedades rurais do Brasil (2010 e 2018)

Figura 2 – Perímetro de um imóvel rural registrado no CAR

Figura 3 – Exemplos de atividades apoiadas pelo Plano ABC

Figura 4 – Estrutura de governança do PronaSolos

Figura 5 – As diferentes combinações de ILPF

Figura 6 – Fases do Programa Rural Sustentável

Lista de Quadros

- Quadro 1 – Ferramentas de ação do Estado em matéria ambiental
- Quadro 2 - Caracterização dos problemas ambientais como *wicked problems*
- Quadro 3 – Características distintivas da agricultura sustentável e moderna
- Quadro 4 – Agricultura biodinâmica
- Quadro 5 - Agricultura biológica
- Quadro 6 - Agricultura natural
- Quadro 7 – Permacultura
- Quadro 8 - Agricultura conservacionista
- Quadro 9 – Características encontradas em sistemas tradicionais sustentáveis
- Quadro 10 – ODS 2 - Meta 2.4 - Indicadores propostos pelo GT/Ipea
- Quadro 11 – Meta 2.5 – Indicadores propostos pelo GT/Ipea
- Quadro 12 – Instrumentos de política ambiental
- Quadro 13 – Legislação brasileira relacionada à interface ambiental e agrícola
- Quadro 14 – Estrutura do Sisnama
- Quadro 15 – Implementação do Código Florestal nas UFs – 2022
- Quadro 16 – Programas e projetos do Prevfogo
- Quadro 17 – Metas para o setor agropecuária tendo em vista a redução de emissões de GEE
- Quadro 18 – Planapo I: eixos e objetivos (2013 a 2015)
- Quadro 19 – Objetivos do Programa Nacional de Bioinsumos
- Quadro 20 – Exemplos de aplicação da química verde na agricultura
- Quadro 21 – Diretrizes para a gestão sustentável dos solos
- Quadro 22 – Ações prioritárias do Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas e Conservação de Solos na Agricultura
- Quadro 23 – Instrumentos financeiros de incentivo à conservação ambiental e produção sustentável previstos no novo Código Florestal
- Quadro 24– Finalidades do Pronaf Bioeconomia
- Quadro 25 – Linhas de crédito do Pronaf voltadas à produção sustentável
- Quadro 26 - Previsão de PSA em legislações anteriores à PNSA
- Quadro 27 – Instrumentos de conciliação entre políticas ambientais e agrícolas no Brasil
- Quadro 28- Programa Agropecuária Sustentável: metas e resultados intermediários (2022)
- Quadro 29 – Programas do Governo Federal relacionados à integração entre as políticas ambiental e agrícola no Brasil

Lista de Tabelas

- Tabela 1 – Propriedades dos ecossistemas naturais, dos agrossistemas sustentáveis e dos convencionais
- Tabela 2 – Uso da terra no Brasil segundo o MapBiomas (2020)
- Tabela 3 – Uso do solo no Brasil segundo a Embrapa Territorial (2021)
- Tabela 4 – Uso da terra no Brasil segundo o IBGE, MapBiomas e Embrapa Territorial
- Tabela 5 - Produção de rebanhos no Brasil (2020)
- Tabela 6 – Uso das terras nos estabelecimentos agropecuários (2017)
- Tabela 7 – Variação das classes de uso florestas, formação natural não florestal e uso agropecuário no Brasil (1985 a 2020)
- Tabela 8 – Variação das classes de uso florestas, formação natural não florestal e agropecuário no bioma Amazônia (1985 a 2020)
- Tabela 9 – Variação das classes de uso florestas, formação natural não florestal e agropecuário no bioma Cerrado (1985 a 2020)
- Tabela 10 – Variação das classes de uso florestas, formação natural não florestal e agropecuário no bioma Mata Atlântica (1985 a 2020)

Tabela 11 – Variação das classes de uso florestas, formação natural não florestal e agropecuário no bioma Caatinga (1985 a 2020)
Tabela 12 – Variação das classes de uso florestas, formação natural não florestal e agropecuário no bioma Pantanal (1985 a 2020)
Tabela 13 – Variação das classes de uso florestas, formação natural não florestal e agropecuário no bioma Pampa (1985 a 2020)
Tabela 14 – China, Índia, EUA, Paquistão, Irã e Brasil – área total, área agricultável, área irrigada e proporção da área irrigada em relação à área agricultável (2019)
Tabela 15 – Método utilizado para irrigação, propriedades e área irrigada no Brasil (2017)
Tabela 16 - Uso de pesticidas: quantidade total e proporção sobre o total mundial (2019)
Tabela 17 – Agrotóxicos mais comercializados no Brasil (2020)
Tabela 18 – Áreas de florestas no Brasil
Tabela 19 - Projetos de monitoramento da cobertura florestal no Brasil
Tabela 20 – Plano ABC: processo tecnológico, meta e resultados alcançados (2010 a 2020)
Tabela 21 - Metas do Plano ABC+ até 2030, tendo 2020 como ano base
Tabela 22 – Unidades de Conservação de Uso Sustentável – nível federal (2021)
Tabela 23 – Incra: projetos de assentamento rural ambientalmente diferenciados (2021)
Tabela 24: – Orçamento estimado para o PronaSolos (2018 a 2048)
Tabela 25 – Países com maior área de agricultura orgânica certificada (2020)
Tabela 26 – Classificação dos produtos biológicos de controle de pragas e doenças
Tabela 27 - Estabelecimentos agropecuários que realizam práticas agrícolas de conservação ou proteção dos recursos naturais
Tabela 28 – Orçamento estimado para o PronaSolos (2018 a 2048)
Tabela 20– Componentes, siglas e sistemas possíveis de integração
Tabela 30 - Principais variáveis da agricultura familiar (2017)
Tabela 31 - Programa ABC – Desembolso por ano-safra (2010 a 2019)
Tabela 32 – Programa ABC+: número de contratos e crédito contratado nos subprogramas (2021/2022)
Tabela 33 – Distribuição dos recursos de crédito rural no Plano Safra 2022/2023
Tabela 34 – Linhas de produção sustentável no Pronaf: número de contratos e crédito contratado (2013 a 2022)
Tabela 35 – Linhas de produção sustentável no Pronaf e ABC+: número de contratos e crédito contratado (2021/2022)
Tabela 36 - Contratações ambientalmente sustentáveis (R\$ milhão) no Plano Safra
Tabela 37 – Estimativa de incentivos fiscais aos agrotóxicos no Brasil (2017)

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Uso da terra no Brasil segundo o IBGE (2020)
Gráfico 2 - Área agricultável, sob culturas permanentes e de pastagens no Brasil (1961-2019)
Gráfico 3 – Evolução da área de pastagens no Brasil (1985 a 2020)
Gráfico 4 – Evolução da área de agricultura no Brasil (1985 a 2020)
Gráfico 5 – Evolução da área plantada ou destinada à colheita (2006 a 2021)
Gráfico 6 – Áreas cultivadas (lavouras) em países com mais de 2,5 milhões de km²
Gráfico 7 – Área territorial do Brasil, de estabelecimentos agropecuários, de unidades de conservação e de terras indígenas – ha (2017)
Gráfico 8 – Evolução da área total dos estabelecimentos agropecuários no Brasil (1975/2017)
Gráfico 9 – Uso das terras nos estabelecimentos agropecuários - ha (2017)
Gráfico 10 - Distribuição da área agropecuária entre lavouras e pastagens (2017)
Gráfico 11 – Uso da terra nos estabelecimentos agropecuários: lavouras, pastagens e matas (2006 e 2017)
Gráfico 12 – Distribuição dos estabelecimentos agropecuários em grandes grupos de área (2017)
Gráfico 13 – Área total dos estabelecimentos agropecuários distribuída em grandes grupos (2017)
Gráfico 14 – Evolução da produção brasileira de grãos (1976/77 a 2020/21)
Gráfico 15 – Efetivo bovino versus área de pastagens naturais e plantadas (1970-2017)

Gráfico 16 – Taxa de lotação (cabeças por hectares)

Gráfico 17 – Evolução das áreas de florestas, vegetação natural não florestal e uso agropecuário no Brasil em hectares (1985 a 2020)

Gráfico 18 – Áreas de matas e florestas naturais e plantadas nos Censos Agropecuários (2006 e 2017)

Gráfico 19 – Distribuição da área dos biomas brasileiros (2004)

Gráfico 20 – Proporção de área de vegetação nativa florestal e não florestal nos biomas (2020)

Gráfico 21 – Distribuição de usos da terra antropizada na Amazônia (2014)

Gráfico 22 – Taxas de desmatamento anual na Amazônia Legal – km² (2004 a 2022)

Gráfico 23 - Distribuição das classes de uso no bioma Amazônia (2020)

Gráfico 24 – Incrementos de desmatamento no Cerrado - km² (2001 a 2022)

Gráfico 25 - Distribuição das classes de uso no bioma Cerrado (2020)

Gráfico 26 - Distribuição das classes de uso no bioma Mata Atlântica (2020)

Gráfico 27 - Distribuição das classes de uso no bioma Caatinga (2020)

Gráfico 28 - Distribuição das classes de uso no bioma Pantanal (2020)

Gráfico 29 - Distribuição das classes de uso no bioma Pampa (2020)

Gráfico 30 – Distribuição de áreas de pastagens naturais e plantadas no Brasil (2017)

Gráfico 31 – Condição das pastagens nos estabelecimentos agropecuários (2006 e 2017)

Gráfico 32 – Evolução das áreas de pastagens no Brasil no período de 2010 a 2018

Gráfico 33 – Evolução da área (ha) de pastagens quanto ao nível de degradação (2010 e 2018)

Gráfico 34 - Sistemas de preparo do solo utilizados em 2,7 milhões de estabelecimentos agrícolas

Gráfico 35 – Países com maior área irrigada no mundo (2019)

Gráfico 36 – Distribuição das reservas hídricas por regiões no Brasil (2017)

Gráfico 37 – Evolução da área irrigada no Brasil (1960 a 2017)

Gráfico 38 - Uso agrícola de pesticidas no mundo - total em toneladas (1990 a 2019)

Gráfico 39 - Uso de pesticidas: quantidade por área cultivada - kg/ha (2019)

Gráfico 40- Evolução da comercialização de agrotóxicos e afins no Brasil (toneladas)

Gráfico 41 – Distribuição de agrotóxicos comercializados segundo classe de periculosidade ambiental (2020)

Gráfico 42 – Consumo de agrotóxicos e afins por área plantada - kg/ha (2000 a 2019)

Gráfico 43 – Total de agrotóxicos e afins registrados por ano (2000 a 2021)

Gráfico 44 – Área tratada com agrotóxicos por cultura no Brasil (2021)

Gráfico 45 – Percentual de estabelecimentos agropecuários que usam agrotóxicos (1975-2017)

Gráfico 46 – Casos de intoxicação por agrotóxicos de uso agrícola (2007 a 2021)

Gráfico 47 – Amostras segundo presença ou ausência de resíduos e tipos de irregularidade

Gráfico 48 – China, Índia, EUA e Brasil: consumo total de fertilizantes - NPK (2019)

Gráfico 49 – Uso de fertilizantes por área plantada por tipo de nutriente no Brasil - kg/ha (1990 a 2019)

Gráfico 50 – Evolução do consumo de fertilizantes no Brasil (2014 a 2022)

Gráfico 51 - Estabelecimentos agropecuários que fazem adubação – métodos utilizados (2017)

Gráfico 52 – Países com maiores áreas de cultivos geneticamente modificados - milhões de ha (2019)

Gráfico 53 – Distribuição da área dos principais cultivos transgênicos no mundo (2019)

Gráfico 54 – Distribuição da área dos principais cultivos transgênicos no Brasil (2019)

Gráfico 55 – OGMs aprovados no Brasil pela CTNBio (1998 a 2021)

Gráfico 56 – Características inseridas em plantas geneticamente modificadas (1998 a 2021)

Gráfico 57 – Distribuição da emissão de GEE por setores no Brasil (2016)

Gráfico 58 – Evolução das emissões de GEE no Setor Agropecuária em Gg CO₂e (1990 a 2016)

Gráfico 59 – Distribuição das emissões do setor agropecuária por subsetores (2016)

Gráfico 60 – Distribuição das emissões brutas no setor LULUCF por subsetores (2016)

Gráfico 61 - Emissões e remoções líquidas de áreas convertidas para agricultura do subsetor Agricultura, em CO₂e (1990 a 2016)

Gráfico 62 - Emissões e remoções líquidas de subcategorias do subsetor Campo e Pastagem, em CO₂e (1990 a 2016)

Gráfico 63 - Gastos em meio ambiente do governo federal por órgão orçamentário (2001 - 2021) (Em R\$ bilhões)

Gráfico 64 – Evolução anual da área queimada em todos os biomas - km² (2003 a 2021)
Gráfico 65 - Proporção de área total queimada (274.408 km²) por bioma (2021)
Gráfico 66 - Área mundial com produção orgânica certificada - milhões de ha (1999/2020)
Gráfico 67 – Crescimento da área de agricultura orgânica certificada no Brasil (2000 a 2020)
Gráfico 68 - Área de produção orgânica certificada no Brasil (ha)
Gráfico 69 – Estabelecimentos com produção orgânica certificada (2017)
Gráfico 70 - Estabelecimentos com produção orgânica certificada e não certificada (2006)
Gráfico 71 – Produtores orgânicos no Brasil segundo o tipo de certificação (2020)
Gráfico 72 – Evolução do número de unidades de produção orgânica no Brasil (2010/2019)
Gráfico 73 – Produtos agrícolas de baixo risco registrados por ano (2000 a 2022)
Gráfico 74 – Vendas anuais de semioquímicos no Brasil (kg de ingredientes ativos) – 2014 a 2020
Gráfico 75 – Vendas de microbiológicos no Brasil (kg de ingredientes ativos) – 2014 a 2020
Gráfico 76 – Evolução da área com PD no Brasil nos Censos Agropecuários (2006 e 2017)
Gráfico 77 – Área com sistemas agroflorestais (2006 e 2017)
Gráfico 78 – Evolução da área de ILPF no Brasil - milhões de ha (2005 a 2020)
Gráfico 79 – Distribuição de estabelecimentos agropecuários familiares e não familiares (2017)
Gráfico 80 – Distribuição da área de agricultura familiar - ha (2017)
Gráfico 81 – Distribuição de estabelecimentos agropecuários com produção orgânica (2017)
Gráfico 82 – Estabelecimentos de agricultura familiar com produção orgânica (2017)
Gráfico 83– Distribuição de estabelecimentos agropecuários com produção em SAF (2017)
Gráfico 84 – Distribuição da área de agricultura familiar de acordo com os tipos de sementes utilizadas (2017)
Gráfico 85 – Recursos investidos no PPA em todas as modalidades – R\$ milhões (2003 a 2018)
Gráfico 86 - Número de recursos genéticos para a alimentação e agricultura protegidos em instalações de conservação
Gráfico 87 –Tipos de sementes utilizados nos estabelecimentos agropecuários, em lavouras temporárias no Brasil (2017)
Gráfico 88 – Área de lavouras temporárias (ha) segundo os tipos de sementes utilizadas (2017)
Gráfico 89 - Métodos de adubação utilizados nos estabelecimentos agropecuários
Gráfico 90 - Programa ABC – valores disponibilizados para a linha de crédito (R\$ bilhões)
Gráfico 91 – Distribuição do crédito contratado entre as linhas do Programa ABC+ (2021/2022)
Gráfico 92 - Financiamento da agricultura familiar – R\$ bilhões (safras 2000/01 a 2022/23)
Gráfico 93 – Distribuição do crédito contratado entre as linhas de produção sustentável do Pronaf (2021/2022)
Gráfico 94 – Dinâmica do uso do solo no Brasil (2005 a 2020).
Gráfico 95- Distribuição do uso da área nos estabelecimentos agropecuários (2017)
Gráfico 96 – Expansão da área de agricultura orgânica certificada (2010 a 2020)
Gráfico 97 – Evolução da área de ILPF no Brasil - milhões de ha (2005 a 2020)
Gráfico 98 – Práticas de produção sustentável no Brasil (ha)
Gráfico 99 – Área de lavouras temporárias segundo tipos de sementes utilizadas (2017)
Gráfico 100- Evolução da comercialização de agrotóxicos e afins no Brasil (toneladas)
Gráfico 101 – Práticas agrícolas impactantes ao meio ambiente (ha)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1. REFERENCIAL TEÓRICO	23
1.1 Cooperação e conflito – o problema teórico.....	23
1.2 Conflitos em meio ambiente.....	31
1.3 Integração de Políticas Ambientais – IPA.....	35
2. AGRICULTURA SUSTENTÁVEL	39
2.1 Conceitos e princípios.....	39
2.2 Sistemas produtivos relacionados à agricultura sustentável.....	43
2.3 Agricultura orgânica e agroecologia.....	46
2.4 Modelo da matriz agroecológica versus modelo “poupa-terra”/ intensificação agrícola.....	49
2.5 Transição agroecológica e movimento agroecológico.....	52
2.6 Indicadores de sustentabilidade na agricultura.....	53
3. CARACTERIZAÇÃO DA AGROPECUÁRIA NO BRASIL	59
3.1 Breve perspectiva histórica da agropecuária brasileira.....	59
3.2 Uso e ocupação do solo no espaço territorial brasileiro.....	63
3.3 Área de uso agropecuário.....	67
3.4 Caracterização do espaço rural nos censos agropecuários.....	70
3.5 Intensificação da produção agropecuária.....	75
4. IMPACTOS AMBIENTAIS DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA NO BRASIL	80
4.1 Desmatamento.....	81
4.2 Degradação do solo.....	97
4.3 Queimadas.....	104
4.4 Degradação dos recursos hídricos.....	106
4.5 Contaminação por agrotóxicos.....	111
4.6 Contaminação por fertilizantes químicos.....	126
4.7 Perda de biodiversidade.....	131
4.8 Impacto de Organismos Geneticamente Modificados – OGMs.....	133
4.9 Mudança do clima e emissão de Gases de Efeito Estufa – GEEs.....	149
5. POLÍTICAS AMBIENTAIS E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL	147
5.1 A Política ambiental brasileira.....	148
5.2 Política Nacional do Meio Ambiente – Lei 6.938/1981.....	155
5.3 Código Florestal - Lei nº 12.651/2012.....	159
5.4 Programas de combate e prevenção às queimadas.....	169
5.5 Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC.....	171
6. POLÍTICAS AGRÍCOLAS E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL	177
6.1 A política agrícola brasileira.....	177
6.2 Programa Nacional de Bioinsumos.....	179
6.3 Conservação do solo agrícola.....	189
6.4 Sistemas integrados de produção.....	198
6.5 Agricultura familiar e produção sustentável.....	201

6.6	Produção de sementes e mudas.....	210
6.7	Adubação e fertilização sustentáveis.....	214
6.8	Programa rural sustentável.....	220
7. POLÍTICAS INTERSETORIAIS E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL		222
<hr/>		
7.1	Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica	222
7.2	Política Nacional sobre Mudança do Clima	234
8. POLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE FINANCIAMENTO PARA A AGRICULTURA SUSTENTÁVEL		245
<hr/>		
8.1	Crédito rural e produção sustentável.....	246
8.2	Títulos verdes.....	262
8.3	Pagamento por Serviços Ambientais – PSA.....	265
8.4	Papel do ITR na produção sustentável.....	269
8.5	Isonções tributárias sobre agrotóxicos.....	270
9. DISCUSSÃO E ANÁLISE		273
<hr/>		
9.1	Instrumentos de financiamento.....	274
9.2	Instrumentos legais.....	275
9.3	Programas intersetoriais.....	277
9.4	Instrumentos de coordenação e colaboração intersetoriais.....	279
9.5	Resultados alcançados para a agricultura ambientalmente sustentável.....	283
10. CONCLUSÃO		293
<hr/>		
10.1	Oportunidades, obstáculos e desafios.....	297
10.2	Considerações finais.....	301
REFERÊNCIAS		304
<hr/>		

INTRODUÇÃO

Pode ou não ocorrer a você que sou parte do seu problema, assim como você é do meu; que minha reação ao contexto, é parte do contexto...As pessoas reagem à totalidade da qual fazem parte.
(SCHELLING, 1978, p.25)²

A complexidade dos problemas ambientais torna-os, em grande medida, *wicked problems* – os chamados “problemas perversos”, caracterizados como problemas de difícil solução, ou para os quais não existem uma solução única ou definitiva, devido a sua natureza mutável e a interdependências envolvidas (RITTEL e WEBBER, 1973; DAVITER, 2017; ALFORD e HEAD, 2017; HEAD, 2019).

De fato, as questões ambientais não possuem fronteiras e detêm alto grau de interdependência ou inter-relação com diversos fatores que afetam seu equacionamento. Dessa forma, as políticas públicas voltadas para o meio ambiente afetam e são afetadas por um conjunto de políticas setoriais ou domínios de políticas³ – tais como as de agricultura, energia, transportes e saneamento – as quais podem ser conflitantes ou cooperativas, em maior ou menor grau, em relação aos objetivos da política ambiental.

Nesse sentido, a principal tarefa dos formuladores de políticas ambientais tem sido a de reparar ou mitigar os danos ambientais gerados por outros setores, regulando suas atividades, em uma abordagem preponderantemente técnica dos problemas (JORDAN e LENSCHOW, 2008; GUNNINGHAM *et al*, 1998). No entanto, a falta de coerência das políticas públicas setoriais em relação à política ambiental tende a gerar, para a gestão ambiental, ineficiência e maiores custos de transação relacionados a *measurement* (mensuração, avaliação) e *enforcement* (fazer cumprir a legislação)⁴ (NORTH, 2018).

Como assinala Peters (2018), uma premissa importante para o desenho de políticas deveria ser que o sucesso de qualquer programa depende, pelo menos em parte, de outros programas. O ideal seria, segundo o autor, que os programas fossem desenhados de forma a

² A ideia de que ações e preferências individuais podem gerar resultados coletivos não intencionais foi uma contribuição do economista Thomas Schelling, prêmio Nobel em 2005.

³ Um setor ou domínio político refere-se a um campo substantivo de formulação de políticas dentro de um sistema de governança mais amplo, como agricultura, energia ou saúde (CAPELLA e BRASIL, 2015).

⁴ O conceito de *enforcement* remete à ideia de força da lei e, de modo mais amplo, ao esforço – mediante algum tipo de força ou pressão – para que determinadas decisões sejam cumpridas. Associa-se, assim, a mecanismos de sanção, punição e coerção.

produzir integração de políticas desde seu início. Isto é, as políticas que influenciam umas às outras deveriam ser planejadas de forma a produzir sinergia, ou, no mínimo, reduzir conflitos.

No Brasil, a política agrícola pode ser vista como uma das áreas prioritárias para serem integradas à política ambiental, tendo em vista conflitos históricos existentes entre as duas agendas e o impacto causado pelo setor agropecuário ao meio ambiente. De fato, após a chamada Revolução Verde, a agricultura industrial moderna – caracterizada pela combinação do uso intensivo de insumos químicos (fertilizantes, agrotóxicos), mecânicos (tratores e implementos) e biológicos (sementes geneticamente melhoradas) – embora tenha contribuído para o aumento da produtividade e da riqueza do país, também tem sido fonte de preocupação devido às externalidades negativas causadas ao meio ambiente e à saúde humana (ALBERGONI e PELAEZ, 2007).

A agropecuária é vista como um dos principais vetores para o desmatamento e a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), além de ser o principal setor consumidor de água no Brasil. Tais práticas, caracterizadas por expansão progressiva da fronteira agrícola no passado recente, monoculturas e uso intensivo de agrotóxicos, torna os próprios agroecossistemas mais vulneráveis a pragas e à perda de fertilidade dos solos – e, portanto, ao risco maior de perda de produtividade ou de custos maiores para mantê-la (CHING, 2016; SAMBUICHI *et al.*, 2017; FAO, 2014b; FAO, 2011).

No Brasil, a agropecuária representa um dos principais setores econômicos, colocando o País como um dos protagonistas na produção mundial de alimentos na atualidade. De acordo com o IBGE (2022a), o PIB do setor agropecuária foi de R\$ 591,1 bilhões em 2021, o que representou 8,1% do PIB naquele ano (R\$ 8,7 trilhões). Já o chamado PIB do agronegócio – calculado pela CEPEA e Esalq/USP (2022) a partir da soma de quatro segmentos: insumos para a agropecuária, produção agropecuária básica (ou primária), agroindústria (processamento) e agrosserviços – respondeu por quase um terço (27,4%) do PIB nacional em 2021 (CEPEA; Esalq/USP, 2022). O setor agropecuário também foi responsável por mais de 43% das exportações brasileiras em 2021 (IPEA, 2022), enquanto o valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP)⁵ no mesmo ano atingiu a marca de R\$ 1,129 trilhão, 10,1% acima do valor alcançado em 2020 (MAPA, 2022).

Embora o Brasil ainda seja um dos poucos países do mundo com potencial para aumentar a sua produção agrícola (por meio de maior produtividade ou expansão da área plantada), a perspectiva é de que o País deverá ser ainda mais demandado em sua atividade

⁵ O VBP mostra a evolução do desempenho das lavouras e da pecuária no decorrer do ano, correspondente ao faturamento dentro do estabelecimento (MAPA, 2022).

agrícola nos próximos anos. Os desafios serão crescentes, tanto pela necessidade de aumento na produção mundial de alimentos e biocombustíveis, como pelas restrições ao aumento da fronteira agrícola em muitos países (SAATH e FACHINELLO, 2018).

Considerando-se que, globalmente, cerca de 3 bilhões de pessoas não têm acesso a uma dieta saudável e estão sujeitas à desnutrição, tem crescido o consenso internacional em torno da ideia de que é essencial direcionar os sistemas agroalimentares para maior eficiência, resiliência, inclusão social e sustentabilidade (FAO, 2021a)

De fato, a integração na gestão de recursos naturais é vista como fundamental para a segurança alimentar e a agricultura sustentável, como preconiza a chamada abordagem *nexus*⁶ sobre água, energia e alimentos (*water-energy-food nexus*). A palavra *nexus*, originária do latim, significa "conexão" e comunica as interações existentes entre dois ou mais elementos, sejam eles dependências ou interdependências. No caso, a abordagem *nexus* busca estudar as conexões entre esses três setores de recursos, juntamente com as sinergias, conflitos e compensações que surgem do modo como são gerenciados (FAO, 2014c; SIMPSON e JEWITT, 2019; CASTRO e BURSZTYN, 2019; VIGGIANI COUTINHO *et al*, 2020).

Um dos grandes desafios atuais para o desenvolvimento brasileiro, portanto, é o de manter o crescimento da produção agropecuária e, ao mesmo tempo, reduzir seus impactos sobre os recursos naturais e a sociedade. Compreender os padrões recentes da problemática em torno da sustentabilidade da produção agropecuária e visualizar um caminho sustentável para o uso da terra no Brasil tornaram-se, assim, altamente estratégicos para o desenvolvimento do País.

Nesse sentido, o aprimoramento da integração entre esses temas na esfera política pode ser visto como uma questão central, tanto para a obtenção de melhores resultados na política ambiental, quanto para a condução da política agrícola em padrões sustentáveis, com uma produção que possa se manter constante ou crescente no futuro.

O conceito de Integração de Políticas Ambientais (IPA) (ou *Environmental Policy Integration – EPI*), a ser analisado mais detidamente nesse estudo, considera que a IPA é uma estratégia que pode reduzir os custos de implementação da política ambiental, minorar conflitos e obter resultados mais efetivos e duradouros. O conceito está em uso há mais de três décadas.

⁶ A abordagem conceitual *Nexus* surgiu no início dos anos 1980, focando, inicialmente, na integração alimentos-energia (*food-energy*), diante do debate entre a competição por produção de biocombustíveis e alimentos. A abordagem evoluiu para o *Nexus* alimento-energia-água, que serviu como abordagem para estudos sobre mudanças climáticas. Mais recentemente surge o *Nexus+*, que incorpora um 4º pilar: a segurança socioambiental (VIGGIANI COUTINHO *et al*, 2020).

Na prática, porém, o potencial da IPA não foi totalmente implementado e estudado, mesmo em países europeus, pioneiros nesse processo, sendo que trabalhos sobre a IPA em contextos não europeus são considerados raros (JORDAN e LENSCHOW, 2008 e 2010).

Assim como o conceito de Desenvolvimento Sustentável, a ideia de IPA tem permanecido, em grande parte, no nível retórico ou das grandes intenções. O conhecimento sobre o tema ainda é encontrado de forma fragmentada na literatura e há poucas evidências sobre se as estratégias de IPA de fato funcionam, onde e por que (NILSSON e ECKERBERG, 2007; RUNHAAR, 2016; PERSSON *et al*, 2018).

No Brasil, alguns estudos vêm se desenvolvendo para suprir as lacunas de conhecimento no âmbito da IPA. Encontram-se trabalhos sobre a integração entre diferentes setores de políticas ambientais, relacionados às políticas de mudança do clima, da biodiversidade, da geração de energia sustentável e do licenciamento ambiental (BURSZTYN, 2020; TOLEDO FILHO, 2014; BURSZTYN e BURSZTYN, 2017; DI GREGORIO *et al.*, 2016 e 2019; DONADELLI, 2017; MILHORANCE *et al* 2019, 2020 e 2021; ARAÚJO *et al*, 2019; FATORELLI e MERTENS, 2010; LOCATELLI *et al*; 2015).

No entanto, há carência de estudos que abordem a aplicação da IPA no Brasil em relação à política agrícola, sobretudo no período recente. Tal lacuna no conhecimento sobre o tema aponta para a necessidade de maior compreensão sobre os *trade-offs* e possíveis sinergias entre as políticas ambiental e agrícola no Brasil. Justifica-se, assim, o melhor estudo da temática e o esforço de averiguar se a produção agrícola recente no País está se tornando menos ou mais sustentável e qual o papel das políticas públicas no direcionamento dessa trajetória.

O estudo propõe as seguintes questões: como têm se relacionado as políticas ambiental e agrícola no Brasil, sobretudo nas últimas décadas? Como as questões ambientais vem sendo abordadas pela política agrícola e vice-versa? Há uma estratégia de integração (IPA) entre essas políticas? A presente pesquisa visa contribuir para responder a essas questões e minorar as lacunas identificadas, avançando na melhor compreensão do tema, sob o ponto de vista teórico e em sua aplicação prática nas políticas públicas no País.

A hipótese proposta foi a de que: embora questões complexas, como as ambientais, alcancem resultados melhores e mais duradouros em uma abordagem intersetorial e colaborativa, a integração entre a política ambiental e agrícola ainda é pouco desenvolvida ou insuficiente no Brasil.

O objetivo geral da pesquisa foi o de analisar a trajetória da política agrícola brasileira recente no nível federal, quanto às suas convergências (integração) e conflitos (incoerência) com a política ambiental brasileira, bem como as oportunidades, obstáculos e desafios para o

processo de integração (IPA) entre essas duas políticas. O estudo enfoca a agricultura sustentável sob o ponto de vista ambiental, ainda que diversas questões socioeconômicas sejam consideradas para contextualizar o tema.

Como objetivos específicos, podemos citar: i) revisar os conceitos teóricos relacionados ao tema, entre os quais: integração de políticas ambientais (IPA), dilemas de ação coletiva, instituições, mudança institucional e agricultura sustentável; ii) caracterizar a agropecuária brasileira na atualidade; iii) apontar as principais questões associadas aos impactos ambientais da atividade agropecuária, particularmente no Brasil; iv) identificar e analisar as principais políticas ambientais brasileiras relacionadas à agricultura sustentável; v) identificar e analisar as principais políticas agrícolas brasileiras relacionadas à agricultura sustentável; vi) apontar os conflitos, as tensões e as sinergias relacionados às políticas ambiental e agrícola; vii) apontar os principais desafios para um maior progresso na IPA com a política agrícola no Brasil.

Espera-se que o estudo possa contribuir para avanços no setor, onde políticas voltadas à maior sustentabilidade se tornam urgentemente necessárias, evitando-se cenários que podem redundar em perdas futuras tanto para o meio ambiente como para o setor agrícola – devido à degradação dos recursos naturais que a sustentam e por perdas no comércio internacional, devido a barreiras ou restrições ambientais colocadas aos produtos brasileiros.

Nota metodológica

A realização do estudo baseou-se em: *i)* revisão sistemática da literatura sobre o tema; *ii)* análise documental *iii)* análise de legislações ambientais e do setor agropecuário; *iv)* análise de diversas bases de dados disponíveis sobre o setor, entre as quais as do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama).

A pesquisa teve como referência metodológica a pesquisa qualitativa em ciências sociais. O objeto da pesquisa é considerado como fonte primária de dados, observando-se as causas e efeitos dos fenômenos, bem como o contexto histórico e cultural nos quais são produzidos (QUIVY, 2005; PASQUARELLI, 2014). Como o objeto de pesquisa está circunscrito às políticas públicas no nível federal, o campo de trabalho para a coleta de dados concentrou-se em Brasília e abrange até o ano de 2022.

O modelo de análise utilizado para a discussão apresentada no capítulo 9, foi elaborado a partir da proposta de Candel e Biesbroek (2016), visando a análise da integração e governança de um determinado problema político transversal, como processo multidimensional e contínuo. A ferramenta teórica auxilia na identificação de elementos que contribuem para uma maior ou menor integração entre as políticas públicas.

Por fim, cabe enfatizar que o estudo apresentado se volta, sobretudo, para uma abordagem de síntese. Na filosofia, a síntese significa também reunir de proposições antagônicas o que elas têm de legítimo, combinando-as mediante a introdução de um ponto de vista superior. Buscou-se sistematizar, agregar, reunir e analisar uma ampla gama de informações que se encontravam dispersas, relativas às interfaces entre as políticas ambiental e agrícola. As informações assim sistematizadas e sintetizadas formaram o quadro que permitiu uma visão de conjunto entre duas esferas de políticas públicas usualmente restritas a dois campos distintos de “especialidades” acadêmicas.

Estrutura da tese

Esta tese está organizada em 10 capítulos, além desta introdução, visando atender aos objetivos gerais e específicos propostos neste trabalho. O Capítulo 1 trata do referencial teórico que embasou a pesquisa, explorando os conceitos de cooperação e conflito (particularmente, em meio ambiente) de Integração de Políticas Ambientais (IPA) e de agricultura sustentável.

O Capítulo 2 discute a questão da agricultura sustentável, incluindo os conceitos e princípios relacionados ao tema.

O Capítulo 3 traz uma caracterização da agropecuária no Brasil, onde se apresenta: uma breve perspectiva histórica da agropecuária brasileira; o estado atual de uso e ocupação do solo no espaço territorial brasileiro e na área de uso agropecuário; a caracterização do espaço rural nos censos agropecuários e elementos sobre o processo de intensificação da produção agropecuária no Brasil.

O Capítulo 4 aborda alguns dos impactos ambientais da produção agropecuária no País, um conjunto de fatores que atuam isoladamente ou de forma sinérgica e incluem: desmatamento, degradação do solo, queimadas, degradação dos recursos hídricos, contaminação por agrotóxicos, contaminação por fertilizantes químicos, perda de biodiversidade, impacto causado por Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) e mudança do clima e emissão de Gases de Efeito Estufa – GEEs.

Já o Capítulo 5, aborda as políticas ambientais voltadas para a agricultura sustentável, incluindo: a Política Nacional do Meio Ambiente, o Código Florestal, os programas de combate e prevenção às queimadas, a Política Nacional sobre Mudança do Clima, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e o Pagamento por Serviços Ambientais.

O Capítulo 6 reúne políticas implementadas pelo setor agrícola na direção da produção sustentável, incluindo os seguintes temas: agricultura orgânica e agroecologia; bioinsumos; conservação do solo agrícola; sistemas integrados de produção; agricultura familiar e produção sustentável; produção de sementes e mudas; adubação e fertilização sustentáveis.

O Capítulo 7 analisa políticas de natureza intersetorial relacionadas à agricultura sustentável: a Política Nacional de Agroecologia e Agricultura Orgânica e a Política Nacional sobre Mudança do Clima.

O Capítulo 8 trata das políticas e instrumentos de financiamento voltadas para a agricultura sustentável, as quais incluem a análise dos seguintes pontos: o crédito rural para a produção sustentável, os títulos verdes, o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA); o papel do ITR na produção sustentável e as isenções tributárias sobre agrotóxicos.

O Capítulo 9, de discussão e análise, busca sintetizar os resultados da pesquisa em três categorias de análise: (1) instrumentos legais, (2) instrumentos de coordenação e colaboração intersetoriais e (3) resultados alcançados para a agricultura ambientalmente sustentável.

Por fim, o Capítulo 10 conclui a tese, apresentando oportunidades, obstáculos e desafios para o avanço da IPA com a política agrícola no Brasil e considerações finais.

1. REFERENCIAL TEÓRICO E CONCEITUAL

Numa era de especialistas, cada um vê seu problema e não tem consciência ou é intolerante com um quadro mais amplo em que ele se insere.

Rachel Carson, 1962

As teorias políticas e os conceitos nelas contidos são fundamentais para ajudar a explicar os fatos, bem como exceções e anomalias verificadas no trabalho de pesquisa. Elas podem ser vistas como uma estrutura (*framework*) que ajuda a formular questões, bem como a compreender as “peças de quebra-cabeça” encontradas (dados, fatos e achados) e montar um quadro explicativo compreensível (PETERS, 2011). Para o presente estudo, considerou-se pertinente a melhor compreensão dos conceitos de cooperação e conflito, conflitos ambientais, integração de políticas ambientais e agricultura sustentável, entre outros aqui abordados.

1.1 Cooperação e conflito – o problema teórico

Questões envolvendo dilemas de cooperação e conflito são alguns dos temas centrais na análise política, desde seus primórdios, visto que, embora existam evidentes ganhos na cooperação, situações de conflito também permeiam as relações na sociedade. Diversos autores, com diferentes modelos teóricos, têm se debruçado sobre o tema, de modo a apresentar quadros explicativos que permitam compreender e buscar soluções para as questões envolvidas. Como apontam Weible *et al.* (2018), explicar o motivo pelo qual as pessoas buscam colaborar para alcançar seus objetivos políticos é uma questão duradoura nas políticas públicas.

Os chamados contratualistas – Hobbes, Locke e Rousseau – já discorriam sobre o tema. Hobbes (1979) afirmava que no estado de natureza, indivíduos competiriam em uma luta de “todos contra todos”. Do seu ponto de vista, a cooperação só poderia surgir a partir de uma autoridade central, ou seja, governos. Para Rousseau (1978), caberia ao corpo coletivo, designado Estado, dirimir os conflitos ao interpretar o mais claramente possível a vontade geral, de modo a concretizá-la. Locke (1978) também considerava que para evitar que a sociedade se degenerasse em estado de guerra é preciso instituir uma autoridade que comandaria a sociedade política.

Outros autores, mais recentes, discutiram os problemas envolvidos em promover a cooperação, mesmo na ausência de uma autoridade impositiva, tais como Hardin (1968), Dawes

(1980), Olson (1965), Axelrod (2010) e Ostrom (1990). Por sua vez, Weible *et al.* (2018) examinaram a colaboração em conflitos políticos de alta intensidade.

Em seu clássico artigo “A Tragédia dos Comuns”, Hardin (1968) descreve, por meio de uma metáfora, como indivíduos agindo de forma independente e racional, ao maximizar seus próprios interesses levariam ao esgotamento do recurso comum, devido ao uso sem limite dos recursos em um mundo limitado.

Dawes (1973), em seu conhecido o “O Dilema dos Prisioneiros”, utilizando-se da teoria dos jogos, demonstra que o que é melhor para cada pessoa conduz à deserção mútua, ao passo que todos seriam beneficiados se houvesse a cooperação. Ou seja, os indivíduos tendem a não cooperar – “trair” ou “desertar da cooperação” – ao agirem em interesse próprio, em ambientes não comunicativos, levando a soluções subótimas para todos os envolvidos.

Por sua vez, Olson (1965) em a “Lógica da Ação Coletiva”, argumenta que, sem mecanismos de pressão ou coerção, os indivíduos racionais, agindo no interesse próprio, tenderão a não agir voluntariamente no interesse coletivo, mas de forma oportunista, como caronas (*free riders*), nos esforços feitos por outros agentes.

Para March (2009), processos de decisão com múltiplos atores criam um cenário complexo, pouco propício à eliminação do conflito de preferências – tais decisões são chamadas de “políticas” ou “conflituosas”. Ou seja, pessoas diferentes desejam coisas diferentes – e nem todo mundo pode ter tudo o que deseja. Assim, os conflitos ocorreriam porque as pessoas, embora interdependentes, têm interesses e preferências diferentes. Em consequência, indivíduos e grupos competem ou cooperam entre si, tentando satisfazer suas preferências.

Já Sabatier e Jenkins-Smith (1993) entendem que as políticas públicas são produzidas a partir dos conflitos (disputas e competições) entre diversas coalizões – alianças entre atores que compartilham crenças, ideias e valores em comum. Esses atores se unem em “coalizões de defesa” e trabalham em ações coordenadas na direção da política na qual têm interesse. Nesse sentido, Araújo (2013), analisou os processos de mudança institucional da política ambiental no Brasil (período 1992 a 2012), com enfoque nas coalizões de defesa formadas no Congresso Nacional.

Assim, todas as sociedades enfrentam o mesmo problema básico: o de coordenar as atividades e os recursos disponíveis de modo a aumentar o bem-estar social e reduzir os conflitos naturalmente gerados na atividade econômica (FIANI, 2011).

Peters (2018) aponta que a necessidade de integração se traduz na questão de mecanismos de coordenação. Para o autor, um dos motivos para falhas nas políticas públicas,

quando não alcançam os resultados esperados, é a precária coordenação, que fortalece a permanência de alternativas independentes e desconexas. Ele categoriza a coordenação entre negativa, positiva ou estratégica. A coordenação negativa ocorreria quando as decisões tomadas em um programa consideram as tomadas em outros e tentam evitar conflitos, enquanto a coordenação positiva exige que as organizações busquem também maneiras de cooperar em soluções que possam beneficiar todas as organizações envolvidas. A coordenação estratégica diz respeito a objetivos amplos e estratégicos do governo, por exemplo: melhorar a saúde da população ou avançar em direção ao desenvolvimento sustentável.

Os instrumentos para promover a cooperação e reduzir os conflitos nas sociedades, como aponta North (2018), se constituem em regras formais ou informais: as instituições. Segundo o autor, instituições “são as regras do jogo em uma sociedade ou, mais formalmente, as restrições elaboradas pelos homens que dão forma à interação humana” (NORTH, 2018, p.3)⁷. Ao fornecerem ordem e previsibilidade às transações humanas, atenuando o problema da incerteza, as instituições podem orientar as melhores escolhas conjuntas para a sociedade e, assim, reduzem custos de transação e facilitam a coordenação econômica e social (NORTH, 2018).

As instituições podem ter caráter restritivo ou criar oportunidades para estruturar o que as pessoas podem fazer quando interagem. Quando um arranjo institucional é aceito e respeitado, é estabelecida uma forma de “contrato social implícito”, no qual os indivíduos definiram os seus direitos assim como os seus deveres, de forma a tornar possível a vida em sociedade (FIANI, 2011).

No entanto, sendo o produto da desigualdade entre as partes e das suas relações de força, as regras estabelecidas pelas instituições não são neutras. É por isso que são fonte de conflito, pois não são necessariamente o resultado da “sabedoria universal”, mas sim de uma relação de força. Assim, o conflito incide também sobre as regras do jogo, pois é por meio da gestão destas regras que cada um pode melhorar ou consolidar para si os ganhos que retira da cooperação (QUIVY, 2005).

Como observa North (2018), as instituições fornecem uma “estrutura de incentivos” na economia que pode redundar tanto em crescimento como em declínio.

⁷ É importante distinguir instituições de organizações. As últimas são entendidas como grupos de indivíduos vinculados por um propósito comum em busca da consecução de determinados objetivos. Ou seja, as organizações são formadas com determinados fins e, na tentativa de alcançar seus objetivos, são importantes agentes de mudança institucional (NORTH, 2018).

Portanto, não são estáticas: quando se mostram ineficientes deveriam mudar, para que haja progresso no desenvolvimento.

Os dilemas de ação coletiva

A teoria da ação coletiva é uma outra abordagem sobre as questões de cooperação e conflito. Ela se refere aos dilemas sociais em cenários em que os indivíduos fazem escolhas de ações em situações de interdependência. Os dilemas de ação coletiva podem se referir não apenas a indivíduos ou grupos de indivíduos, mas a instituições. Os dilemas de ação coletiva institucional (ACI) surgem da divisão ou fragmentação da autoridade, em que decisões de um governo em uma ou mais áreas ou setores específicos impactam outros setores do governo (FEIOCK, 2013).

Ostrom (2007) é uma das principais referências no tema, o qual permeia desde estudos de comunidades locais até regimes internacionais. Para a autora, se cada indivíduo escolhe estratégias baseadas em um cálculo que maximize benefícios materiais a curto prazo para si mesmo, os indivíduos tomarão as ações que geram resultados piores do que poderiam ser alcançados. Assim, um dilema social pode ser analisado como um jogo onde o “equilíbrio de Nash”⁸ alcançado por escolhas racionais independentes leva a resultados que não seriam o ideal para a sociedade, quando um melhor resultado poderia ser alcançado se os envolvidos colaborassem entre si.

Portanto, o problema da ação coletiva seria: como os atores podem, em dilemas sociais, evitar equilíbrios aquém do ideal e obter os melhores desempenhos? Nesse sentido, desenvolver uma teoria coerente de ação coletiva é um verdadeiro desafio, visto que os indivíduos geralmente não tomam suas decisões levando em conta os interesses dos outros. Além disso, os resultados de ações coletivas diferem quanto à distribuição de benefícios e prejuízos para os que estão em um grupo e os atores externos a ele (OSTROM, 2007).

Ostrom (2007) analisa que existem diversas variáveis a serem consideradas na ação coletiva, sendo que estas se alteram de acordo com situações onde repetições se verificam ou não. Em situações de não repetição, as variáveis seriam: o número de participantes envolvidos; se os benefícios são subtrativos ou totalmente compartilhados; a heterogeneidade dos participantes; a comunicação face-a-face e a forma da função de produção (relação entre as entradas, *inputs*, e as saídas, *outputs*). Em situações onde ocorrem repetição, as variáveis

⁸ Conceito desenvolvido por John Nash, Prêmio Nobel de Economia de 1994, dentro da teoria dos jogos, que se refere a resultados subótimos alcançados como resultado de escolhas individuais.

seriam: informações sobre ações passadas; como os indivíduos estão vinculados e se os indivíduos podem entrar ou sair voluntariamente.

Não entraremos, aqui, na descrição das análises minuciosas que a autora faz sobre essas diversas variáveis, por fugir ao escopo deste estudo. Busca-se destacar, apenas, as principais conclusões resultantes da análise de Ostrom (2007, p.195):

- Uma teoria mais ampla do comportamento humano deve ver os seres humanos como criaturas adaptáveis, que tentam fazer o melhor que podem nas situações em que se encontram e que têm a capacidade de aprender e refletir. Assim, os homens são capazes de projetar novas ferramentas, incluindo instituições, que podem mudar os resultados para os propósitos pretendidos.
- Além de aprender a heurística⁹ instrumental, os indivíduos também aprendem normas, com uma avaliação interna – positiva ou negativa – para tomar determinados tipos de decisão.
- Após ter experimentado benefícios repetidos de suas próprias escolhas em situações cooperativas, os indivíduos podem resolver que devem sempre agir cooperativamente no futuro.

Ou seja, as ações cooperativas, que levam a resultados melhores do que o equilíbrio de Nash, são possíveis, sendo que as escolhas de cooperar em situações de dilema social são influenciadas por variáveis como: reputação (com base nas ações passadas), relações de confiança e reciprocidade entre os atores.

Em “*Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*” Ostrom (1990) estuda a teoria da ação coletiva em relação ao problema dos bens comuns¹⁰ (*common pool resources - CPRs*) para responder à questão sobre como um grupo de atores, em relação de interdependência, poderia se organizar para obter benefícios conjuntos, de forma contínua, na gestão de bens comuns.

Ostrom (1990) argumenta que observações demonstram que os indivíduos também podem se comportar de forma altruísta e não apenas egoísta. A autora não descarta a atuação

⁹ Processos cognitivos empregados em decisões não racionais; estratégias que ignoram parte da informação com o objetivo de tornar a escolha mais fácil e rápida. A palavra *heurística* provém do grego, com o significado de “eu encontro”. Tem a mesma origem da exclamação “heureka” (“achei”), atribuída ao matemático grego Arquimedes (287–212 a.C.).

¹⁰ Bens comuns são recursos geridos pelo homem nos quais a exclusão de beneficiários é impossível ou altamente custosa e a exploração do uso (apropriação) por um agente diminui (subtrai) a disponibilidade para outros. Assim, as características de não exclusividade e rivalidade é que criam dilemas na gestão de bens comuns. (OSTROM, 1990). Cabe, ainda, diferenciar bens comuns de bens públicos. Ambos possuem a característica da não exclusividade, mas bens públicos não são rivais. Isto é, todos os usuários de um bem público podem se beneficiar dele ao mesmo tempo, sem diminuir a utilidade dos demais – por exemplo, a iluminação pública.

do Estado ou dos mercados, mas argumenta que existem muitas soluções para lidar com diferentes problemas. Por meio do uso da cooperação, da comunicação e de relações de confiança a gestão comunitária ou de autogovernança de atores interdependentes traria uma melhor resposta para o problema dos recursos comuns, com baixos custos de transação. Seria uma “terceira via” para as soluções puras de Estado (“Leviatã coercitivo”) ou de mercado, preponderantes nos modelos vigentes à época (OSTROM, 1990).

Ao estudar a questão da ação coletiva em recursos comuns, por meio da comparação de estudos de caso empíricos, a autora descobriu soluções (arranjos institucionais) diferentes dos convencionais (privatização e estatização). Ela percebeu que a própria comunidade, que compartilha um sistema de recursos comuns, seria capaz de delimitar e organizar o seu acesso de maneira eficiente. A autora examina as instituições (regras formais e informais) existentes no sistema e analisa como os agentes conseguiram se comprometer com elas e com sua supervisão (OSTROM, 1990).

Com base nos estudos de caso comparativos, Ostrom (1990) constrói seu modelo teórico de análise, no qual, em situações onde os indivíduos (agentes) se comunicam e aprendem com os seus erros é possível chegar a soluções coletivas melhores, em comparação às alternativas propostas pelos modelos convencionais. Esta metodologia passa a ser utilizada para analisar casos concretos de sucesso e insucesso, no intuito de identificar o que os dois grupos têm em comum e suas diferenças.

O número de pesquisas realizadas com base nos princípios de “boa governança” de Ostrom (1990) se ampliou consideravelmente para as mais diversas áreas do conhecimento. Grande número de estudiosos passou a formar uma rede articulada¹¹ e comprometida com o tema, visto como uma nova forma de enxergar muitos problemas contemporâneos relacionados a dilemas sociais e teoria da ação coletiva (HESS, 2008).

Assim, a relação de cooperação e conflito é uma ação coletiva onde ocorre uma relação de troca, regida por regras formais e informais, caracterizada pela desigualdade entre as partes, onde os atores trocam entre si recursos e trunfos, que cada qual possui e os outros necessitam para atingir seus objetivos. Como cada parte tenta melhorar sua posição ou domínio sobre o que está em jogo, ocorre o conflito de interesses, quando estes não são convergentes. As regras que

¹¹ Destacam-se, por exemplo: a organização *International Association for the Study of the Commons – IASC*, a qual organiza conferências internacionais periódicas e reúne pesquisadores interessados no tema ao redor do mundo; a *Digital Library of The Commons*, uma biblioteca online que disponibiliza milhares de publicação na área; e os sites www.onthecommons.org e www.cooperationcommons.com, que veiculam artigos e notícias sobre o tema.

regulam a troca fazem-se, geralmente, com vantagem para quem dispõe dos melhores recursos. Este desequilíbrio torna potencialmente conflituosa qualquer relação de cooperação. Não fosse assim, as relações de cooperação seriam simples e fáceis e os conflitos pouco frequentes – o que não se verifica na realidade (OSTROM, 2007; QUIVY, 2005; NORTH, 2018).

Uma “teoria da cooperação”

Axelrod, em “A evolução da cooperação” (2010) busca compreender as condições que podem promover a cooperação entre indivíduos, organizações e nações, no sentido de desenvolver uma “teoria da cooperação”. Ele se debruça sobre questões como: a cooperação poderia surgir entre egoístas sem uma autoridade central? Como a cooperação pode surgir em um ambiente predominantemente não cooperativo? Em outras palavras, como de um ambiente social “darwiniano”, onde a evolução se dá pela luta e eliminação dos competidores, pode surgir a cooperação, algo próximo de uma fraternidade amistosa?

Nesse sentido, Axelrod (2010) observa que, além da reciprocidade da estratégia “olho por olho”, outras quatro propriedades podem facilitar a cooperação, permitindo que ela surja sem a intervenção de uma autoridade central: (1) gentileza – evitar conflitos desnecessários, cooperando à medida que o outro jogador coopera; (2) retaliação – frente a uma ação não cooperativa; (3) clemência – o perdão, após reagir a uma provocação e (4) clareza – o comportamento de cada um deve ser claro e transparente, para que o outro possa se adaptar ao seu padrão de ação ao longo do tempo.

A evolução da cooperação requer que indivíduos tenham oportunidades de se encontrar novamente para que tenham interesse nas relações futuras. Ou seja, para a cooperação ser estável, o futuro deve ter importância. A cooperação também não deve ser incondicional, pois isso tende a “mimar” o outro (incentivo a explorar o benfeitor), deixando um peso no resto da sociedade para corrigir esse comportamento. Ou seja, deve-se promover o interesse mútuo, e não explorar o outro (AXELROD, 2010).

É interessante notar que a cooperação pode surgir com sucesso, de acordo com os estudos do autor, mesmo em casos extremos, como em tempos de guerra, onde um grupo de soldados de trincheira na 1ª Guerra Mundial desenvolveu a estratégia de sobrevivência “viva e deixe viver” e, ainda, em sistemas biológicos, onde animais inferiores são incapazes de avaliar as consequências de suas escolhas – um exemplo é a cooperação (simbiose) entre abelhas e plantas na polinização. Isto é, em condições adequadas a cooperação poderia surgir mesmo sem amizade ou previsão. O que importa são as atitudes e a reciprocidade.

Contudo, a estratégia “olho por olho”, apesar de bem-sucedida em muitas circunstâncias, não é infalível. Quando uma disputa tem início, ela pode continuar indefinidamente, como ocorre em guerras e desavenças que ultrapassam gerações. Uma estratégia possível, nesse caso, seria dar uma retaliação menor do que a ofensa ou traição recebida. Outro problema é que o aprendizado por tentativa e erro também é lento e doloroso. Por isso, para Axelrod (2010) é importante compreender o processo e utilizar o discernimento (para observar o que ocorreu em situações semelhantes) para acelerar a evolução da cooperação.

Integração e coordenação de políticas públicas

No que se refere aos conflitos e disputas entre os diversos setores de políticas públicas, o papel da integração na governança dos problemas políticos transversais tem aumentado de importância, atraindo a atenção tanto de estudiosos quanto de gestores públicos, que se preocupam com a questão fundamental da sustentação e eficácia da ação estatal. Os temas da integração e coordenação são vistos como essenciais na administração de políticas, tendo em vista a possibilidade de sobreposição, conflitos e obstáculos entre políticas elaboradas por diferentes setores (TREIN *et al.*, 2018; CANDEL e BIESBROEK, 2016).

De fato, ainda prevalece uma postura de competição entre as diversas pastas ministeriais responsáveis por políticas setoriais, as quais disputam recursos no orçamento e espaço na agenda governamental, assimetricamente distribuídos. Cada qual persegue seus objetivos estabelecidos em programas governamentais estanques, com pequena interação entre os gestores que os conduzem. Assim, muitas ineficiências da gestão pública decorreriam de um Estado fragmentado e desarticulado, ao ponto de gerar um Leviatã “esquizofrênico”, com ações muitas vezes contraditórias, em diferentes direções (PETERS, 2018).

Em outras palavras, trata-se da busca de coerência na ação política. Como apontam May e Workman (2006), a coerência política implica que várias políticas se unem porque compartilham um conjunto de ideias ou objetivos. Para os autores, trata-se de um conceito que pode ser facilmente compreendido, mas de difícil mensuração.

Diversos termos vêm sendo utilizados na literatura para se referir à questão da integração no governo, como o conceito de “integração política”, que diz respeito a medidas políticas que reúnem diferentes objetivos políticos ou desenvolvem “visões comuns para o futuro” em diferentes setores políticos (BRAUN, 2008). E, ainda, os conceitos aplicados para examinar as relações institucionais e organizacionais entre vários setores políticos, tais como o “governo unido” (*joined-up government*) e “todo-governamental” (*whole-of-government*),

entre outros, analisados por Trein *et al.* (2018), ao fazerem uma revisão sistemática sobre o tema da integração e coordenação de políticas públicas.

No Brasil, o decreto Nº 9.203/2017 dispôs sobre a política de governança da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, tendo em vista uma atuação mais integrada, convergente e colaborativa do governo para atender às demandas e desafios da sociedade, considerando-se a complexidade dos problemas atuais. A governança pode ser entendida como o modo como se dá a coordenação exercida pelos atores estatais no seu esforço para resolver problemas de ação coletiva, inerentes ao governo e à tarefa de governar (CAPANO *et al.*, 2015).

1.2 Conflitos em meio ambiente

Questões ambientais estão entre os principais temas a suscitarem conflitos na sociedade, tais como na disputa por recursos naturais, exemplificada na metáfora da “Tragédia dos Comuns”, vista anteriormente. Os conflitos ambientais podem ser vistos sob diversas perspectivas: nas relações individuais entre os homens e a natureza, nos diferentes discursos e “visões de mundo” que a sociedade compartilha em relação às questões ambientais (sob óticas, por vezes, díspares) e, ainda, nas disputas que ocorrem entre a política ambiental e as demais políticas setoriais, na esfera governamental.

Conflitos entre os homens e a natureza: o contrato natural

Em termos filosóficos, é ilustrativo considerar como, de modo semelhante ao contrato social-político, necessário para que os homens pudessem sobreviver e conviver em meio a seus conflitos (da qual falaram os contratualistas Locke, Hobbes e Rousseau), haveria a necessidade de fazer um pacto para pôr fim ao conflito com a natureza. Isto é, um pacto foi realizado para evitar a guerra de “todos contra todos” e é preciso um novo acordo para evitar a guerra de “todos contra tudo” – o *Contrato Natural* de que fala Serres (1991):

Volta à natureza! Isto significa: ao contrato exclusivamente social juntar o estabelecimento de um contrato natural de simbiose e de reciprocidade, onde a nossa relação com as coisas deixaria o domínio e posse pela escuta admirativa, pela reciprocidade, pela contemplação e pelo respeito (...) Cada um dos parceiros de simbiose deve, de direito, a vida ao outro, sob pena de morte. (p.52)

Serres (1991) utiliza uma interessante metáfora para descrever a relação do homem com a natureza: na cena retratada em um quadro de Goya, onde dois inimigos lutam em areias movediças, respondendo golpe a golpe. Quanto mais agressiva a luta, mais os duelistas se enterram juntos. Só percebemos a luta dos homens, o barulho, o furor, a lógica das aparências.

No entanto, existe um terceiro elemento que não percebemos: o pântano onde se trava a luta, a terra, o mundo natural.

Para Serres (1991), enquanto a plateia só percebe a batalha dos homens, uma cega violência é feita à natureza. Uma guerra objetiva se trava, uma guerra na qual há perdas permanentes. Bombas atômicas explodidas, campos devastados, cidades arrasadas: toda batalha termina por lutar também contra as coisas. O Contrato Social visou dar fim ou conciliar a guerra subjetiva travada entre os homens. O Contrato Natural tem como objetivo por um término na guerra objetiva contra a natureza.

Conflitos entre discursos ambientais

Dryzek (1997), por sua vez, chama a atenção para o fato de que os temas ambientais são objeto de contínuas disputas entre pessoas que pensam de formas radicalmente diferentes – incluindo os que negam as questões ambientais. O autor analisa os últimos 50 anos das questões ambientais por meio do mapeamento de discursos, considerados como “uma forma compartilhada de apreender o mundo” (p.9). Na análise, o autor enfoca os elementos de cooperação e conflito presentes.

Para Dryzek (1997), os problemas ambientais, por definição, se encontram na interseção entre ecossistemas e sistemas humanos, portanto, são duplamente complexos. Quanto mais complexa uma situação, maior o número de perspectivas plausíveis sobre ela e mais difícil provar que alguma delas está errada. Por isso, há uma proliferação de perspectivas sobre os problemas ambientais desde a década de 1960. Na própria área ambiental ocorreriam calorosas disputas e debates sobre a implementação de diferentes políticas para resolver os problemas de meio ambiente.

O autor considera que, nos conflitos ambientais, os diferentes lados interpretam as questões de formas diferentes. Ou seja, a forma como um discurso vê o mundo não é facilmente compreendida por aqueles que adotam outros discursos. O modo como a questão é tratada depende, por fim, do equilíbrio entre discursos que competem entre si.

E porque existem versões que competem entre si – isto é, conflitos – é que existiriam políticas ambientais (ou qualquer política). Em outras palavras: há uma guerra de narrativas e políticas são baseadas em discursos.

A política ambiental: conflitos com as demais políticas setoriais

O agravamento progressivo dos problemas ambientais levou à necessidade de estruturar, principalmente a partir dos anos 1970, legislações específicas, áreas institucionais e

políticas públicas de meio ambiente para tratar dessas questões. A instituição de uma política ambiental em diversos países tornou-se necessária, pois, conforme o WRI (2009), existem capacidades e ferramentas exclusivas da ação do Estado em matéria ambiental que não estão disponíveis aos demais agentes privados, dentre as quais destacam-se as apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Ferramentas de ação do Estado em matéria ambiental

- Estabelecer e aplicar leis que determinam quem tem o direito de usar o meio ambiente e como protegê-lo.
- Promover a gestão dos recursos naturais, incluindo o estabelecimento de áreas protegidas.
- Restringir e punir o comportamento de indivíduos e corporações que ameacem o meio ambiente.
- Definir e aplicar regras de proteção ambiental ao mercado e aos agentes privados.
- Designar fundos e instituições públicas para a preservação ou o uso sustentável dos recursos naturais.
- Promover o acesso equitativo aos recursos naturais.

Fonte: WRI, 2009

Contudo, como assinala Agranoff (2012), pouquíssimas políticas públicas podem ser implementadas, na atualidade, por uma agência governamental individualmente, em um *single shot*. Além disso, o desempenho de dada política afeta direta ou indiretamente os resultados possíveis de serem obtidos em outra. Diversos exemplos podem ser citados, tais como: o efeito das políticas de saneamento básico em meio ambiente e na saúde; o efeito das políticas de transporte na gestão urbana e na indústria; o efeito da educação na geração de trabalho e renda, etc. Isto ocorre porque há uma crescente interdependência dentre as políticas públicas tratadas no governo de um país e, ainda, entre os governos, a sociedade, os mercados e os demais países (YOUNG, 2010).

Peters (2018) argumenta que um dos fatores que aumentam a necessidade de coordenação entre as políticas é o surgimento de problemas difíceis, que não poderiam ser resolvidos prontamente através das ações de qualquer organização individual do setor público. São os problemas caracterizados como *wicked problems*, ou “problemas perversos” conforme mencionado anteriormente (RITTEL e WEBBER, 1973; DAVITER, 2017; HEAD, 2019; ALFORD e HEAD, 2017),

Tais problemas complexos exigem esforços substancialmente maiores de coordenação e colaboração intersetorial do que aqueles que se encaixam no domínio de uma única organização governamental (AGRANOFF, 2012; BRIASSOULIS, 2004). Peters (2018) afirma que questões ambientais se incluem nesse conjunto de problemas: “tentar lidar com um problema como as alterações climáticas ou o desenvolvimento sustentável requer o envolvimento de grande parte do governo e, portanto, a coordenação” (PETERS, 2018, p. 2).

Os problemas ambientais são caracterizados, em grande medida, como *wicked problems*, devido à complexidade que lhes é inerente. Essas características podem ser agrupadas em alguns pontos-chave, apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Caracterização dos problemas ambientais como *wicked problems*

- Os problemas ambientais possuem um quadro temporal de longo prazo para sua percepção, equacionamento e para a eliminação de seus efeitos deletérios
- A perda de qualidade ou quantidade de um recurso natural afeta os demais recursos.
- As pessoas, em geral, preferem geralmente “gastar” os recursos naturais no presente ao invés de preservá-los para o futuro.
- A propriedade comum de muitos bens ambientais (tais como água, ar, oceanos) dificulta uma gestão adequada desses recursos, já que não há o incentivo individual para a proteção que a propriedade privada confere.
- Atingem áreas remotas em relação ao foco do problema, podendo, em seu conjunto, atingir escalas globais
- Podem ser originados de múltiplas fontes (difusas), o que dificulta o processo de responsabilização.
- Envolvem incerteza e, muitas vezes, dependem de conhecimento científico para que suas causas sejam conhecidas e suas soluções, detectadas.
- Os problemas podem ser apontados pelos cientistas, mas não serem percebidos como tais pelos formuladores de políticas até que tenham se agravado (o que dificulta a ação preventiva).
- Envolvem atores (*stakeholders*) com crenças, objetivos e interesses conflitantes.
- As causas e as consequências dos problemas ambientais são desigualmente distribuídas entre os grupos afetados.

Fonte: Elaboração da autora, a partir de Agrawal e Lemos (2006) e Head (2019).

Assim, a magnitude dos problemas ambientais vem desafiando a capacidade de uma única unidade governamental, como uma pasta ministerial com seu mandato limitado, operar de forma isolada para solucioná-los. De fato, os órgãos ambientais, de forma geral, não são suficientemente poderosos para influenciar a maioria das decisões de caráter econômico que gera impactos significativos sobre o meio ambiente.

A área ambiental enfrenta conflitos entre interesses públicos e privados e, com frequência, a “rivalidade” se dá entre as próprias instituições governamentais, de braços diferentes do governo. Em arenas como o Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama, nas quais participam instituições do governo, do setor produtivo e da sociedade civil, é possível perceber que os interesses muitas vezes não são apenas conflitantes, mas francamente opostos e irreconciliáveis (MOURA e FONSECA, 2016).

Contudo, instituições, em sentido amplo, mais fortes na área ambiental não são, necessariamente, sinônimo de órgãos públicos cada vez maiores, com mais recursos, mais pessoal, mais estrutura etc. A especificidade da temática ambiental aponta para a necessidade de que órgãos ambientais trabalhem colaborativamente com os demais setores de governo que tomam, rotineiramente, decisões que afetam o meio ambiente e possuem recursos

orçamentários de magnitudes muito superiores, tais como os setores de energia, transporte e agricultura. Assim, embora as políticas regulatórias continuem sendo importantes e necessárias, o avanço no equacionamento dos conflitos ambientais dependeria de maior cooperação ou integração com outras políticas.

1.3 Integração de Políticas Ambientais - IPA

As chamadas políticas ambientais de 1ª geração, também conhecidas como de comando e controle (C&C) ou soluções *end-of-the-pipe* (“fim-de-tubo”, por lidarem com os produtos da poluição, como efluentes), têm sido majoritariamente reativas, no sentido de lidar com as consequências ou externalidades negativas no meio ambiente para tentar remediá-las *a posteriori* (NILSSON e ECKERBERG, 2007). Nesse sentido, apesar dos resultados alcançados, muitos problemas ambientais persistem e se agravam, a despeito de décadas de evolução nas regulações e dos investimentos feitos no “setor ambiental” – as instituições específicas para tratar os temas ambientais dentro dos governos.

Embora os instrumentos de C&C, tais como a fiscalização e o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental, continuem a ser fundamentais e nunca percam sua importância, a burocracia e a quantidade de normas criadas para fiscalizar e aplicar os instrumentos tradicionais de C&C (instrumentos de *enforcement*) pode gerar altos custos públicos (NORTH, 2018).

O conceito de IPA pode ser visto sob diversas abordagens: como princípio, como forma de gestão (governança) ou como processo político. Enquanto processo, a IPA busca melhorar os elos entre as políticas ambientais e setoriais, com o objetivo de incorporar as questões ambientais em políticas fora do domínio tradicional da política ambiental (RUNHAAR *et al.*, 2014). A IPA busca estabelecer uma coordenação prévia entre um dado setor e os objetivos ambientais, a fim de encontrar sinergias entre os dois ou definir prioridades para o meio ambiente, quando necessário. O conceito engloba os aspectos de *coerência política* (consistência entre os objetivos de múltiplas políticas) e *integração política* (governança das políticas em seu conjunto) (NILSSON *et al.*, 2012).

A experiência no desenvolvimento da IPA tem como marco inicial o conhecido conceito de Desenvolvimento Sustentável (DS), dado pela Comissão Brundtland, de 1987:

“Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que atende as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades.”
(NOSSO FUTURO COMUM, 1991, p15.)

O conceito sustenta que o crescimento populacional, a segurança alimentar, a energia, o meio ambiente e o desenvolvimento urbano estão conectados e não podem ser tratados isoladamente um do outro. Portanto, o amplo conceito de DS diz respeito às dimensões econômica, social e ambiental – o que cobre, virtualmente, todas as áreas de políticas públicas. Contudo, integrar o DS em todas as políticas setoriais implicaria em “integrar tudo dentro de tudo”, o que eleva o nível de complexidade do conceito, tornando-o mais abstrato que concreto (NILSSON, ECKERBERG e PERSSON, 2007). Nesse sentido, a IPA também é vista como uma forma de operacionalizar o conceito de DS. A lógica subjacente é que o DS só pode ser alcançado se as perspectivas ambientais se tornarem parte natural das metas, estratégias e procedimentos de tomada de decisão das principais políticas públicas (NILSSON *et al.*, 2012).

A IPA foi adotada, como princípio, pela União Europeia (UE), tendo sido consagrada nos tratados de Maastricht (1992) e Amsterdã (1997). Diversos países, com destaque para o Reino Unido e a Suécia, buscaram implementar a IPA, além de organizações internacionais, como a Agência Europeia do Meio Ambiente, que desenvolveram orientações nessa direção. Mais recentemente, a formulação de políticas integradas tem sido defendida como um princípio norteador para a implementação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS (NILSSON e PERSSON, 2017).

Na literatura, a pesquisa sobre IPA expandiu-se, embora a análise sistemática das experiências práticas e das lições aprendidas ainda seja limitada, principalmente quanto à operacionalização e mensuração da aplicação do conceito. De fato, muitos estudiosos reconhecem que o grau de conhecimento sobre a IPA ainda é insuficiente, mesmo nos países desenvolvidos, o que requer mais atenção, tanto do ponto de vista da formulação de políticas como da pesquisa aplicada (NILSSON e ECKERBERG, 2007; LENSCHOW, 2002; EEA, 2005; HOLZINGER *et al.*, 2011).

Os estudos realizados identificam, geralmente, quatro dimensões da formulação de políticas a serem trabalhadas para o avanço na IPA: (i) o quadro normativo que a norteia, (ii) a vontade política de implementá-la, (iii) as capacidades cognitivas (de aprendizado) e analíticas e (iv) os arranjos institucionais, organizacionais e processuais (RUNHAAR *et al.*, 2014; JORDAN e LENSCHOW, 2010; HOGL *et al.*, 2016).

Para Nilsson, Eckerberg e Persson (2007) há diferentes visões sobre o exato significado do conceito de IPA. De forma geral, este se distingue por buscar a inserção das questões da política ambiental nas políticas setoriais, ao invés de tratá-las como um campo político separado. Segundo Persson *et al.* (2018), as seguintes características comuns são identificadas na literatura sobre IPA:

- i) Responsabilidade compartilhada pela proteção do meio ambiente por todos os setores políticos, a diferentes níveis;
- ii) Atitude pró-ativa e preventiva em relação à proteção ambiental, por meio da incorporação precoce de objetivos ambientais nos processos políticos, em vez de implementar medidas corretivas a *posteriori*; e
- iii) Medidas que vão além das normas ambientais mínimas prescritas nas regulamentações.

Para Nilsson, Eckerberg e Persson (2007) há diferentes visões sobre o exato significado do conceito de IPA. De forma geral, este se distingue por buscar a inserção das questões da política ambiental nas políticas setoriais, ao invés de tratá-las como um campo político separado.

A IPA, portanto, visa evitar conflitos entre os objetivos ambientais e outros objetivos políticos e reforçar a política ambiental, direcionando os vetores que podem causar impacto ou degradação ambiental. O conceito compreende, assim, a integração de múltiplos objetivos de políticas setoriais e arranjos de governança para a consecução dos objetivos relacionados à política ambiental (NILSSON, ECKERBERG e PERSSON, 2007).

A IPA se traduziria em atuação mais cooperativa no processo de formulação de políticas públicas, com ações que busquem sinergias e equacionem conflitos. Um maior grau de IPA poderia diminuir os custos de transação envolvidos na gestão ambiental, levando à maior efetividade na implementação de seus objetivos. Desta forma, o conceito tem um grande apelo intuitivo para o senso comum, indicando que os problemas ambientais podem ser resolvidos em sua origem e que oportunidades “ganha-ganha”, para atingir conjuntamente os objetivos setoriais e ambientais, serão maximizadas.

Como observam Heikkila e Gerlak (2005), enquanto os benefícios potenciais de colaboração em questões ambientais oferecem claros incentivos para situações nas quais as partes envolvidas ganham conjuntamente, há maiores obstáculos para a colaboração emergir em cenários onde há conflitos e dilemas, onde um grupo de atores ganha enquanto outro pode incorrer em custos, isto é, em “jogos de soma zero”. O elo mais fraco tem se mostrado geralmente o da área ambiental, que ainda ocupa uma posição marginal entre as políticas públicas e, com frequência, é vista como restritiva ou limitadora para a atuação de algumas políticas setoriais (NILSSON e ECKERBERG, 2007).

Embora se reconheça que as questões ambientais precisam ser mais consideradas pelos diversos setores, o “grau de consideração” a ser atingido, é um ponto de debate. Alguns autores chegam ao ponto de sugerir, como regra geral para a IPA, que a questão ambiental deve ter

prioridade sobre os demais objetivos políticos (LAFFERTY e HOVDEN, 2003). Outros a veem mais como uma forma de estabelecer um processo de formulação de políticas mais racional e coerente (UNDERDAL, 1980).

No processo da IPA, é necessário compreender como o desenho de arquiteturas de programas e instituições vem contribuindo ou não para que os diferentes atores trabalhem juntos e colaborem de forma significativa e bem-sucedida. Como explicita Ostrom (1990), os arranjos institucionais devem ser inovadores no sentido de incentivar e facilitar a colaboração.

Entre os vetores que podem promover mudanças institucionais que levem à maior efetividade nas políticas ambientais, por meio da IPA, estão os mecanismos que elevam o grau de cooperação, compromisso e coordenação, consideradas funções institucionais essenciais para garantir a eficácia das políticas públicas (WORLD BANK, 2017). Essas funções estratégicas podem reduzir os custos de transação e permitiriam atingir os objetivos de melhoria de qualidade ambiental de forma mais voluntária, menos onerosa e menos conflitiva.

2. AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Num mundo onde as pessoas passam fome em meio à abundância de alimentos e onde a grande maioria dos pobres vive em zonas rurais ou é forçada, por necessidade econômica, a abandonar o seu sustento rural, os modelos de intensificação agrícola que continuam esta tendência estão condenados ao fracasso.

(Perfecto, Vandermeer e Levins, 2010)

2.1 Conceitos e princípios

Nas últimas décadas, a inovação na agricultura tem se pautado principalmente pela ênfase nos altos rendimentos e ganhos por unidade de produção – o que trouxe grandes ganhos econômicos, mas também uma série de externalidades negativas para o meio ambiente. De fato, a despeito do grande progresso na agricultura no último século – com a produtividade das lavouras e da pecuária fortemente impulsionada pelo aumento do uso de fertilizantes, irrigação, mecanização agrícola, uso de pesticidas e expansão da área de cultivo – seria otimista supor que o uso intensivo do capital natural permitirá que os ganhos futuros continuem nas mesmas taxas anteriores (PRETTY, 2008; KUO, 2018).

Nesse sentido, desde a década de 1950, o discurso relacionado ao desenvolvimento econômico tem expressado preocupações relacionadas à sustentabilidade dos sistemas agropecuários (PRETTY, 2008). O próprio termo sustentabilidade teria sido cunhado com forte influência da atividade agrária (RIBEIRO, JAIME e VENTURA, 2017).

Mas o que seria, afinal, um agroecossistema sustentável? Assim como o conceito de desenvolvimento sustentável, a sustentabilidade na agricultura é um conceito amplo e multidimensional, que inclui componentes sociais, econômicos e ambientais. Diversas definições surgiram ao longo dos anos para expressar o que se entende pelo termo. Em comum, apresentam a busca por um padrão produtivo que não agrida o ambiente e mantenha as características dos agroecossistemas por longos períodos (EHLERS, 1994).

Para Gliessman (2000), um agroecossistema sustentável é aquele que depende ou se apoia em um mínimo de insumos artificiais e externos ao sistema de produção, maneja pragas e enfermidades mediante mecanismos internos de regulação e é capaz de recuperar-se das perturbações causadas pelas práticas de cultivo e colheita.

Os cinco princípios básicos da gestão dos solos propostos por Greenland (1975) como essenciais para a produção agrícola sustentável também têm sido uma referência para o conceito: (i) os nutrientes químicos removidos pelas culturas devem ser repostos; (ii) o estado

físico do solo deve ser mantido; (iii) não deve haver propagação de ervas daninhas, pragas ou doenças (iv); não deve haver aumento da acidez do solo ou de elementos tóxicos; e (v) a erosão do solo deve ser controlada para ser igual ou menor que a taxa de geração (reestruturação) do solo.

Uma das definições internacionais mais aceitas para agricultura sustentável é dada pela FAO:

Agricultura sustentável é o manejo e a conservação da base de recursos naturais e a orientação da mudança tecnológica e institucional, de maneira a assegurar a obtenção e a satisfação contínua das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras. Tal desenvolvimento sustentável (na agricultura, na exploração florestal, na pesca) resulta na conservação do solo, da água e dos recursos genéticos animais e vegetais, além de não degradar o ambiente, ser tecnicamente apropriado, economicamente viável e socialmente aceitável (FAO, 1988)

Para a FAO (2021a), a sustentabilidade na dimensão ambiental depende de que os impactos das atividades do sistema alimentar no ambiente natural circundante sejam neutros ou positivos, levando-se em consideração a biodiversidade, a água, o solo, a saúde animal e vegetal, a pegada de carbono, a pegada hídrica, a toxicidade e a perda ou desperdício de alimentos.

No contexto do Objetivo 2 dos ODS, relativo à Fome Zero e Agricultura Sustentável, é proposta a seguinte definição:

Sistemas sustentáveis de produção: são sistemas agropecuários com baixa emissão de carbono; baixo uso de insumos externos; adequados ambientalmente e que permitem a manutenção da produtividade do solo para a atual e futuras gerações (IPEA, 2019a, p.31)

Em termos econômicos, quanto menores forem as externalidades negativas no meio ambiente e quanto maior a eficiência no uso dos fatores produtivos (tais como terra e água, como recursos escassos) maior é a participação da agricultura na sustentabilidade. Ou seja, sistemas de alta sustentabilidade podem ser vistos como aqueles que visam fazer o melhor uso de bens e serviços ambientais, sem prejudicar esses ativos. Portanto, a sustentabilidade nos sistemas agrícolas incorpora conceitos de resiliência (capacidade de amortecer choques e tensões) e persistência (capacidade de continuar por longos períodos) (PRETTY, 2008).

Assim, um dos principais conceitos associados à agricultura sustentável é o de resiliência, que consiste na capacidade de um sistema resistir e se recuperar de eventos adversos, sem comprometer suas funções essenciais. Um agrossistema é considerado resiliente quando é capaz de: (i) prevenir e evitar a exposição e a vulnerabilidade a choques e estresses; (ii) antecipar medidas para reduzir ameaças e impactos negativos; (iii) absorver e suportar choques e tensões; (iv) adaptar-se e fazer ajustes incrementais ou mudanças; (v) transformar-se para

criar um novo sistema, quando as estruturas e condições existentes tornam-se insustentáveis (FAO, 2021a).

Para Altieri (1999) uma estratégia fundamental na agricultura sustentável é a manutenção de ecossistemas naturais (vegetação nativa) próximos às áreas de cultivo com o objetivo de restaurar a biodiversidade funcional da paisagem agrícola, visto que ela presta serviços ecossistêmicos fundamentais. Entre outros benefícios, a biodiversificação correta resulta no controle natural de pragas, produz a reciclagem ideal de nutrientes e promove a conservação do solo – fatores que levam a rendimentos sustentáveis, à conservação de energia e a menor dependência de insumos externos. Além disso, tais práticas devem estar associadas.

Para Pretty (2008), os princípios fundamentais para a sustentabilidade ambiental na agricultura podem ser sintetizados nos seguintes pontos: (i) integrar processos biológicos e ecológicos, como ciclagem de nutrientes, fixação de nitrogênio, regeneração do solo, concorrência, predação e parasitismo nos processos de produção de alimentos; e (ii) minimizar o uso de insumos não renováveis que causam danos ao meio ambiente ou à saúde dos agricultores e consumidores. Além disso, o autor enfatiza a importância de valorizar o capital humano, com aproveitamento de conhecimentos e habilidades dos agricultores e de promover a capacidade de trabalhar em conjunto para resolver problemas comuns relativos aos recursos agrícolas e naturais em suas propriedades rurais.

Em contraposição aos modelos relacionados à agricultura sustentável, utilizaremos, nesse trabalho, o termo “agricultura industrial” para designar o modelo agrícola convencional associado à agricultura moderna, de grande escala. Segundo Gliessman (2000), os agroecossistemas associados à agricultura industrial moderna, comparados aos naturais, são mais produtivos, porém, menos diversos, e sua produtividade só se mantém mediante a adição de grandes quantidades de insumos externos (energia e materiais). Do contrário, rapidamente se degradam, podendo se tornar improdutivos. Ou seja, estes dois tipos de sistemas seriam os extremos opostos dentro de um espectro. Portanto, a chave para a agricultura sustentável seria encontrar uma solução entre esses dois pontos – um sistema que modele a estrutura e função dos ecossistemas naturais, mas que renda uma boa produção para uso humano. Esse ecossistema sustentável teria um rendimento menor do que a agricultura industrial moderna, que seria, porém, mais que compensado pela vantagem obtida em reduzir a dependência em insumos externos e os impactos ambientais adversos que os acompanham.

A Tabela 1 compara propriedades dos ecossistemas naturais, dos agrossistemas sustentáveis e dos agrossistemas convencionais, associados à agricultura industrial.

Tabela 1 – Propriedades dos ecossistemas naturais, dos agrossistemas sustentáveis e dos convencionais

Propriedade	Ecossistemas naturais	Agrossistemas sustentáveis	Agrossistemas convencionais
Produtividade	média	média/possivelmente alta	alta
Ciclagem de nutrientes	fechada	semi-fechada	aberta
Diversidade de espécies	alta	média	baixa
Acumulação de biomassa	alta	média-alta	baixa
Relações tróficas	complexas	intermediárias	simples
Regulação natural da população (animais e plantas)	alta	média-alta	baixa
Resiliência (recuperação)	Alta	Média	Baixa
Dependência de insumos humanos externos	Baixa	Média	Alta
Autonomia	Alta	Alta	Baixa
Interferência humana nos processos ecológicos	Baixa	Baixa-média	Alta
Sustentabilidade	Alta	Alta	Baixa

* As propriedades atribuídas aos sistemas são mais aplicáveis a curto e médio prazos.

Fonte: Adaptado de Pretty, 2008 e Gliessman, 2000.

O Quadro 3 compara as características da agricultura sustentável *vis-à-vis* a agricultura industrial moderna. Observa-se que enquanto os sistemas agrícolas sustentáveis têm um efeito positivo sobre os recursos naturais, os sistemas insustentáveis tendem a gerar externalidades negativas e a esgotar esses ativos, o que leva a custos que terceiros devem suportar e à redução do estoque para as gerações futuras.

Quadro 3 – Características distintivas da agricultura sustentável e da agricultura industrial

Agricultura sustentável	Agricultura industrial
Grande diversificação. Policultura e/ou culturas em rotação. Associação da produção animal à vegetal.	Pouca diversificação. Predominância de monoculturas ou produção de uma única espécie animal.
Integra, sustenta e intensifica as interações biológicas, gerando sistemas estáveis.	Reduz e simplifica as interações biológicas. Sistemas pouco estáveis, com grandes possibilidades de desequilíbrios.
Agrossistemas formados por indivíduos de potencial produtivo alto ou médio e com relativa resistência às variações das condições ambientais.	Agrossistemas formados por indivíduos com alto potencial produtivo, que necessitam de condições especiais para produzir e são altamente suscetíveis às variações ambientais.
Adapta-se às diferentes condições regionais, aproveitando ao máximo os recursos locais.	Desconsidera as condições locais, impondo pacotes tecnológicos.
Atua considerando o agrossistema como um todo, procurando antever as possíveis consequências da adoção das técnicas.	Atua diretamente sobre os indivíduos produtivos, visando somente o aumento da produção e da produtividade.
O manejo do solo visa sua movimentação mínima, estimulando sua atividade biológica do solo e conservando a fauna e a flora.	O manejo do solo, com intensa movimentação, desconsidera sua atividade orgânica e biológica.
Alta eficiência energética. Grande parte da energia é produzida e reciclada.	Baixa eficiência energética. A maior parte da energia gasta no processo produtivo é introduzida e dissipada.
Alimentos de alto valor biológico e sem resíduos químicos.	Alimentos de menor valor biológico e com resíduos químicos.

Adapta-se às diferentes condições regionais, aproveitando ao máximo os recursos e técnicas locais.	Desconsideram-se as condições locais, com a imposição de pacotes tecnológicos.
Busca do entendimento do funcionamento dos ciclos naturais, de forma a tirar o melhor proveito destes.	Condições físicas e químicas criadas artificialmente.
Adubação orgânica.	Fertilização química.
Controle biológico de pragas.	Uso de pesticidas tóxicos.

Fonte: Adaptado de Carmo (1998)

Deve-se considerar, ainda, que devido aos fatores que condicionam os resultados possíveis nos sistemas produtivos empregados, mesmo que os agricultores empreguem a mesma técnica, podem obter diferentes resultados, em virtude dos múltiplos fatores atuantes nas diferentes unidades de produção agrícola. Como aponta Costa (1993, p.57):

Cada unidade produtiva é entendida como um sistema complexo e dinâmico, o qual apresenta limites (extensão física), componentes (atividades, explorações), interações entre os componentes, entradas (insumos, capital, trabalho, energia) e saídas (produtos, energia, etc).

Por exemplo, há grande variabilidade entre as condições encontradas nos estabelecimentos agropecuários, tais como: clima, relevo, acesso à água, condições de fertilidade do solo, entre outros elementos que condicionam as escolhas possíveis para a tomada de decisão do agricultor quanto às técnicas a serem empregadas. Nesse sentido, Gliessman (2000) afirma que quanto maior a similaridade de um agroecossistema com os ecossistemas naturais de sua região biogeográfica, maior a probabilidade de que sejam sustentáveis. Como apontou Ehlers (1999), mais do que um conjunto definido de práticas, a agricultura sustentável é um objetivo a ser buscado.

2.2 Sistemas produtivos relacionados à agricultura sustentável

Diversas correntes vêm buscando colocar em prática o que se entende genericamente por agricultura sustentável. Nesse sentido, movimentos com propostas relacionadas à “agricultura alternativa” se desenvolvem desde a década de 1920. Inicialmente marginalizadas, tais propostas começaram a ganhar maior espaço a partir dos anos 1970, à medida que se faziam sentir os malefícios da agricultura industrial, enquanto ocorria uma intensa redescoberta e revalorização dos conhecimentos tradicionais (ASSIS, 2005).

Nas últimas décadas tem sido intenso o debate sobre diferentes sistemas de agricultura que poderiam ser considerados sustentáveis, ao buscar associar a produção agropecuária à proteção do meio ambiente (ALTIERI, 2018; PRETTY, 2008). Variados sistemas de produção agropecuária e um conjunto de tecnologias têm sido considerados como opções de gestão e

design de agroecossistemas mais sustentáveis, incluindo técnicas como: adubação orgânica, rotação de culturas e consórcios, pousio do solo, controle biológico de pragas, plantio na palha e sistemas agroflorestais, entre outros. Isto sugere que provavelmente existem muitos caminhos para a sustentabilidade agrícola e que não há uma configuração única de tecnologias, insumos ou formas de gestão amplamente aplicável, sendo necessário adequar esses fatores às circunstâncias específicas de diferentes sistemas agrícolas. Muitas dessas tecnologias também são multifuncionais, ou seja, sua adoção pode levar a mudanças favoráveis em vários componentes do sistema agrícola ao mesmo tempo (PRETTY, 2008).

Atualmente, destacam-se no Brasil os sistemas produtivos relacionados à agricultura orgânica e à agroecologia, por sua disseminação no mercado e grau de adesão entre os agricultores familiares. Os conceitos associados a esses sistemas são apresentados no item 2.3, enquanto as políticas públicas brasileiras relacionadas ao tema são analisadas no item 6.2.

Os Quadros 4 a 8 trazem uma síntese sobre outras abordagens de agricultura sustentável, discutidas e praticadas nas últimas décadas, que contribuíram para a evolução do conceito: agricultura biodinâmica, a biológica, a natural, a permacultura e a agricultura conservacionista. Tais abordagens têm contribuído tanto para o amadurecimento conceitual quanto para a prática de agricultura sustentável, que atualmente converge para a corrente de agricultura orgânica e agroecologia.

Quadro 4 – Agricultura biodinâmica

A agricultura biodinâmica surgiu por iniciativa do filósofo austríaco Rudolf Steiner, em 1924. Na biodinâmica as produções agrícolas são vistas como organismos interdependentes, que demandam uma gestão integrada para uma boa qualidade dos cultivos. A reciclagem e reutilização dos recursos são fatores especialmente relevantes, de modo que a produção vegetal e a animal são associadas (MIKLÓS, 2019).

De acordo com Miklós (2019), a agricultura biodinâmica enfatiza o poder de preparações orgânicas – “preparados biodinâmicos” feitos com substâncias animais e vegetais selecionadas e a coordenação de atividades de acordo com a disposição dos astros, com calendários de cultivos para cada época do ano (ritmos biocronológicos). Na biodinâmica, adubar significa “vitalizar” o solo”. A propriedade agrícola também é vista como um organismo, cuja produção deve ser diversificada, com rotações e culturas consorciadas, para um equilíbrio entre as culturas que melhoram (como as leguminosas) e as que esgotam o solo. Também busca-se alcançar autonomia na produção de energia e independência em relação a recursos externos à propriedade (auto-sustentabilidade).

Atualmente, existem empresas de certificação de agricultura biodinâmica, como o Instituto Biodinâmico no Brasil¹², que buscam incentivar o cultivo de produtos que se destacam-se por seu valor nutritivo, sabor e boa durabilidade. Embora em menor escala que agricultura orgânica, a biodinâmica começa a ser aceita, também, nos círculos acadêmicos e científicos.

¹² Disponível em: <https://www.ibd.com.br/customers/>. Acesso em out. 2021.

Quadro 5 - Agricultura biológica

A agricultura biológica inspira-se nas ideias desenvolvidas pelo suíço Hans Peter Müller, na década de 1930, sendo posteriormente difundida, na década de 1960, pelo médico austríaco Hans P. Rusch. Baseia-se nas ciências biológicas e busca manter o equilíbrio ambiental por meio da manutenção da fertilidade do solo e controle de pragas feitos por processos e ciclos naturais. O sistema recomenda o uso de fontes diversificadas de matéria orgânica, sejam da unidade de produção, sejam de outras atividades. Não preconiza, assim, a autonomia completa da propriedade, mas a integração com outras atividades econômicas da região. O agrônomo francês Claude Aubert também contribuiu para essa corrente, enfatizando a importância da saúde do solo para a manutenção da saúde das plantas, o que levaria a alimentos mais nutritivos, com alto valor biológico para a saúde humana (ASSIS, 2005).

Quadro 6 - Agricultura natural

Esta corrente surgiu nos anos 1970 como resultado de 30 anos de experiências do microbiologista japonês Masanobu Fukuoka. O princípio do método é o de interferir minimamente no meio ambiente – “deixe a natureza em paz” – para realizar os cultivos, alcançando grandes rendimentos:

Muitas pessoas supõem que os rendimentos da agricultura natural são inferiores àqueles da agricultura científica, mas na verdade é o contrário.” (FUKUOKA, 1995, p. 190).

Este “não-fazer”, inclui: não arar, para manter a estrutura e composição do solo; não capinar ou usar herbicidas, pois as chamadas “ervas daninhas” enriquecem o solo; não usar pesticidas, que matam os micro-organismos e insetos polinizadores; não usar fertilizantes químicos, mas estimular a regeneração natural do solo. Segundo o autor, a maioria dos danos causados pelas doenças das plantas e pragas pode ser resolvida com medidas ecológicas (FUKUOKA, 1995). A agricultura natural inspira muitos agricultores e deu origem a diversas práticas sustentáveis, estando também na origem da permacultura.

Quadro 7 - Permacultura

O termo permacultura foi criado, no início dos anos 1970, pelos australianos Bill Mollison e David Holmgren, com o significado de “agricultura permanente”, em contraposição à agricultura convencional (industrial), a qual já vinha dando sinais dos prejuízos causados pela degradação ambiental. Eles buscaram uma síntese das práticas de culturas ancestrais com conhecimentos da ciência moderna com o objetivo de criar sistemas agrícolas que se “autoperpetuam”, por serem ecologicamente estáveis com uma intervenção humana reduzida. Hoje a Austrália é o país com maior área de agricultura orgânica no mundo, com 35,7 milhões hectares (WILLER *et al.*, 2023).

A permacultura busca o planejamento integrado da propriedade rural, com a implantação e a manutenção de sistemas produtivos que tenham a diversidade, a estabilidade e a resistência dos ecossistemas naturais, com o melhor aproveitamento possível das condições e os recursos naturais locais. O *design* permacultural inclui a restauração de paisagens degradadas, estratégias para a utilização da terra sem desperdício ou poluição; integração dos organismos vivos em um ambiente de interação e cooperação em ciclos naturais; mínimo consumo de energia e captação e armazenamento de água e nutrientes, a partir do ponto mais alto da propriedade. Entre as técnicas utilizadas estão: a cobertura do solo com matéria orgânica morta (palha ou outras, também chamada “mulch”) ou viva, com espécies rasteiras benéficas, as quais protegem o solo e evitam a erosão; uso de leguminosas para fixar Nitrogênio e o uso de esterco animal como adubo orgânico (SOARES, 1998).

Na década de 1990, o Ministério da Agricultura e do Abastecimento, por meio do Projeto Novas Fronteiras da Cooperação para o Desenvolvimento Sustentável (PNFC), apoiado pelo PNUD, buscou difundir a Permacultura como metodologia de trabalho para a agricultura familiar. O objetivo era o de implantar sistemas permaculturais de produção e comercialização em organizações associativistas, apropriados a cada bioma do País (SOARES, 1998).

Quadro 8 - Agricultura conservacionista

De acordo com a FAO (2014a) a agricultura conservacionista é uma abordagem de gerenciamento dos agrossistemas para melhorar e manter a produtividade e promover a segurança alimentar, ao mesmo tempo que busca preservar e aprimorar os recursos naturais e o meio ambiente.

A agricultura conservacionista compreende a aplicação prática de três princípios interligados: (1) ausência ou mínima perturbação mecânica do solo (uso de máquinas de gradagem); (2) cobertura do solo com biomassa e (3) diversificação de espécies de culturas (culturas em rotações, sequências ou associações de culturas anuais e perenes, incluindo uma mistura equilibrada de leguminosas e culturas não leguminosas). Esses três princípios devem ser adotados em conjunto, ou seja, se os três princípios forem aplicados separadamente, não se constituem em um sistema conservacionista (KASSAM *et al.*, 2018; FAO, 2014).

A agricultura conservacionista pode reverter a perda de matéria orgânica, melhorar e manter a porosidade do solo e, assim, prolongar a disponibilidade de água em tempos de seca. Também pode reduzir a incidência de pragas, insetos e doenças por meios biológicos, aumentar a diversidade agroecológica, favorecer a fixação biológica de nitrogênio e resultar em maiores rendimentos, acompanhados da redução de custos de produção (DERPSCH *et al.*, 2010).

Sistemas de agricultura conservacionista existem atualmente em todos os continentes, o que demonstra que seus princípios são aplicáveis a todas as paisagens agrícolas e podem ser adaptados a diversos cultivos. Segundo Kassam *et al.*, 2018, existia em 2015/2016 uma área de 180,4 milhões de ha dedicada à agricultura conservacionista no mundo, sendo o Brasil o segundo país com maior área, atrás apenas dos EUA. Segundo Kassam *et al.* (2018), o Brasil é o segundo maior país em extensão em área de agricultura conservacionista (após os EUA) com 32 mil ha em 2016.

2.3 Agricultura orgânica e agroecologia

A agricultura orgânica tem suas raízes na ciência do solo, enquanto a agroecologia baseia-se nos princípios da ecologia (ABREU *et al.*, 2012). Primavesi (1997) entendia que a agricultura orgânica estaria mais relacionada a “produtos” (por exemplo, substituição de adubos químicos por orgânicos), enquanto a agroecologia estaria relacionada a “processos” produtivos e sociais mais amplos. No entanto, embora tenham origens e concepções distintas, esses sistemas têm muitos pontos em comum, associados à segurança alimentar e conservação ambiental. De fato, sob o ponto de vista da prática agrícola, as noções de agricultura orgânica e agroecologia muitas vezes se confundem (GALINDO, SAMBUICHI e OLIVEIRA, 2013; ABREU *et al.*, 2012).

Agricultura orgânica

Os pioneiros em agricultura orgânica surgiram a partir da década de 1920, tendo como um dos seus principais expoentes Albert Howard. O agrônomo e botânico inglês estudou em profundidade a agricultura indiana, baseada em compostagem e adubação orgânica, e relatou a experiência em um livro, na década de 1940, onde faz diversas críticas ao modelo industrial de agricultura. Os procedimentos preconizados pelo autor basearam-se na conservação da fertilidade do solo, com a incorporação permanente de húmus (matéria orgânica decomposta e estabilizada), a partir da compostagem de resíduos vegetais e dejetos animais e rotação de culturas. O solo é considerado pelo autor como um “organismo complexo”, repleto de seres vivos em constante interação. O próprio termo “orgânico” deriva da ideia de que a unidade de

produção deve funcionar como um “organismo vivo”, onde todas as atividades desenvolvidas seriam suas partes (HOWARD, 2007).

Os estudos sobre agricultura orgânica avançaram e ganharam força na década de 1970, com discussões intensas sobre um modelo produtivo mais sustentável. Atualmente, é a corrente mais amplamente reconhecida de agricultura sustentável (LIMA *et al.*, 2020). O termo “agricultura orgânica”, por ter sido o mais difundido, tem sido utilizado genericamente, tanto por produtores quanto consumidores, como sinônimo das diferentes ramificações da agricultura sustentável.

A Federação Internacional dos Movimentos de Agricultura Orgânica (*International Federation of Organic Agriculture Movements - IFOAM*), criada em 1972, estabelece padrões internacionais para certificação dos produtos orgânicos organizados no Sistema de Garantia Orgânica (OGS). A IFOAM assim definiu agricultura orgânica, em assembleia geral realizada em 2008:

*Agricultura orgânica é um sistema de produção que promove a saúde dos solos, ecossistemas e pessoas. Tem como base os processos ecológicos, a biodiversidade e ciclos adaptados às condições locais, em alternativa ao uso de insumos com efeitos adversos. A agricultura orgânica combina a tradição, inovação e ciência, de modo a ser benéfica para o espaço partilhado, promove relacionamentos justos, assegurando uma boa qualidade de vida a todos os envolvidos*¹³.

A agricultura orgânica estaria baseada em quatro princípios (IFOAM, 2013):

- 1) Saúde - A Agricultura Orgânica deve sustentar e melhorar a saúde do solo, das plantas, dos animais, do ser humano e do planeta como um todo indivisível.
- 2) Ecologia - A agricultura orgânica deve ser baseada em sistemas e ciclos ecológicos vivos, trabalhar com eles, imitá-los e ajudar a sustentá-los.
- 3) Equidade - A agricultura orgânica deve basear-se em relacionamentos que garantam a justiça no que diz respeito ao ambiente comum e às oportunidades de vida.
- 4) Prevenção. - A agricultura orgânica deve ser gerida de forma preventiva e responsável para proteger a saúde e o bem-estar das gerações atuais e futuras e do meio ambiente.

Também foram estabelecidos os Sistemas de Garantia Participativa (*Participatory Guarantee Systems - PGS*), sistemas de garantia de qualidade focados localmente, que permitem certificar os produtores com base na participação das partes interessadas, sendo construídos sobre uma base de confiança, redes sociais e troca de conhecimento. Desde 2004, os PGS tem ganhado reconhecimento em todo o mundo, no setor orgânico e no movimento

¹³ Disponível em: <https://www.ifoam.bio/why-organic/organic-landmarks/definition-organic> Consulta em fev.2023.

agroecológico, como mecanismos confiáveis que contribuíram para o crescimento de orgânicos no mundo, por meio da criação de um mercado diferenciado para esses produtos, com menos burocracia. Os PGS são alternativos e complementares à certificação independente de terceiros e permitem que os produtores possam garantir que seus produtos foram produzidos de acordo com os quatro princípios da agricultura orgânica (IFOAM, 2019).

A Lei da Agricultura Orgânica brasileira (Lei No. 10.831/2003) adota um amplo conceito de sistema orgânico de produção, abrangendo diferentes tipos de sistemas produtivos, tais como o ecológico, biodinâmico, natural, regenerativo, biológico, agroecológico, a permacultura e outros que atendam os princípios estabelecidos na Lei.

Já o IBGE considera como áreas de agricultura ou pecuária orgânicas todas aquelas onde são adotadas práticas de produção agropecuária que não utilizem insumos artificiais – adubos químicos, agrotóxicos, organismos geneticamente modificados pelo homem, ou outros insumos (IBGE, 2019).

Agroecologia

A agroecologia, apesar de ter surgido paralelamente às diversas correntes de agricultura sustentável, é entendida não apenas como uma prática agrícola, mas como uma ciência, que surge do estudo dos sistemas agrícolas sob o ponto de vista ecológico, buscando compreender as interações e processos que regem o funcionamento dos agroecossistemas. Entre seus preceitos estão a valorização da diversidade biológica e das sementes crioulas e do conhecimento tradicional resultante da interação humana com o meio ambiente ao longo de diversas gerações (GALINDO, SAMBUICHI e OLIVEIRA, 2013).

Dentre os estudiosos do tema destacam-se Altieri (2018) e Gliessman (2009). Segundo Altieri (2018), em seu sentido mais estrito, a agroecologia envolve o estudo de fenômenos ecológicos nos sistemas de produção agrícola, como relações predador/presa, ou a competição entre as culturas cultivadas e ervas invasoras. Além disso, envolve a gestão de recursos além da cultura “alvo”, no intuito de manter a base produtiva da agricultura ao longo do tempo. Para o autor, o conhecimento agrônomo descentralizado e desenvolvido localmente também é um ponto central para o bom desempenho desses sistemas produtivos. Já Gliessman (2009) considera que a agroecologia se baseia em 7 princípios: (1) baixa dependência de inputs externos; (2) uso de recursos naturais renováveis; (3) mínimo de impacto adverso ao meio ambiente; (4) manutenção da capacidade produtiva; (5) diversidade biológica e cultural; (6) conhecimento da população local; e (7) satisfação das necessidades humanas.

Oelofse *et al* (2011), por sua vez, apontam quatro componentes básicos de um agroecossistema sustentável: (1) o uso da cobertura vegetal; (2) fornecimento regular de matéria orgânica no solo para promover atividades bióticas; (3) os mecanismos associados ao ciclo de nutrientes tais como as rotações, agricultura integrada (consórcio) e o uso de leguminosas, e (4) regulação de pragas através de controle biológico e da biodiversidade e de inimigos naturais.

A agroecologia baseia-se, portanto, no estudo do funcionamento de ecossistemas complexos e suas interações, tendo como princípio a conservação da biodiversidade dos sistemas agrícolas, como base para sua autorregulação e sustentabilidade. Os sistemas agroecológicos procuram estabelecer agrossistemas o mais próximo possível dos naturais, enfatizando a reciclagem de energia e nutrientes e sistemas diversificados (policultivos), com a menor dependência possível de insumos externos. As questões socioeconômicas também são consideradas, buscando-se uma evolução conjunta dos sistemas naturais e sociais (ASSIS, 2005).

Não se preconiza apenas uma simples substituição de insumos (químicos por orgânicos), mas a valorização da diversidade produtiva e a manutenção dos agricultores e suas famílias no campo, (ABREU *et al.*, 2012). Assim, a agroecologia não se restringe ao estudo de práticas de manejo agroecológicos, mas também a questões sociais, políticas e culturais relacionadas ao resgate do conhecimento tradicional, à identidade e à autonomia das comunidades. É entendida, simultaneamente, como campo científico, movimento social e prática agrícola (WEZEL *et al.*, 2009).

Com a evolução do processo histórico da prática da agricultura orgânica e da agroecologia, atualmente se verifica, no Brasil, uma aproximação, de caráter pragmático, entre esses dois sistemas produtivos. Na prática, os agricultores que buscam a produção sustentável adotam uma forma híbrida de agricultura, com elementos que resultam da convergência entre agricultura orgânica e agroecologia (ABREU *et al.*, 2012).

2.4 Modelo da matriz agroecológica versus modelo “poupa-terra”/intensificação agrícola

Como apontam Perfecto, Vandermeer e Levins (2010), frequentemente a agricultura é vista como a antítese do mundo natural, de modo que a solução para a conservação ambiental e a manutenção dos serviços ecossistêmicos seria minimizar a terra dedicada à agricultura por meio do aumento da intensificação agrícola (produzir mais por hectare), bem como aumentar a migração rural dos camponeses (agricultura familiar) para áreas urbanas. No entanto, os autores

sugerem que esse modelo de transição não é tão simples, existem diversas variáveis envolvidas, que podem alterar os resultados esperados, de modo que o modelo pode não ser bem sucedido em alcançar maior regeneração de área florestal associada à maior produção agrícola em áreas tropicais. Por exemplo, maior população urbana requer também aumento na produção agrícola e, portanto, maior necessidade de mão-de-obra no campo, caso não seja substituída por tecnologia. Por outro lado, a teoria econômica sugere que o progresso tecnológico torna a agricultura mais lucrativa e dá aos agricultores incentivo para expandir a produção para terras adicionais.

Com base na teoria ecológica e em evidências empíricas, eles propõem que um modelo de matriz agrícola em um quadro de produção familiar agroecológica em pequena escala (*agroecological matrix*) em oposição ao modelo “poupa-terra”/intensificação agrícola (*land sparing/agriculture intensification*) pode ser tão (ou mais) bem sucedido que a agricultura industrial em relação à atual crise alimentar e dar respostas, ainda, à crise da perda de biodiversidade. No modelo proposto, a agricultura é vista como um componente indissociável da agenda de conservação da biodiversidade. A área rural é percebida como um todo: uma matriz de alta qualidade, na qual fragmentos de vegetação nativa de alta diversidade possam existir junto a agroecossistemas “amigos” da biodiversidade, formando uma paisagem integrada. O modelo de qualidade matricial desafia a premissa de que a agricultura é inimiga da conservação e entende que o tipo de agricultura praticada (e não sua simples existência) é o que mais importa (PERFECTO, VANDERMEER e LEVINS, 2010).

Para Perfecto, Vandermeer e Levins (2010), pequenas fazendas operadas pelo proprietário tendem a ser mais eficientes na medida em que o agricultor conhece bem a terra e sua ecologia e planta de acordo com esse conhecimento, geralmente usando uma estratégia de multicultura para aproveitar as peculiaridades locais de solo e microclima. Já fazendas grandes e altamente capitalizadas buscam economias de escala, nas quais essas peculiaridades ecológicas locais são geralmente ignoradas.

Ironicamente, o recente entusiasmo pela chamada agricultura de precisão reconhece justamente a necessidade de adaptar a produção à essa estrutura ecológica subjacente, mas propõe resolvê-la com alta tecnologia de sensores. Ou seja, os pequenos agricultores já praticariam uma “agricultura de precisão”. Além disso, os pequenos agricultores são mais propensos a adotar tecnologias agrícolas sustentáveis porque utilizam poucos ou nenhum insumo externo, usam materiais locais e naturalmente disponíveis e geram agroecossistemas que são mais diversificados e resistentes ao estresse do que as tecnologias intensivas em capital (PERFECTO, VANDERMEER e LEVINS, 2010).

Tais fatos sugerem que sistemas agrícolas sustentáveis em pequena escala também podem ser bastante produtivos, por unidade de área. Uma revisão de quase 300 estudos comparando rendimentos de agricultura orgânica/agroecológica e convencional em todo o mundo apontou que os sistemas orgânicos e agroecológicos produzem tanto, senão mais, que os sistemas convencionais, de grande escala (BADGLEY, *et al*, 2007). De fato, o Prêmio Nobel Amartya Sen, já apontava, na década de 1960, a ocorrência de uma “relação inversa produtividade-tamanho” da área produtiva, reconhecida atualmente pelos economistas agrícolas (SEN, 1962).

Desta forma, embora a intensificação da agropecuária e o aumento da produtividade por área seja desejável para poupar o uso da terra e evitar novos desmatamentos, nos moldes da agricultura industrial moderna, a intensificação pode exacerbar alguns conflitos entre agricultura e meio ambiente. A intensificação geralmente implica, entre outros problemas, em maior uso dos recursos hídricos (irrigação) e de fertilizantes, em problemas na destinação de resíduos, em contaminação química por agrotóxicos, em erosão e compactação do solo e em perda de biodiversidade local, devido à prática de monoculturas (BUAINAIN e GARCIA, 2019; RAMOS, 2017).

A questão crítica, portanto, centra-se no “tipo de intensificação”. Nesse sentido, seria desejável buscar uma intensificação ecológica ou sustentável da agricultura, nos moldes da matriz agroecológica, com a adoção de práticas de manejo voltadas ao aumento da produção por meio do incremento de serviços ecossistêmicos, aliadas ao uso de tecnologias sustentáveis e insumos que diminuam a dependência em produtos químicos e minimizem danos ao meio ambiente (RAMOS, 2017; PRETTY, 2008; KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI *et al.* 2017).

Segundo Ramos (2017), a manutenção da biodiversidade e seus serviços associados (como a polinização) podem não só maximizar a produtividade agrícola, mas reduzir o uso de insumos inorgânicos prejudiciais associados às práticas convencionais, principalmente o uso de agrotóxicos.

Dentre as práticas associadas à intensificação sustentável, estão: a adubação verde, a fixação biológica de nitrogênio, sistemas integrados de produção (tais como os sistemas agroflorestais), a conservação do solo por meio do Sistema de Plantio Direto (SPD) e o controle biológico de pragas e doenças. Além disso, como a irrigação é considerada fundamental para o aumento da produtividade em algumas áreas, são necessários maiores investimentos em sistemas de irrigação mais eficientes, que minimizem desperdícios (SAATH e FACHINELLO, 2018).

2.5 Transição agroecológica e movimento agroecológico

O processo de mudança de sistemas de alternativa convencionais (agricultura industrial) para modelos mais sustentáveis de agricultura tem sido denominado de “transição agroecológica”. O conceito envolve tanto práticas produtivas mais adequadas ao meio ambiente como aspectos sociais e econômicos, relacionados à soberania alimentar e comércio justo (GALINDO, SAMBUICHI e OLIVEIRA, 2013; COSTABEBER e MOYANO, 2000).

A conversão de práticas da agricultura industrial moderna – nos moldes da Revolução Verde, dependente de agrotóxicos e outras práticas impactantes ao meio-ambiente – para sistemas mais sustentáveis de produção geralmente requer um processo gradual, que envolve uma aprendizagem contínua (GLIESMANN, 2000). De acordo com Gliessmann (2007), o processo de transição agroecológica passa por diversas etapas internas e externas à unidade produtiva. O autor sugere que a transição ocorra em quatro níveis ou etapas, considerando-se as condições internas ao agroecossistema: (1) aumento da eficiência de práticas convencionais, com redução do uso de insumos externos; (2) substituição de insumos e de práticas convencionais por práticas da agricultura de base ecológica; (3) redesenho do agroecossistema baseado em processos agroecológicos; e (4) restabelecimento de uma ligação direta entre produtor e consumidor. Desta forma, a transição ou conversão de um sistema agrícola para um modelo mais sustentável é complexa e geralmente requer medidas de restauração dos recursos naturais e mudança para um sistema de gestão que considere a propriedade rural como parte de uma paisagem mais ampla, na qual uma série de funções ecossistêmicas são importantes (GLIESSMAN, 2005).

Como apontam Costabeber e Moyano (2000), a agroecologia é uma via utilizada pelos agricultores familiares para fazer frente, por meio do associativismo, tanto à degradação ambiental quanto à exclusão econômica e social. Essa ação coletiva, também denominada de movimento agroecológico, vem contribuindo para o avanço da transição agroecológica, já que ela pressupõe a adesão dos agricultores às propostas voltadas a uma agricultura mais sustentável. Assim, o movimento agroecológico reúne agricultores familiares que estão excluídos ou não pretendem adotar modelos de modernização agrária segundo o padrão convencional de intensificação tecnológica.

Apesar da grande pressão por maior produtividade, muitos agricultores têm se mostrado dispostos a fazer uma transição para tais práticas mais ambientalmente sustentáveis. Entre os fatores que estão impulsionando esse movimento, estão: (1) o custo ascendente de energia; (2) as baixas margens de lucro de algumas práticas convencionais; (3) o

desenvolvimento de práticas menos impactantes que se mostram como opções viáveis; (4) a crescente consciência ambiental dos consumidores, inclusive no mercado externo, que buscam alimentos mais saudáveis; (5) a pressão da legislação ambiental, que impõe restrições e punições a práticas que causem degradação dos recursos naturais (GLIESSMAN, 2000).

A Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica - PNAPO (Decreto 7.764/2012) também tem entre seus objetivos promover ações para induzir a transição agroecológica e da produção orgânica, tendo em vista o uso sustentável dos recursos naturais e a oferta de alimentos saudáveis (Decreto N° 7.794, de agosto de 2012, Art. 1).

2.6 Indicadores de sustentabilidade na agricultura

Como visto, a sustentabilidade na agricultura, particularmente do ponto de vista ambiental, diz respeito ao desenvolvimento de sistemas de produção com tecnologias e práticas que reduzem efeitos adversos sobre bens e serviços ambientais e buscam conservar a base de recursos naturais, de maneira a assegurar a obtenção e a satisfação contínua das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras (PRETTY, 2008; FAO, 1988; IPEA, 2019).

No entanto, como observa Gliessman (2000), uma coisa é definir o que é um agroecossistema sustentável, um problema distinto é observar um agroecossistema na realidade e identificar se é sustentável ou não e por quê. Além disso, a sustentabilidade, em última instância, se comprovaria no decorrer do tempo: um agroecossistema que se mantém produtivo por um longo período, sem degradar sua base de recursos. Assim, surgiriam outras questões: o que seria um “longo período”? Como se determina a ocorrência de degradação dos recursos?

Nesse sentido, mesmo quando se considera apenas a dimensão ambiental da agricultura, conforme o enfoque deste estudo, percebe-se a complexidade do conceito e a dificuldade em se estabelecer critérios e, conseqüentemente, parâmetros ou indicadores¹⁴ de sustentabilidade ambiental na agricultura.

Uma dificuldade intrínseca ao estabelecimento de indicadores ambientais é a dependência de uma relação de causa e efeito válida, como na conhecida estrutura de Força Motriz – Pressão – Estado – Impacto – Resposta (EEA, 2005). No entanto, a realidade se mostra mais complexa e mais próxima a uma rede causal do que a uma cadeia linear (LATRUFFE *et*

¹⁴ Parâmetro corresponde a uma grandeza que pode ser medida com precisão ou avaliada qualitativamente/quantitativamente; indicadores são parâmetros selecionados e considerados isoladamente ou combinados entre si; índices correspondem a um nível superior de agregação de indicadores, visando obter um valor sintético final (IBGE, 2012).

al., 2016). Além disso, podem ser definidos indicadores e metas tanto de resultado quanto de processo (GLIESSMAN, 2000; AMÂNCIO e AMÂNCIO, 2010).

Apesar desses desafios, é possível identificar parâmetros ou características específicas dos agroecossistemas que desempenham um papel chave em seu funcionamento e determinar em que níveis se deveria manter esses parâmetros para que seja considerado sustentável, os quais se constituiriam em indicadores de sustentabilidade. Tais indicadores podem ser úteis tanto para a avaliação de um determinado sistema agrícola quanto para o desenho de um novo sistema, em moldes considerados sustentáveis.

Tomando como referência os sistemas naturais e estudando diversos agroecossistemas tradicionais existentes no mundo (que tem se mantido ao longo de gerações), bem como sistemas agrícolas modernos, Gliessman (2000) procurou identificar as características de um sistema agrícola sustentável. O Quadro 9 reúne algumas características comuns presentes em agroecossistemas tradicionais sustentáveis estudados no mundo, segundo o autor.

Quadro 9 – Características encontradas em sistemas tradicionais sustentáveis

- Não dependem de recursos externos adquiridos no mercado.
- Fazem amplo uso de recursos renováveis e adquiridos localmente.
- Enfatizam a reciclagem de nutrientes
- Tem um impacto benéfico ou efeito negativo mínimo no meio ambiente, dentro e fora da unidade de produção.
- Estão adaptados ou são tolerantes às condições locais, ao invés de depender do controle ou da alteração total do ambiente por meios artificiais.
- São capazes de aproveitar todas as variações microambientais do sistema produtivo, da unidade de produção e da região.
- Maximizam os rendimentos sem sacrificar a capacidade produtiva a longo prazo do sistema como um todo e a habilidade dos humanos para usar os recursos de maneira ótima.
- Mantém a diversidade espacial, temporal e a continuidade.
- Conservam a diversidade biológica e cultural.
- Se apoiam no uso de variedades de cultivo locais e frequentemente incorporam plantas e animais silvestres.
- Usam a produção para satisfazer primeiro as necessidades locais.
- São relativamente independentes de fatores econômicos externos.
- Estão construídos sobre o conhecimento e a cultura dos habitantes do lugar.

Fonte: Gliessman (2000)

Não se espera, entretanto, que as características encontradas em práticas tradicionais sustentáveis possam ser diretamente transferidas para áreas de agricultura industrial moderna. Ou seja, que a agricultura de grande escala se ajuste exatamente ao modelo tradicional. A agricultura sustentável provavelmente será uma “evolução” do atual modelo de produção agrícola, que combinará elementos da agricultura industrial moderna, da tradicional e da alternativa (EHLERS, 1999).

Nesse sentido, os agroecossistemas tradicionais poderiam transmitir lições importantes de como se deveriam desenhar agroecossistemas modernos mais sustentáveis. Dentre os parâmetros selecionados por Gliessman (2000) para a análise da sustentabilidade em

agroecossistemas estão aqueles relacionados a fatores ambientais: (a) características do recurso solo; (b) fatores hidrogeológicos; (c) fatores bióticos e (d) características a nível do ecossistema. Além desses, foram identificados parâmetros relativos a fatores econômicos, sociais e culturais.

Por sua vez, Astier *et al.* (2008) identificaram alguns atributos desejáveis para sistemas de produção mais sustentáveis, considerando aspectos ambientais e sociais:

- Produtividade - habilidade de produzir uma quantidade de bens e serviços.
- Equidade - habilidade em distribuir benefícios e custos de maneira justa.
- Estabilidade - propriedade de se manter equilíbrio dinâmico, isto é, manter a produtividade em nível não decrescente ao longo do tempo, em condições médias e normais.
- Resiliência - capacidade de retornar ao estado de equilíbrio após sofrer perturbações.
- Adaptabilidade (ou flexibilidade) - capacidade de encontrar novos níveis de equilíbrio, mantendo a produtividade em caso de mudanças de longo prazo no ambiente.
- Autodependência (ou autogestão, em termos sociais) - capacidade de regular e controlar suas interações com o exterior.

Já Lebacqz *et al.* (2013) propõem parâmetros de sustentabilidade relacionados a nutrientes, pesticidas, recursos renováveis (como energia e água), manejo do solo, emissões de gases de efeito estufa (GEE), acidificação, biodiversidade e qualidade física, química e biológica do solo.

Assim, a partir de parâmetros selecionados (que podem ser observados, medidos ou calculados a partir de outros dados), com base em critérios pré-estabelecidos, pode-se obter informações úteis para a tomada de decisões. Ou seja, um indicador de sustentabilidade deve apontar para o caminho a ser trilhado entre os limites impostos pelas leis naturais e onde nos encontramos nesse caminho (DILLON *et al.*, 2014; LATRUFFE *et al.*, 2016).

Uma medida mais exata da sustentabilidade na agricultura deveria ocorrer, portanto, a partir da análise de um conjunto selecionado de parâmetros e indicadores a serem observados em cada unidade de produção agrícola, ao longo do tempo (PÉREZ, 2002).

Idealmente, a partir da soma de dados sobre diferentes aspectos em cada unidade produtiva, seria possível obter indicadores com maior agregação para traçar um retrato sobre a agricultura sustentável em uma escala mais abrangente. No entanto, dificilmente esses dados estão disponíveis de forma ampla e sistemática para que seja possível avaliar o avanço ou

retrocesso na implementação de políticas públicas voltadas para a agricultura sustentável ou sua análise em um nível nacional.

Mensuração da agricultura sustentável nos ODS

Um esforço em direção ao estabelecimento de métricas e indicadores está sendo desenvolvido no âmbito dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) em diversos temas, entre os quais a agricultura sustentável¹⁵.

No Brasil, cabe ao IBGE a construção dos indicadores nacionais para os ODS, sendo que nem todos foram ainda definidos ou dispõem de metodologia e fontes de dados regulares. Isto é, o IBGE ainda não forneceu, para algumas metas, cálculos para os respectivos indicadores (IBGE e SEGOV, 2022b).

A Comissão Nacional dos ODS atribuiu ao Ipea a função de assessoramento técnico. Dentre as tarefas realizadas, o Instituto coordenou, em 2018, processo de adaptação das metas globais à realidade brasileira e propôs alguns indicadores de monitoramento, os quais ainda não foram calculados ou trabalhados estatisticamente e deverão ser adequados pelo IBGE (IPEA, 2019).

O ODS 2 “Fome Zero e Agricultura Sustentável” tem como objetivo geral: “acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável”. Ele se desdobra em oito metas, que incluem temas sociais, econômicos e ambientais, tais como: segurança alimentar, melhoria da nutrição e sistemas sustentáveis de produção. Dentre as metas globais para o ODS 2, a 2.4 está mais diretamente relacionada à agricultura ambientalmente sustentável (IBGE e SEGOV, 2022b):

Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo.

O indicador global para a meta 2.4 é a proporção da área agrícola sob agricultura produtiva e sustentável. No entanto, ainda não há dados oficiais sobre a meta, visto que ainda não foram definidos pelo IBGE a metodologia, fórmula de cálculo e fonte de dados para este

¹⁵ Os ODS foram propostos pela ONU na Agenda 2030, aprovada em 2015. O governo brasileiro aderiu à Agenda 2030, um plano de ação internacional para o alcance de dezessete objetivos, desdobrados em 169 metas (ONU, 2015).

indicador. O Ipea propôs os indicadores a seguir, a serem considerados para adequação pelo IBGE (Quadro 10).

Quadro 10 – ODS 2 - Meta 2.4 - Indicadores propostos pelo GT/Ipea

Indicador	Fontes	Periodicidade
Porcentagem da área agricultável sob agricultura produtiva e sustentável – sistemas agroflorestais e/ou agricultura orgânica	Censo Agropecuário/IBGE	Decenal
Porcentagem da área de propriedades rurais cadastradas e em monitoramento no Cadastro Ambiental Rural (CAR)	Serviço Florestal Brasileiro: CAR	Contínuo
Porcentagem de famílias atendidas por Ater orientada por princípios de agroecologia	Sead/Pnater	Contínuo
Número de novas famílias assentadas em projetos de assentamento ambientalmente diferenciados	Sipra/Incra	Anual
Índice de provimento de assistência técnica aos assentamentos de reforma agrária	Incra	-

Fonte: IPEA (2019)

A meta 2.5 também diz respeito à importante questão da manutenção da biodiversidade nos agroecossistemas (IBGE e SEGOV, 2022b):

Até 2030, manter a diversidade genética de sementes, plantas cultivadas, animais de criação e domesticados e suas respectivas espécies selvagens, inclusive por meio de bancos de sementes e plantas diversificados e bem geridos em nível nacional, regional e internacional, e garantir o acesso e a repartição justa e equitativa dos benefícios decorrentes da utilização dos recursos genéticos e conhecimentos tradicionais associados, como acordado internacionalmente.

Foram definidos dois indicadores para essa meta:

- a) Número de recursos genéticos vegetais e animais para a alimentação e agricultura, protegidos a médio ou longo prazo em instalações de conservação. Este indicador foi produzido pelo IBGE, que definiu como metodologia¹⁶ de cálculo para o indicador o número total de acessos únicos de recursos genéticos de plantas protegidos em instalações de conservação de médio a longo prazo. Um "acesso" é definido como uma amostra de sementes, materiais de plantação ou plantas que são mantidas em um banco de genes, que no Brasil é mantido pela EMBRAPA/Cenargen. O Cenargem detinha em 2020 mais de 230 mil amostras de recursos genéticos.
- b) Proporção de raças locais classificadas em risco de extinção, fora de risco ou com risco desconhecido. Ainda não há definição de metodologia e disponibilização de dados para este indicador por parte do IBGE. O GT coordenado pelo Ipea propôs para esta meta os indicadores a seguir, a serem considerados para adequação pelo IBGE (Quadro 11).

Quadro 11 – Meta 2.5 – Indicadores propostos pelo GT/Ipea

¹⁶ A ficha metodológica com conceitos, definições e fórmula de cálculo empregada está disponível em: [Indicador 2-5-1: Número de recursos genéticos vegetais e animais para a alimentação e agricultura, protegidos a médio ou longo prazo em instalações de conservação \(odsbrasil.gov.br\)](https://odsbrasil.gov.br/indicador/2-5-1). Acesso em 07 fev. 2022.

Indicador	Fontes	Periodicidade
Porcentagem de raças e cultivares locais classificadas como estando em risco ou em risco desconhecido de extinção.	CNCFLORA (Lista Vermelha), ICMBio (espécies ameaçadas)	Quinquenal
Porcentagem da área destinada ao cultivo com sementes comuns (crioulas)	Censo Agropecuário/IBGE	Decenal

Fonte: IPEA, 2019

Portanto, ainda não há definição da metodologia e, conseqüentemente, produção de dados, para a mensuração de diversos indicadores do ODS 2, os quais poderiam contribuir para o melhor acompanhamento e avaliação sobre a efetividade das políticas voltadas para promoção da agricultura sustentável no Brasil.

3. CARACTERIZAÇÃO DA AGROPECUÁRIA NO BRASIL

3.1 Breve perspectiva histórica da agropecuária brasileira

Ao longo de mais de 500 anos de história, desde o período colonial, a abundância de terras do Brasil moldou as escolhas no desenvolvimento da atividade agropecuária. Inicialmente, no período colonial, a ocupação do território brasileiro não se deu por expansão demográfica local, mas por expansão comercial da Europa, particularmente por pressão política exercida sobre Portugal e Espanha pelas demais nações europeias. Durante os primeiros anos, prevaleceu o sistema extrativo do pau-brasil. Em seguida, a colonização agrícola se deu por meio do sistema de *plantation* – baseado no latifúndio, monocultura e mão de obra escrava – com produção voltada para o mercado externo (metrópoles). Paralelamente, desenvolveu-se a produção dos pequenos colonos para a subsistência local (FURTADO, 2005). No período, os colonizadores também se apropriam da prática indígena de queimada de matas (coivara), aplicada em escala multiplicada (BURSZTYN, 1990).

As atividades agropecuárias cresceram lentamente em seus anos iniciais e principalmente na região costeira até o final dos anos 1800. Progressivamente, ganham impulso e escala, em um movimento expansionista, com a incorporação de novas terras, aumento populacional e agregação de mão de obra. No período, o maior desmatamento ocorre na Mata Atlântica (MCNEILL, 1986).

Ao longo do século XX, o processo de ocupação e mudança de uso da terra se estende e se aprofunda para parte do interior brasileiro e para o Sul do país, com os movimentos migratórios vindos da Europa. As políticas que buscavam inicialmente fortalecer a defesa das fronteiras e colonizar o território do País tiveram um impacto duradouro no uso da terra, com altas taxas de desmatamento, especialmente na Amazônia, assim como na Zona da Mata do Nordeste, devido principalmente aos canais introduzidos ainda no período colonial (BURSZTYN, 1990; ANTONIL, 1976). A quantidade de terra dedicada à agricultura aumentou consideravelmente, mas sem incentivos para o aumento da produtividade, até então. A pecuária, particularmente, foi um componente importante desse processo de ocupação territorial, tendo sido largamente utilizada como meio de comprovar o uso efetivo da terra e garantir direitos de propriedade. Além disso, a pecuária foi uma atividade integradora do território, ao conectar espaços com diferentes ciclos produtivos e, ainda, ser uma das primeiras atividades voltadas ao mercado interno (animais de tração e carne) (MCNEILL, 1986; BURSZTYN, 1990).

Paralelamente, continuaram a se desenvolver Sistemas Agrícolas Tradicionais (SATs), com arranjos e técnicas produtivas que, em seu conjunto, se mostraram resilientes e sustentáveis, mas que passaram a ser pressionados pelo avanço da agricultura industrial moderna (EIDT e UDRY, 2019). Tais características contribuíram para formação de um mosaico complexo e diversificado no sistema produtivo brasileiro.

Assim, até o final da década de 1950, a estrutura agrária brasileira não havia sofrido grandes mudanças: a abundância de terra e a capacidade de resiliência e restauração dos recursos naturais foram capazes de suportar, nas primeiras décadas, a sistemática expansionista. Contudo, o avanço da fronteira agrícola, a crescente urbanização e o processo de industrialização, levaram a um aumento de tensão, que se traduziu em altas taxas de desmatamento, degradação do solo e outros impactos ambientais negativos, que passaram a ameaçar a sustentabilidade dos sistemas, principalmente nas regiões mais exploradas (BUAINAIN e GARCIA, 2019).

É importante notar que as questões ambientais só começaram a entrar na agenda de políticas públicas a partir da década de 1960, sendo que apenas em 1973 foi criada a primeira instituição a tratar de temática no nível federal, a Secretaria Especial de Meio Ambiente (Sema), vinculada ao Ministério do Interior. Apenas na década de 1980 foi estabelecida a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81). Até então, não havia propriamente uma política ambiental, mas políticas setoriais que consideravam tangencialmente a questão ambiental, tendo como foco a exploração “racional” dos recursos naturais. Embora o primeiro Código Florestal date de 1934 (Decreto nº 23793/1934)¹⁷, sob a gestão do Ministério da Agricultura, o foco estava na proteção de solos nas APPs, tendo em vista o uso agrícola, e em manutenção de reservas de madeira nas áreas de RL, para uso futuro. Desta forma, sua aplicação para fins de controle do desmatamento era reduzida (MOURA, 2016a; BURSZTYN E BURSZTYN, 2012). Apenas a partir dos anos 1990, com a Constituição Federal (CF) de 1988, houve maior exigência para o cumprimento de suas regras (BENJAMIN, 2014).

Nas décadas de 1960 e 1970, o setor agrícola do País caracterizava-se pela baixa produtividade, de modo que parte substancial do abastecimento interno de alimentos provinha de importações. Em geral, a produtividade era determinada pela fertilidade natural das novas terras e condições climáticas, o que periodicamente levou à escassez de alimentos, particularmente no semiárido do Nordeste (BUAINAIN e GARCIA, 2019).

¹⁷ Substituído pela Lei nº 12.651/2012.

No intuito de reduzir os preços dos alimentos e garantir segurança alimentar à população crescentemente urbana, o governo instituiu políticas para aumentar a produção e a produtividade agrícola, com investimentos em pesquisa e desenvolvimento – cujo marco fundamental foi a criação da Embrapa, em 1973 – extensão rural e crédito rural subsidiado (OLIVEIRA e GASQUES, 2019; CHADDAD, 2016). Produtores rurais também investiram recursos próprios, contribuindo para um rápido desenvolvimento do setor agrícola brasileiro e suas cadeias produtivas associadas (EMBRAPA, 2018; OLIVEIRA e GASQUES, 2019).

O processo de modernização da agricultura brasileira, nos moldes da chamada Revolução Verde, baseou-se em pacote tecnológico que se difundiu rapidamente pelo País – mecanização, uso intensivo de agrotóxicos e fertilizantes, melhoramento genético, monocultura e aumento na escala de produção – o qual aumentou as pressões ambientais negativas que já vinham sendo causadas pelo desmatamento. Porém, como apontam Buainain e Garcia (2019), o modelo tecnológico adotado, baseado em pacote utilizado em países de clima temperado, mostrou-se insustentável.

À medida em que o uso dessas tecnologias se expandiu, também ocorreu uma redução gradual do uso de técnicas tradicionalmente utilizadas na agricultura, como a integração da produção animal e vegetal, o uso de sementes crioulas e o sistema de rotação de culturas. Essa nova fase da agricultura, também chamada de “Segunda Revolução Agrícola”, inaugura um modelo de produção que se expande rapidamente, apoiado não só pelos órgãos governamentais como por organizações mundiais, tais como BID e FAO. Esse modelo passa a ser hegemônico, sobretudo para os grandes produtores, sendo atualmente denominado de agricultura convencional, industrial ou agronegócio (EHLERS, 1996; FRADE, 2000; LIMA *et al*, 2020).

Na visão de Aguiar (1986), o pacote tecnológico beneficiou principalmente os grandes produtores e o complexo agroindustrial a montante – indústrias (inclusive multinacionais) de maquinários, fertilizantes, agrotóxicos e sementes – e a jusante – indústrias processadoras de matérias-primas – do processo produtivo. Os pequenos produtores permaneceram à margem do processo de modernização tecnológica e, mesmo na atualidade, ainda é reduzida a proporção de agricultores familiares que têm acesso aos componentes relativos à modernização da agricultura (GUANZIROLI *et al*, 2020).

O pacote tecnológico também teve consequências para a produção agrícola. A erosão, por exemplo, tornou-se uma grande preocupação para as instituições de pesquisa, que passaram a introduzir, por meio de requisitos para acesso ao crédito rural, práticas que pudessem superar o problema, como o plantio direto e as curvas de nível. Nesse sentido, a adoção de práticas conservacionistas por grandes produtores rurais foi impulsionada como estratégia para evitar

perdas econômicas (PINGALI, 2012; ALBUQUERQUE e SILVA, 2008; BUAINAIN e GARCIA, 2019).

Começam a surgir, paralelamente, alguns movimentos de “agricultura alternativa”, que buscavam resgatar práticas tradicionais e conservacionistas, no intuito de evitar os danos ambientais e na saúde humana que já vinham sendo observados – como visto no item 2.4, que tratou sobre o conceito de agricultura sustentável.

Concomitantemente, as tensões sociais no campo levaram a demandas em relação ao acesso à terra, traduzidas pelo processo de reforma agrária, em andamento até os dias atuais, devido à grande concentração fundiária (CANO, 1998). Em 2017, as pequenas propriedades, que compõem a grande maioria de 89% dos estabelecimentos agropecuários, ocupavam somente 20% da área (IBGE, 2019). Assim, de um lado um grupo reduzido de produtores dinâmicos e com tecnologias avançadas se insere em cadeias globais de valor; e, por outro lado, a grande maioria dos pequenos produtores, permanece marginalizada quanto ao processo de modernização produtiva (BUAINAIN e GARCIA, 2019).

Nesse processo, é importante notar que, com a modernização em andamento em algumas regiões, grandes contingentes da população rural foram deslocados devido à mecanização e concentração de terras, aumentando o processo de urbanização. Em outras regiões, a falta de alternativas e a pobreza rural aceleraram o processo de degradação ambiental. Por exemplo, no Semiárido brasileiro, região que abriga a parcela mais pobre da população do país, em grande parte vinculada a atividades agropastoris, o avanço do desmatamento e da desertificação tem, entre outras causas, o uso de lenha e carvão vegetal como fonte energética (LIMA, 2014; MAGALHÃES, 2016; SÁ e SILVA, 2010).

A partir da década de 1980, ocorre a interiorização da produção para a região central do Brasil. Os cerrados, que eram áreas marginais na produção agrícola, devido à falta de tecnologia adaptada à produção tropical, tornaram-se a principal área de expansão da produção agropecuária brasileira, principalmente na região Centro-Oeste. Como resultado, houve aumento significativo tanto no desmatamento do Cerrado como na área colhida das principais culturas. Posteriormente, na década de 1990, a produção expandiu-se para a região denominada Matopiba, que engloba parte dos estados do Maranhão, do Tocantins, do Piauí e da Bahia (OLIVEIRA e GASQUES, 2019; MONTE, 2019). A partir de 1995, houve também investimentos públicos no intuito de solucionar o problema de pobreza rural, com a implementação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf).

Com a consolidação desse processo, na década de 2010 o Brasil emerge como uma potência agrícola global (BUAINAIN, LANNA e NAVARRO, 2019). O maior impulso se deu

devido ao aumento das exportações, que se tornaram a força motriz do crescimento recente da agricultura brasileira. O setor foi responsável por 43% das exportações em 2021, que atingiram US\$ 120,6 bilhões, novo recorde nacional e um crescimento de cerca de 20% em relação a 2020. O bom desempenho do setor foi impulsionado sobretudo pela recuperação dos preços internacionais dos principais produtos exportados pelo Brasil, que atualmente têm a China como o principal destino comercial. O Brasil é o maior exportador mundial de soja, café e açúcar, o segundo em algodão e o terceiro em milho. Também é o líder em exportação de carne bovina e de frango e o quarto em carne suína. O agronegócio fechou o ano de 2021 com um saldo positivo de US\$ 105,1 bilhões, enquanto os demais setores da economia brasileira terminaram o ano com *déficit* de US\$ 43,8 bilhões (IPEA, 2022).

Contudo, a pauta de exportações do setor ainda é fortemente baseada em *commodities*; o Brasil exporta grãos sem processamento e importa produtos processados, não aproveitando potenciais ganhos sociais e econômicos de agregação de valor aos produtos (EMBRAPA, 2018).

A despeito dos efeitos adversos do clima sobre as safras agrícolas, o setor agropecuário obteve um crescimento de 8,36% em relação a 2020. Em valores monetários, o PIB do Brasil totalizou R\$ 8,7 trilhões em 2021, dos quais aproximadamente R\$ 2,3 trilhões foram oriundos do agronegócio (CEPEA; Esalq/USP, 2022). Assim, o setor agropecuário tem sido uma das atividades econômicas que mais crescem na economia brasileira nas últimas décadas.

3.2 Uso e ocupação do solo no espaço territorial brasileiro

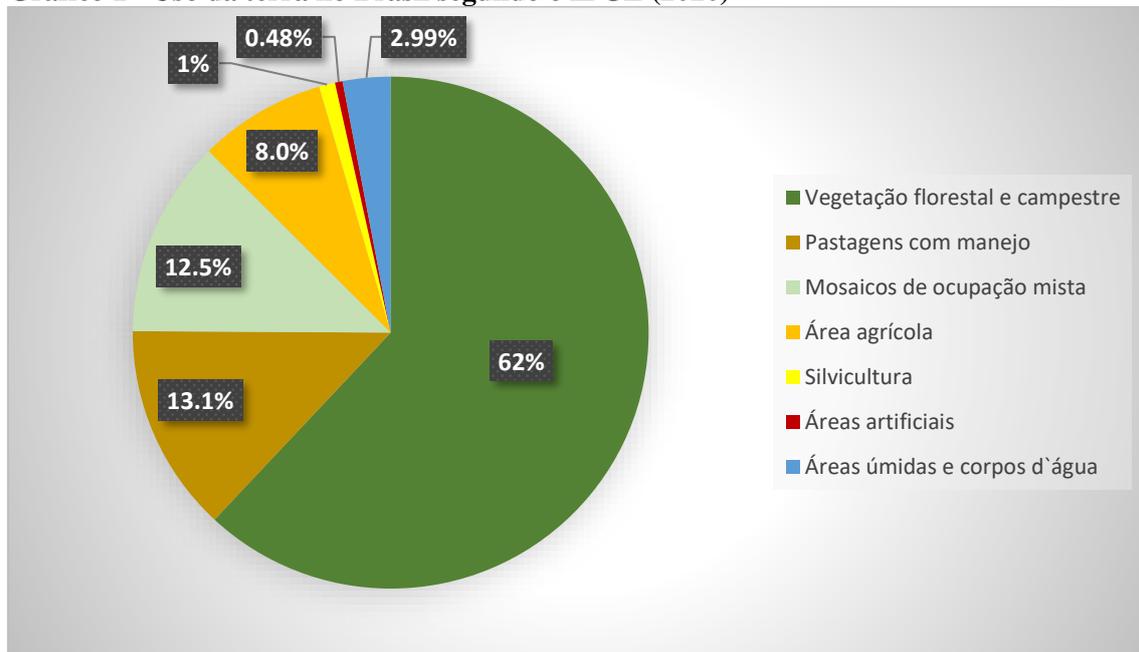
Diversos estudos e sistemas de monitoramento têm contribuído para a melhor compreensão do uso e das mudanças no uso do solo no Brasil, os quais são fundamentais para compreender a dinâmica e as formas de organização do espaço territorial brasileiro. Dentre esses, está o Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil, realizado pelo IBGE, com base na interpretação de imagens de satélite (resolução de 1km²) com edições a cada dois anos. Outra iniciativa nesse sentido é do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil - MapBiomias¹⁸, que monitora o uso e a mudança do uso da terra de todos os biomas brasileiros desde 2015, em séries temporais que se iniciam em imagens de satélite de 1985. A

¹⁸ O MapBiomias é uma iniciativa do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima (SEEG/OC) que conta com a colaboração de diversas organizações (ONGs, universidades e empresas de tecnologia), com dados do Google Earth Engine. Disponível em <https://mapbiomas.org>. Acesso em mar. 2022.

Embrapa Territorial também vem realizando diversos estudos sobre o território brasileiro, com base em dados de geoprocessamento e, desde 2016, analisa os dados do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR). Além disso, os Censos Agropecuários do IBGE trazem dados sobre as terras em uso pelos estabelecimentos agropecuários.

De acordo com o Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil para o período 2018-2020, realizado pelo IBGE (2022a), em 2020, dos 8,51 milhões de km² do território brasileiro, 62% estavam ocupados por áreas com vegetação florestal e campestre (5,34 milhões de km²); 13,1% com pastagens com manejo (1,13 milhões de km²); 12,5% com mosaicos de ocupações em áreas florestais e campestres – áreas de ocupação mista de remanescentes com área agrícola, de pastagem e/ou silvicultura, nas quais não foi possível individualizar os elementos (1,07 milhão km²); 8% com áreas agrícolas (668, 9 mil km²); 1% com silvicultura (86,6 mil km²); 0,48% com áreas artificiais – nas quais estão incluídas áreas descobertas, as áreas voltadas à extração mineral e as áreas urbanas (41,1 mil km²) e 2,99% constituído por áreas úmidas e corpos d'água costeiros (257,9 mil km²) (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Uso da terra no Brasil segundo o IBGE (2020)



Fonte: IBGE (2022a). Elaboração da autora.

O levantamento do IBGE (2022a) indica que entre 2018 e 2020 as atividades agrícolas e de silvicultura avançaram principalmente sobre áreas de pastagem e, em menor escala, sobre áreas de vegetação nativa, representadas pelas vegetações florestais e campestres. Além disso, observou-se o avanço de mosaicos sobre áreas de vegetação nativa (indicando fragmentação

desses ambientes), assim como o aumento das pastagens sobre mosaicos e sobre a vegetação nativa (indicando perda de remanescentes de ambientes naturais).

Considerando-se a série histórica completa, entre 2000 e 2020 a área agrícola aumentou em 230 mil km², enquanto a vegetação natural diminuiu em 513 mil km². As áreas que têm mostrado maior intensidade na dinâmica de mudanças são as bordas da Amazônia, a região do Matopiba, o sul do Rio Grande do Sul e o trecho que engloba o Oeste Paulista e o leste do Mato Grosso do Sul e de Goiás (IBGE, 2022).

Já de acordo com dados do MapBiomas (2022), em 2020 as florestas representavam 60% do território brasileiro e outras formas de vegetação nativa (campos, pantanal, apicum e afloramentos rochosos) ocupavam 7% do uso da terra. O uso agropecuário da terra – que considera florestas plantadas (silvicultura), pastagens e mosaico de agricultura e pastagens – correspondia a 30% do uso da terra no Brasil. Destaca-se a área ocupada pelas pastagens, que respondem por 18% do uso agropecuário. Observa-se que uma área extensa do uso agropecuário (5%) também é dedicada para mosaicos de agricultura e pastagem – áreas onde não foi possível individualizar os elementos, provável também a ocorrência de práticas de integração lavoura-pecuária ou rotação de culturas entre lavoura e pastagens (Tabela 2).

Tabela 2 – Uso da terra no Brasil segundo o MapBiomas (2020)

Uso da terra	Área (ha)	%
1. Florestas nativas	507.711.836	60%
2. Formação natural não florestal	55.932.942	7%
3. Agropecuário	263.045.118	30%
3.1 Florestas plantadas (silvicultura)	7.496.069	1%
3.2 Pastagem	154.487.336	18%
3.3 Agricultura	55.719.443	6%
3.4 Mosaico agricultura/pastagem	45.342.270	5%
4. Área não vegetada	5.889.213	1%
5. Água	16.774.659	2%
Total	849.353.768	100%

Obs.: Florestas nativas incluem: formação florestal; formação savânica, mangue e restinga arborizada. Formações de vegetação natural não florestal incluem: campo alagado e área pantanosa; formação campestre; apicum; afloramento rochoso e outras formações não florestais.

Fonte: MapBiomas (2022). Elaboração da autora.

Segundo a Embrapa Territorial (2021), com base em dados de geoprocessamento, na análise de cerca de 6 milhões de imóveis rurais registrados no CAR até fevereiro de 2021 (4,6 milhões de Km²) e nos dados dos estabelecimentos agropecuários levantados pelo Censo Agropecuário do IBGE de 2017 e não registrados no CAR, a área ocupada pelo uso agrossilvopastoril (lavouras, pastagens e silvicultura) equivale a 30,2% do território brasileiro.

As áreas preservadas representam 66,3% do território, sendo que 33,2% são de vegetação preservada nos imóveis rurais (incluindo reservas legais e APPs). Os 3,5% restantes são de uso para áreas urbanas e infraestrutura (Tabela 3).

Tabela 3– Uso do solo no Brasil segundo a Embrapa Territorial (2021)

Uso do solo		Área (Km ²)	Participação (%)	Total (%)
Uso Agrossilvipastoril	Lavouras	663.807	7,8	30,2
	Pastagens	1.804.193	21,2	
	Silvicultura (florestas plantadas)	102.124	1,2	
Áreas preservadas	Áreas preservadas em imóveis rurais*	2.828.588	33,2	66,3
	UCs de conservação integral	799.973	9,4	
	Terras indígenas	1.174.428	13,8	
	Vegetação nativa em áreas militares e terras devolutas	839.370	9,9	
Áreas urbanas e infraestrutura	-	297.893	3,5	3,5
Total Brasil	-	8.570.346	100%	100%

*Sendo 26,7% de vegetação nativa mapeada nos imóveis rurais do CAR até fev/2021 e 6,5% de vegetação nativa declarada nos estabelecimentos do Censo Agropecuário 2017 do IBGE, sem registro no CAR.

Fonte: Embrapa Territorial (2021). Elaboração da autora.

Portanto, apesar da diferença entre as metodologias empregadas, bem como em relação ao período de apuração dos dados, os estudos do IBGE, MapBiomias e Embrapa Territorial sobre o uso do solo no Brasil mostram resultados próximos, quanto à proporção dos agregados de uso agropecuário e de cobertura natural florestal e não florestal no espaço territorial brasileiro, conforme Tabela 4.

Tabela 4– Uso da terra no Brasil segundo o IBGE, MapBiomias e Embrapa Territorial

Uso da terra	IBGE (2020)	MapBiomias (2020)	Embrapa Territorial (2021)
1. Áreas com vegetação natural florestal e não florestal	63%	67%	66,3%
2. Área de uso agropecuário (inclui silvicultura e uso misto)	33,6%	30%	30,2%
3. Área não vegetada (inclui corpos hídricos, área urbana, infraestrutura e outros)	3,4%	3%	3,5%

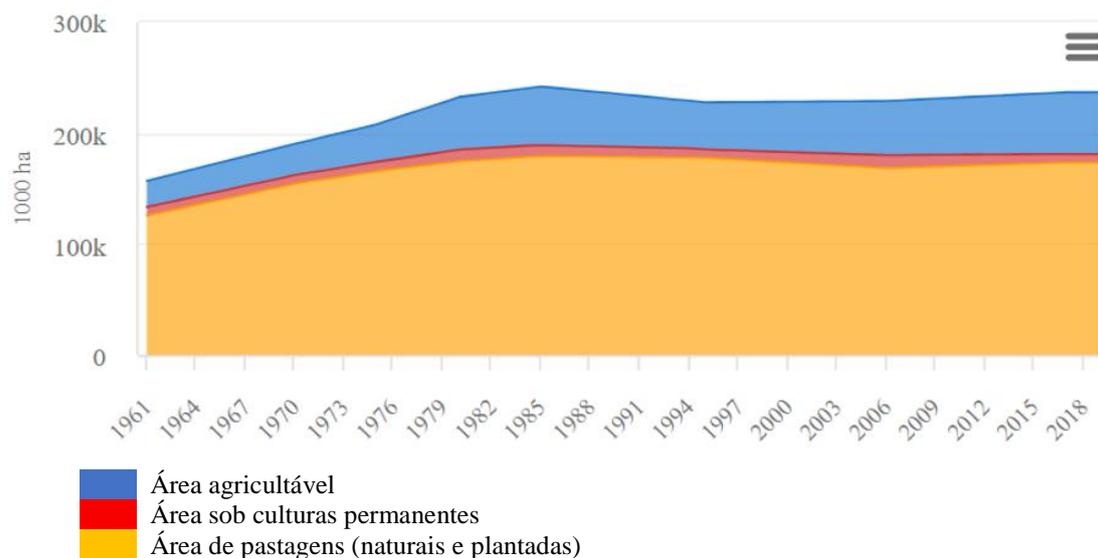
Fonte: IBGE (2022a), MapBiomias (2022) e Embrapa Territorial (2021)

É importante notar, contudo, que esses dados se referem ao Brasil como um todo – as proporções de áreas preservadas variam muito quando se trata da distribuição por biomas, conforme apresentado no item 4.1, que traz dados sobre o desmatamento nos biomas brasileiros.

3.3 Área de uso agropecuário

No que se refere mais especificamente à dinâmica da área de uso agropecuário, de acordo com dados da FAO¹⁹, no período de 1961 a 2019 a área agricultável no Brasil passou de 23,6 milhões de ha para 55,7 milhões de ha, um crescimento de 136% no período de 58 anos. A área com cultivos permanentes se mostrou estável, com pequena redução no mesmo período, quando passou de 7,8 milhões de ha para 7,7 milhões de ha. Já a área de pastagens era de 125,5 milhões de ha em 1961 e aumenta até 1985, quando chega a 179,1 milhões de ha. A partir daí, começa a decrescer e chega a 173,3 milhões de ha em 2019. O crescimento total das pastagens no período 1961-2019 ficou em cerca de 43% (Gráfico 2).

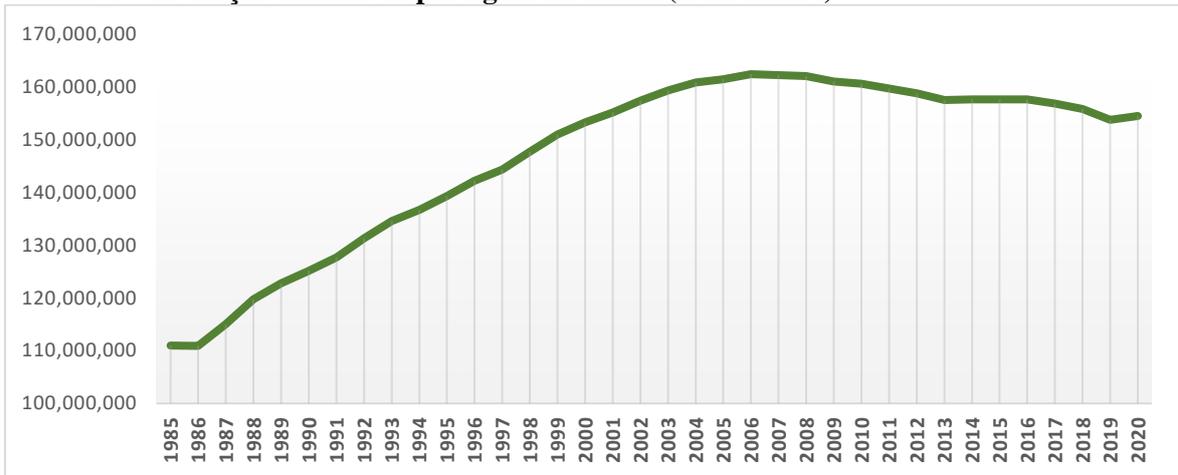
Gráfico 2 - Área agricultável, sob culturas permanentes e de pastagens no Brasil (1961-2019)



Obs.: A área agricultável inclui a área de cultivos temporários e permanentes, pastagens naturais e plantadas e pode incluir áreas periodicamente deixadas em pousio ou usadas como pastagem temporária.
Fonte: FAO (2022)

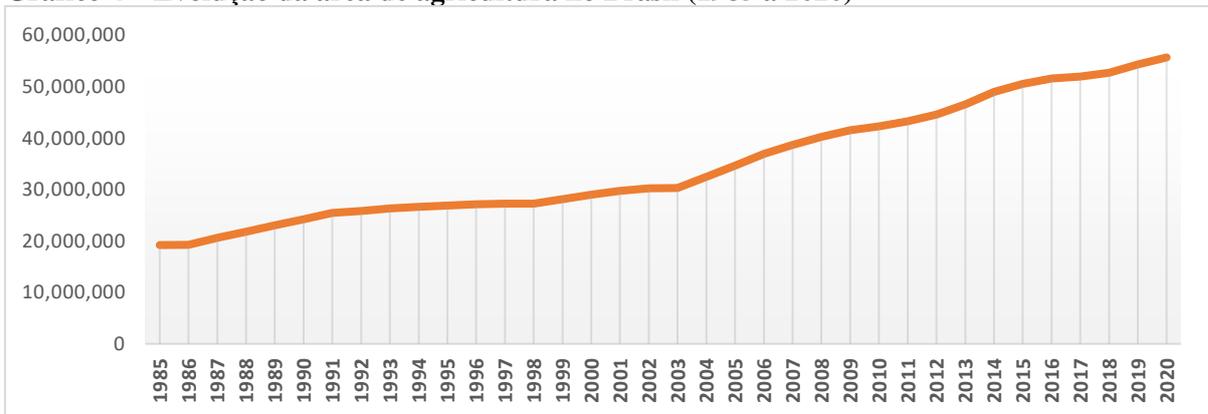
Os dados do MapBiomias mostram que a área de pastagens passou de 111 a 154,4 milhões de ha entre 1985 a 2020, um aumento de 43,4 milhões de ha, equivalente a 39%. Observa-se que a área começa a decrescer a partir de 2008, com leve crescimento entre 2019 a 2020 (Gráfico 3).

¹⁹ A FAO, por meio da plataforma FAOSTAT fornece dados alimentares e agrícolas para mais de 245 países, desde 1961 até o ano mais recente disponível. Até a data consultada estavam disponíveis os dados até 2019. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/>. Acesso em 05 maio 2022.

Gráfico 3 – Evolução da área de pastagens no Brasil (1985 a 2020)

Fonte: MapBiomias (2022). Elaboração da autora.

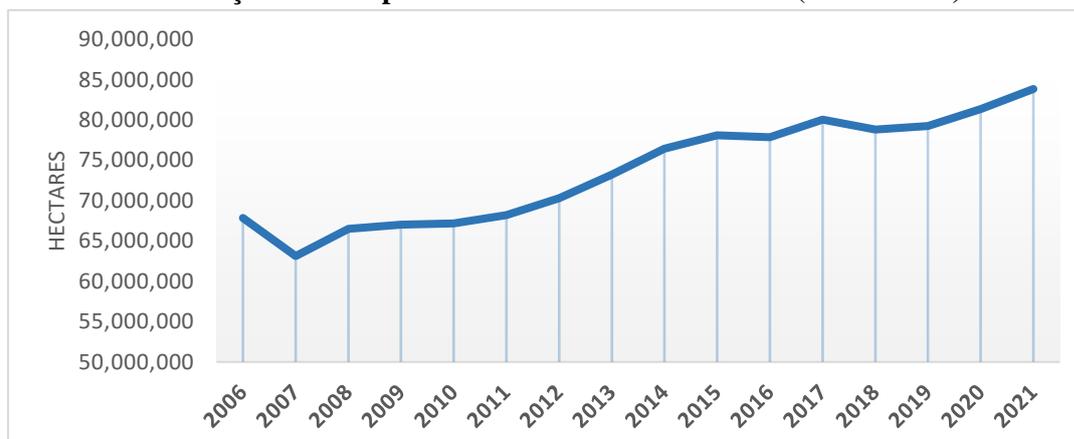
Já a área de agricultura (lavouras temporárias e permanentes) teve um crescimento contínuo no País no período 1985 a 2020: passou de 19,2 milhões de ha para 55,7 milhões de ha, um aumento de 36,6 milhões de ha, equivalente a 190%. Parte da expansão dessa área, seria devido à conversão do uso de pastagens para lavoura (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Evolução da área de agricultura no Brasil (1985 a 2020)

Obs.: A área de agricultura inclui lavouras temporárias e perenes.

Fonte: MapBiomias (2022). Elaboração da autora.

A evolução da área plantada ou destinada à colheita, nas lavouras temporárias e permanentes, pode ser vista por meio dos dados da pesquisa de Produção Agrícola Municipal (PAM) do IBGE (2022b), que mostram um aumento de 23,5% no período 2006 a 2021, quando a área passa de 67,8 milhões de ha para 83,8 milhões de ha (Gráfico 5).

Gráfico 5 – Evolução da área plantada ou destinada à colheita (2006 a 2021)

Obs.: O mês de referência é dezembro para todos os anos.

Fonte: PAM (IBGE, 2022b). Elaboração da autora.

No que se refere à produção animal, verifica-se um aumento do efetivo dos rebanhos de diversas espécies no Brasil. De acordo com a Pesquisa Pecuária Municipal (PPM), do IBGE (2021), o rebanho bovino chegou a 218,1 milhões de cabeças em 2020. O efetivo suíno era de 41,1 milhões, enquanto o rebanho de galináceos chegou à marca de 1,4 bilhão de cabeças. O rebanho de bubalinos também vem ganhando espaço, principalmente no Norte do país, com um efetivo de 1,5 milhão de cabeças em 2020. Os demais rebanhos compreendem a produção de ovinos, codornas, caprinos e equinos (Tabela 5).

Tabela 5 - Produção de rebanhos no Brasil (2020)

Tipo	Número de cabeças
Galináceos	1.479.363.352
Bovinos (bois e vacas)	218.150.298
Suínos	41.124.233
Ovinos (ovelhas e carneiros)	20.628.699
Codornas	16.512.169
Caprinos (bodes e cabras)	12.101.298
Equinos (cavalos)	5.962.126
Bubalinos (búfalos)	1.502.482

Fonte: Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM (IBGE, 2021)

Comparação internacional

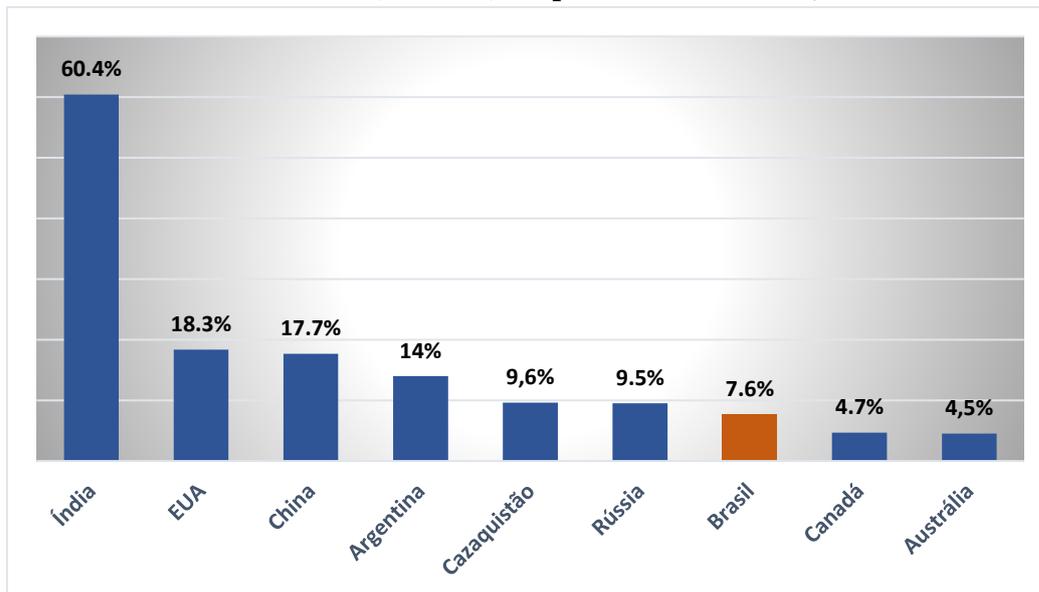
De acordo com dados do *GFSAD30 Project*²⁰ para 2017, considerando-se apenas a área agrícola (lavouras temporárias e permanentes), o Brasil é o 5º maior produtor mundial em extensão, respondendo por cerca de 3,42% da área cultivada no planeta, atrás de Índia (9,6%),

²⁰ O estudo resulta do *Global Food Security Analysis-Support Data at 30 Meters (GFSAD30) Project*, realizado por um conjunto de instituições, entre as quais: FAO, NASA, USGS, University of Wisconsin, Duke University e Google, que tem por objetivo mapear, com resolução de 30 metros, as áreas de produção agrícola no mundo.

Estados Unidos (8,96%), China (8,82%) e Rússia (8,32%). A maior parte dos países utiliza entre 20% a 30% de seus territórios com agricultura, enquanto os países da UE usam entre 45% a 65% (USGS, 2018).

No que se refere à proporção das áreas cultivadas em relação à área total de países de área comparável ao Brasil (mais de 2,5 milhões de Km² de extensão territorial), o Brasil se situa entre os que menos utiliza terras para cultivo, observando-se que Canadá e Austrália possuem amplas áreas inaptas para a agricultura por razões climáticas (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Áreas cultivadas (lavouras) em países com mais de 2,5 milhões de km²



Fonte: USGS (2018)

É preciso considerar, porém, que no Brasil uma grande proporção das áreas cobertas por vegetação nativa se encontra no bioma Amazônia, cujas terras não podem ser consideradas exatamente como aptas à agricultura, devido à baixa fertilidade natural dos seus solos – apenas 14% possuem razoável a boa fertilidade natural (BUENO *et al*, 2019). Assim, o desmatamento para uso da terra nessas áreas, no modelo de agricultura atual, poderia causar desertificação em curto prazo, com consequências climáticas danosas, tanto para a agricultura brasileira como a nível mundial.

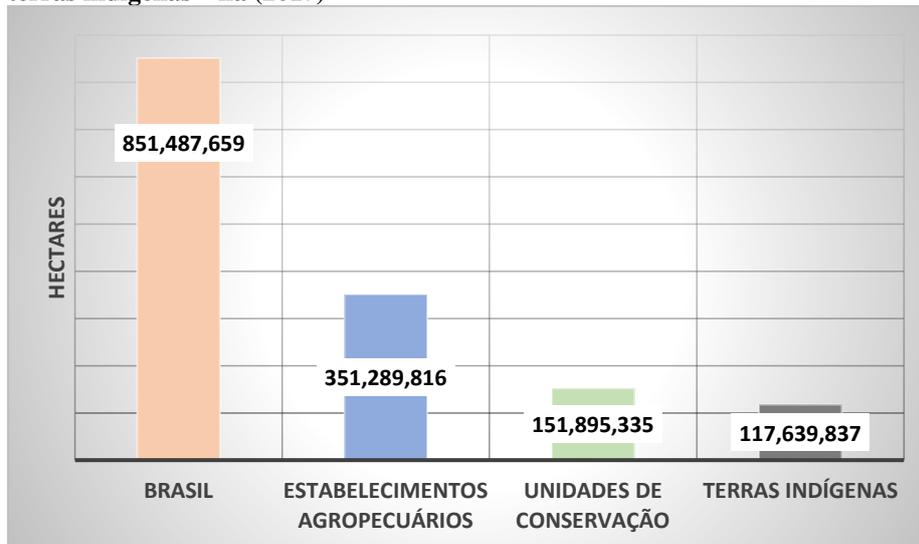
3.4 Caracterização do espaço rural nos Censos Agropecuários

De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, cerca de 5 milhões estabelecimentos agropecuários²¹ ocupavam 351,2 milhões de ha, uma área correspondente a cerca de 41% dos

²¹ Unidade econômica de produção agropecuária sob administração única, incluídos os produtores sem área, os produtores que exploram áreas próximas distintas como sendo um único estabelecimento e os produtores que

851,4 milhões de ha que compõem o território nacional. Observa-se que a área dos estabelecimentos agropecuários não corresponde à área de produção agropecuária (pastagens e lavouras) visto que parte dessa área é dedicada às APPs, RL, edificações e outros usos nas propriedades rurais. As Unidades de Conservação (de proteção integral e de uso sustentável) e as Terras Indígenas ocupavam, respectivamente, 151,8 milhões de ha e 117,6 milhões de ha, conforme o Gráfico 7 (IBGE, 2017).

Gráfico 7 – Área territorial do Brasil, de estabelecimentos agropecuários, de unidades de conservação e de terras indígenas – ha (2017)

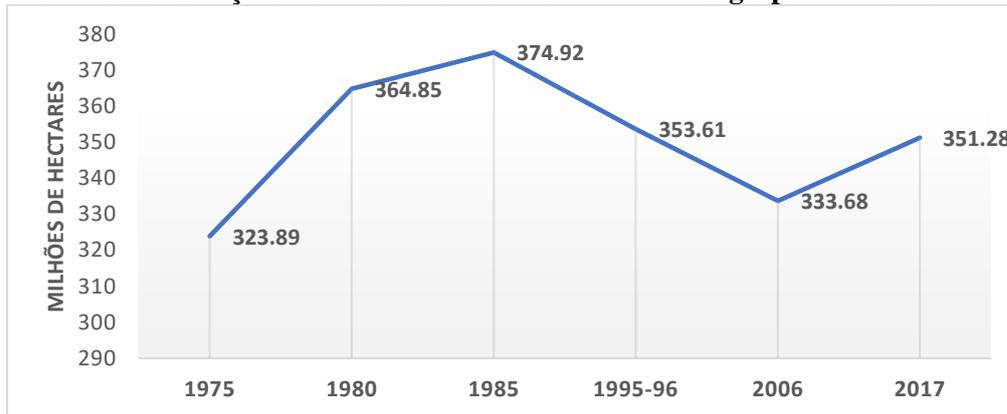


Nota: As áreas excluem as sobreposições. As Unidades de Conservação incluem as oficialmente demarcadas, segundo o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC).

Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

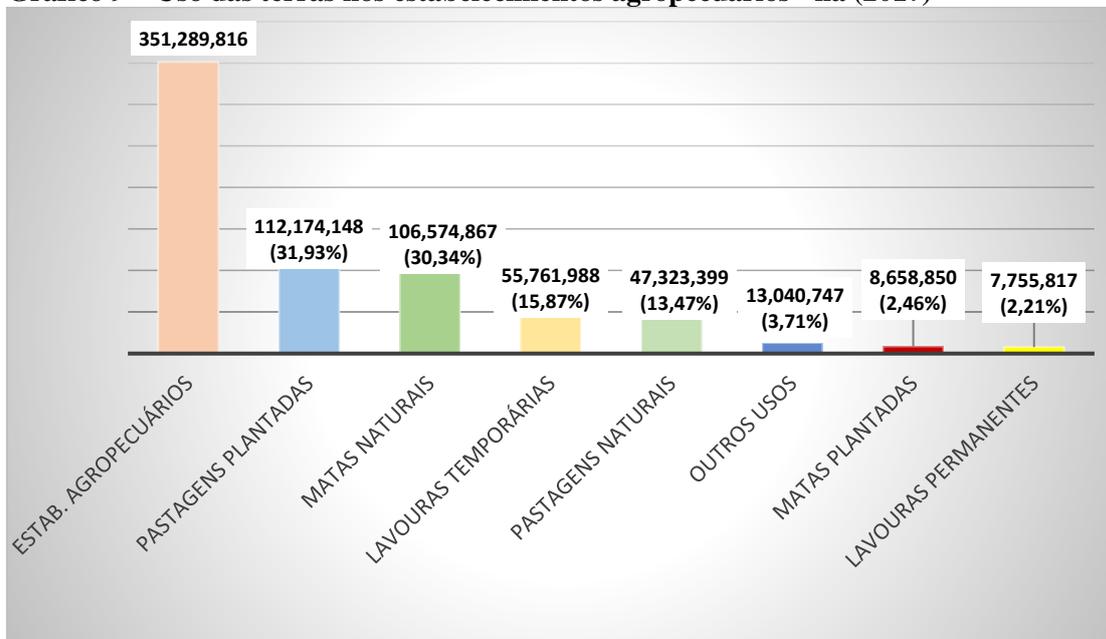
A área total dos estabelecimentos agropecuários aumentou entre os Censos Agropecuários de 2006 e 2017 – uma expansão de 17,6 milhões de hectares (5,8%). Históricos dos censos anteriores mostram que este crescimento não tem sido contínuo, mas com períodos de retração da área dos estabelecimentos (Gráfico 8). Uma possível causa para a redução de área entre 1995-96 e 2006 foi a criação de novas Unidades de Conservação Ambiental (crescimento de 19,09% de área) e demarcação de terras indígenas (crescimento de 128,2%) no período, totalizando mais de 60 milhões de hectares (IBGE, 2009).

exploram terras de imóveis rurais na forma de arrendamento, parceria, ou aquelas simplesmente ocupadas (IBGE, 2019).

Gráfico 8 – Evolução da área total dos estabelecimentos agropecuários no Brasil (1975/2017)

Fonte: Censos Agropecuários 1975/2017, IBGE. Elaboração da autora.

Quanto à distribuição da área total dos estabelecimentos agropecuários (351,2 milhões de ha) em grandes grupos, segundo o uso, observa-se que as pastagens plantadas somadas às naturais ocupam 45,4% da área, as matas naturais e plantadas somam 32,8% do uso, enquanto as lavouras temporárias e permanentes correspondem, em conjunto, à 18,08% da área dos estabelecimentos (Gráfico 9). Em relação ao Censo Agropecuário anterior, de 2006, observou-se um aumento de 12% na área de matas naturais e de 83% na área de matas plantadas. Ao mesmo tempo, a área de lavouras permanentes reduziu-se em 34%.

Gráfico 9 – Uso das terras nos estabelecimentos agropecuários - ha (2017)

Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

Nota: **Lavouras temporárias** – cultivo de flores, viveiros de mudas, estufas de plantas e casas de vegetação e forrageiras para corte. **Pastagens plantadas** – em más condições (por manejo inadequado ou por falta de conservação), e em boas condições ou em processo de recuperação. **Matas e/ou florestas naturais** – destinadas à preservação permanente ou reserva legal, matas e/ou florestas naturais e áreas florestais também usadas para lavouras e pastoreio de animais.

A Tabela 6 traz a distribuição do uso das terras nos estabelecimentos agropecuários, ressaltando-se o uso agropecuário (70%), as áreas preservadas com matas naturais (26%) e outros usos (4%).

Tabela 6 – Uso das terras nos estabelecimentos agropecuários (2017)

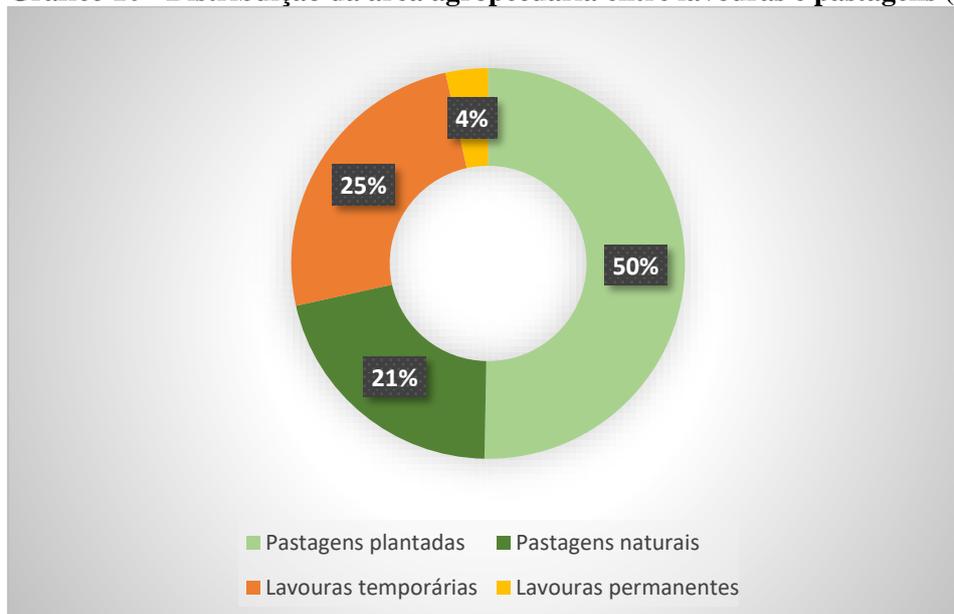
Uso da terra		Área (ha)	Participação (%)
Uso Agropecuário	Lavouras (temporárias e permanentes)	63.517.805	18
	Pastagens (naturais e plantadas)	159.497.547	45
	Sistemas agroflorestais (SAFs)	13.863.254	4
	Matas plantadas (silvicultura)	8.658.850	3
	Subtotal uso agropecuário	245.537.456	70
Matas Naturais	Matas naturais em APP e RL	74.961.830	21
	Matas naturais	17.749.783	5
	Subtotal áreas preservadas	92.711.613	26
Outros usos*	-	13.040.947	4
Total	-	351.289.816	100

*Construções, benfeitorias, corpos d'água e outros.

Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora

O Gráfico 10 traz a distribuição da área de uso agropecuário entre lavouras e pastagens.

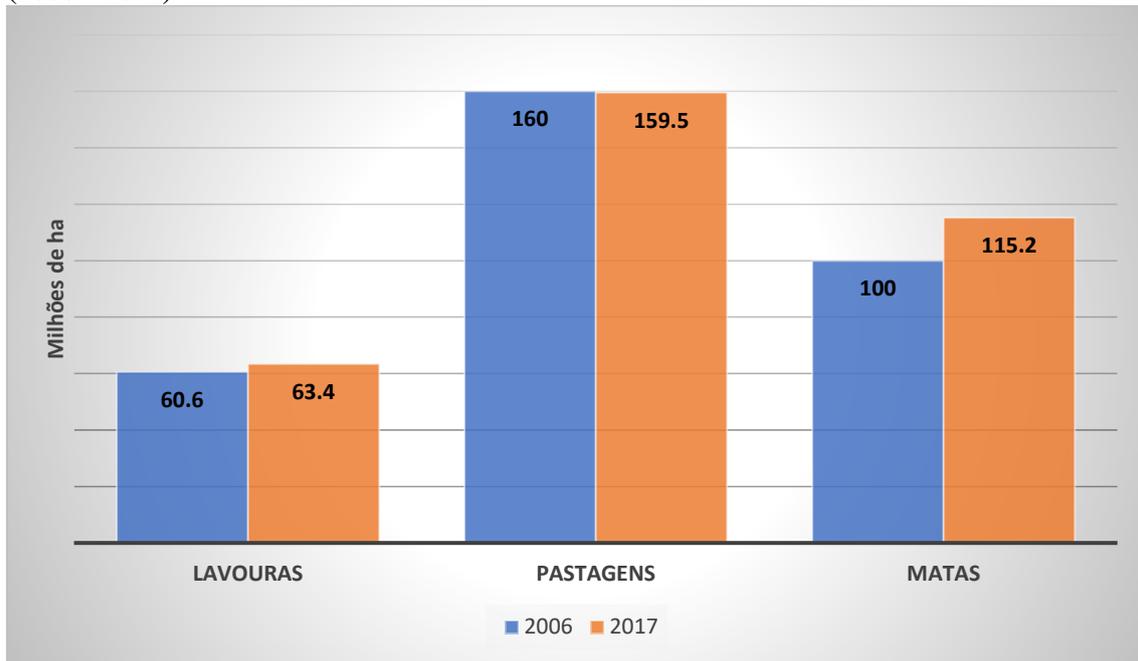
Gráfico 10 - Distribuição da área agropecuária entre lavouras e pastagens (2017)



Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

A comparação entre os Censos Agropecuários 2006 e 2017 mostra que a área de lavouras (temporárias e permanentes) aumentou no período (2,8 milhões de ha), enquanto a de pastagens (naturais e plantadas) permanece praticamente estável. Já a área de matas (naturais e plantadas) aumenta em cerca de 15,2 milhões de ha (Gráfico 11).

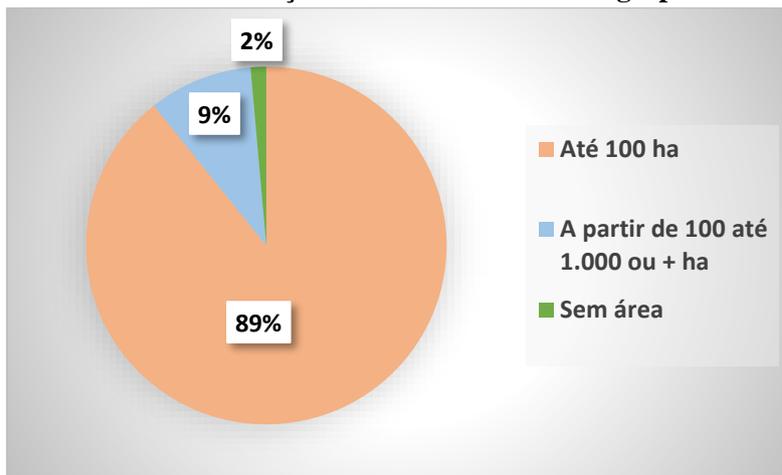
Gráfico 11 – Uso da terra nos estabelecimentos agropecuários: lavouras, pastagens e matas (2006 e 2017)



Fonte: Fonte: IBGE (2006 e 2017). Elaboração da autora.

No que se refere à distribuição fundiária, considerando-se o total de estabelecimentos agropecuários (5.073.324), as pequenas propriedades, com até 100 ha, correspondem a cerca de 89%, enquanto os estabelecimentos a partir de 100 ha ou mais representam apenas 9% do total. Estabelecimentos sem área²² correspondem a 2% (Gráfico 12).

Gráfico 12 – Distribuição dos estabelecimentos agropecuários em grandes grupos de área (2017)

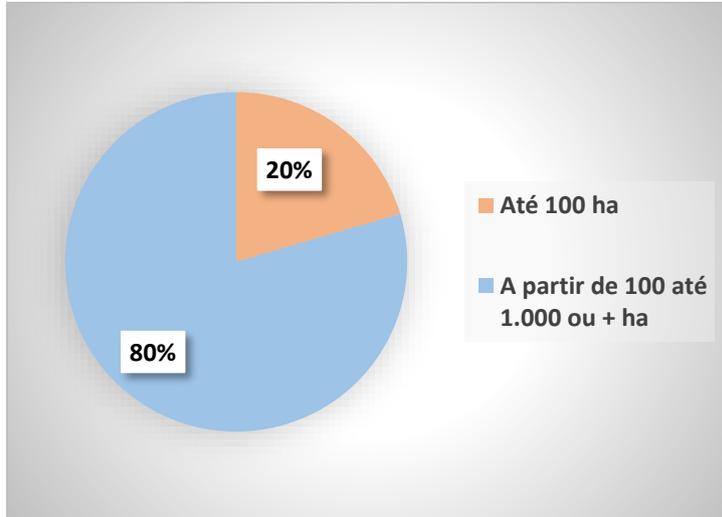


Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

²² Formados por produtores que são empregados ou moradores em estabelecimentos agropecuários, não detêm a posse da terra, mas praticam atividades como: apicultura, extrativismo e criação de animais em beira de estradas (IBGE, 2019).

Na distribuição da área total ocupada pelos estabelecimentos (351.289.816 ha) as pequenas propriedades (até 100 ha) utilizam apenas 20% da área, enquanto as maiores (100 ha ou mais) ocupam 80% da área total (Gráfico 13).

Gráfico 13 – Área total dos estabelecimentos agropecuários em grandes grupos (2017)



Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

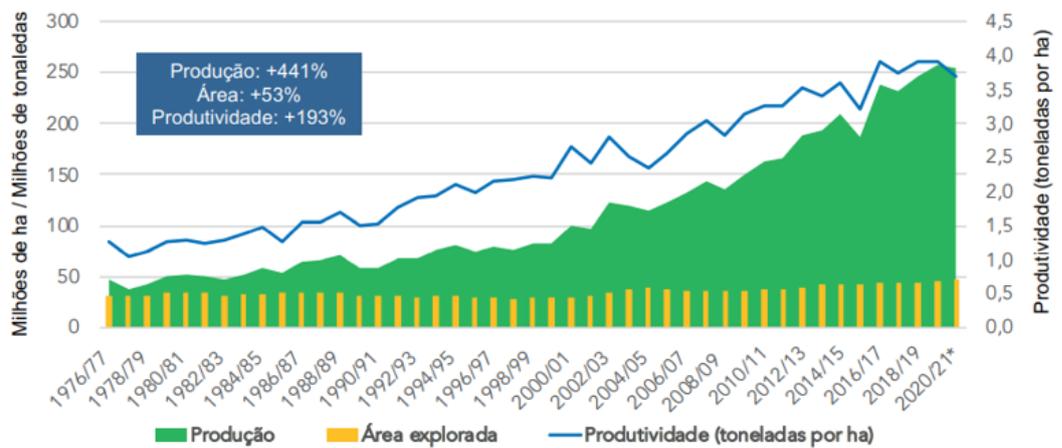
Portanto, observa-se uma grande concentração fundiária no País, visto que as pequenas propriedades, que compõem a grande maioria de 89% dos estabelecimentos agropecuários, ocupam somente 20% da área, enquanto as maiores, que representam apenas 9% do total, ocupam 80% da área destinada aos estabelecimentos agropecuários. Esta concentração se reflete também na produção: estima-se que os 10% dos estabelecimentos agropecuários mais ricos são responsáveis por 85% do valor bruto da produção, enquanto os 90% dos estabelecimentos mais pobres respondem por apenas 15% da produção (MONTES, 2019).

3.5 Intensificação da produção agropecuária

Nos últimos anos, a partir da década de 1990, o País vem fazendo uma transição de práticas agrícolas que dependem principalmente da expansão da área para práticas mais intensivas e eficientes tecnologicamente, com ganhos significativos de produção e produtividade (OLIVEIRA e GASQUES, 2019). A intensificação da produção agropecuária vem ocorrendo tanto com maior produtividade (quantidade produzida por unidade de área) quanto devido a maior frequência no uso da terra ao longo do tempo. São exemplos desse processo o aumento do número de animais por área na pecuária e o plantio de mais de um cultivo no mesmo ano e local.

Como se observa no Gráfico 14, a produção brasileira de grãos passou de 46,9 milhões de toneladas para cerca de 250 milhões de toneladas entre os anos agrícolas de 1976-1977 e 2020-2021, o que representou um aumento de 441% na produção. No mesmo período, a área cultivada passou de 37,3 milhões para cerca de 57 milhões de ha – uma expansão de 53%. Desta forma, evidencia-se a intensificação na produção, com aumento da produtividade por área de 193% na produção de grãos. A prática de duas safras anuais (safra de verão e a “safrinha”), em particular para a soja e o milho, foi um dos fatores que contribuíram para o aumento da produtividade (TELLES e RIGHETTO, 2019).

Gráfico 14 – Evolução da produção brasileira de grãos (1976/77 a 2020/21)



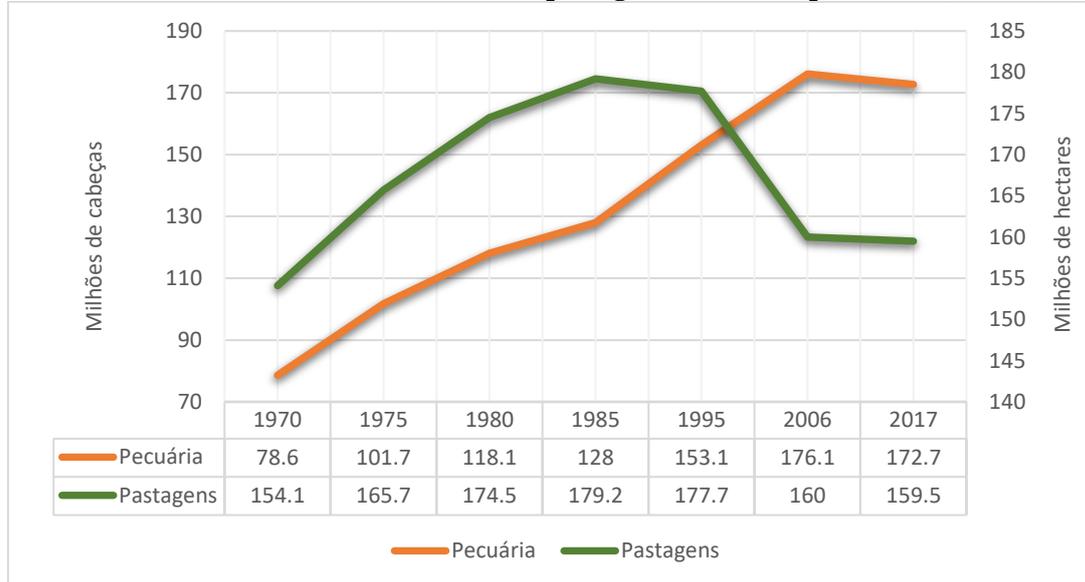
Fonte: MAPA (2021c)

Em termos agregados, enquanto a produção aumentou cerca de 4,5 vezes, a utilização de insumos avançou pouco mais de 15%, o que pode ser explicado pela evolução da produtividade total dos fatores (PTF), que cresceu quase quatro vezes entre 1975 e 2015. No mesmo período, os avanços tecnológicos foram responsáveis por 59% do crescimento do valor bruto da produção agrícola, enquanto o trabalho respondeu por 25% e a terra por 16% (GASQUES *et al*, 2017). Segundo Barros *et al* (2020), o agregado da produção agropecuária (considerando-se grãos, produtos da pecuária e hortifrutícolas) cresceu 132% de 2001 a 2019. Qualquer que seja o fator de produção avaliado (mão de obra, terra ou capital), observou-se forte incremento em suas produtividades (EMBRAPA, 2018).

No que se refere à pecuária, o Gráfico 15 mostra, com base nos dados dos Censos Agropecuários, que a partir de 1985 a área de pastagens (naturais e plantadas) começa a decrescer, enquanto o efetivo bovino continua a aumentar. O efetivo bovino passa de 78,6 milhões de cabeças em 1970 para 172,7 milhões de cabeças em 2017 – um aumento de 120%.

Já a área de pastagens, passa de 154,1 milhões de ha para 159,5 milhões de ha no mesmo período – um crescimento de 3,5%.

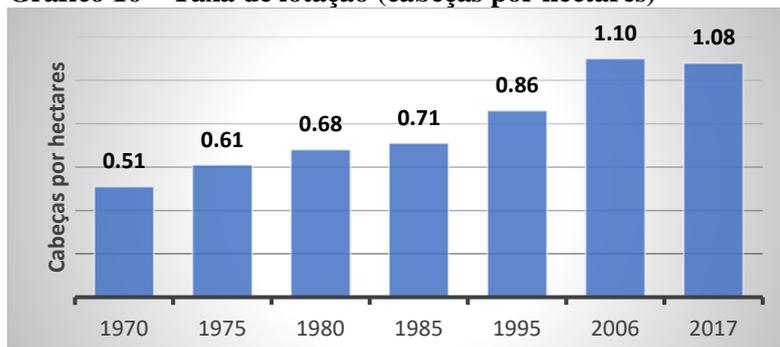
Gráfico 15 – Efetivo bovino versus área de pastagens naturais e plantadas (1970-2017)



Fonte: Censos Agropecuários (IBGE). Elaboração da autora.

Assim, embora a pecuária tenha sido responsável por intenso desmatamento no passado e ainda esteja avançando em novas áreas no Centro-Oeste e na floresta amazônica, observa-se que a área total tende a se estabilizar ou regredir, com a substituição de antigas pastagens pelo cultivo de lavouras. A taxa de lotação (cabeças por hectares) também evoluiu no período entre 1970 e 2017, embora de forma lenta e com retrocessos entre 2006 e 2017 (Gráfico 16). Calcula-se que densidade de estocagem de pastagens brasileiras aumentou cerca de 45% durante o período 1990-2012 (LAPOLA *et al*, 2014). No entanto, taxa de 1,08/ha, alcançada em 2017, ainda é considerada bastante aquém do desejável para uma boa produtividade. A baixa intensividade da pecuária brasileira se deveria, sobretudo, ao baixo custo do sistema extensivo convencional (FERRAZ e FELÍCIO, 2010).

Gráfico 16 – Taxa de lotação (cabeças por hectares)



Fonte: Censos Agropecuários (IBGE). Elaboração da autora.

Além da baixa intensividade, outro problema da pecuária de corte no Brasil, com repercussões tanto na baixa produtividade quanto no meio ambiente, está na grande extensão de áreas de degradação nas pastagens. De acordo com estudo coordenado por Ferreira Júnior (2020), quase metade (49%) das pastagens brasileiras (cerca de 81,4 milhões de hectares) apresentavam sinais de degradação, de leve a severa, em 2018. A qualidade das pastagens impacta diretamente a produção bovina, uma vez que o gado brasileiro é predominantemente alimentado com capim. Assim, as pastagens representam mais de 95 % da demanda alimentar, uma vez que apenas 5 milhões de animais de um rebanho de cerca de 200 milhões de cabeças estão confinados por 2 a 3 meses (ANUALPEC, 2017).

Kichel *et al.* (2014) demonstraram que a produtividade de carne em pastagens degradadas está em torno de 30 kg/ha ao ano, enquanto, em uma pastagem recuperada por sistemas de integração lavoura-pecuária pode ser obtido um valor de produção de 450 kg/ha ao ano.

A inovação tecnológica, apoiada pela Embrapa e outras instituições de pesquisas brasileiras, é vista como um dos principais fatores a impulsionar o aumento da produtividade e a intensificação da agricultura no país. Alguns elementos tecnológicos geralmente empregados em conjunto para aumentar a produção, são: melhoramento genético de cultivares, adaptadas a condições diversas; melhoria do manejo dos solos tropicais; a mecanização agrícola; o controle mais eficiente de pragas e doenças; adubação mais eficiente; armazenamento adequado de grãos e integração entre a produção animal e vegetal. Além disso, como dito, algumas áreas de lavouras estão produzindo até três safras sucessivas anuais. Na pecuária, o melhor desempenho se deveu às melhorias em genética, nutrição, qualidade das pastagens e inovações em gestão (EMBRAPA, 2018; VIEIRA FILHO e FISHLOW, 2017).

A tecnologia estaria, assim, contribuindo para reduzir o uso extensivo da terra na produção agrícola e pecuária no Brasil. Ao longo do período 1990-2015 observou-se o chamado “efeito poupa-terra”, com o aumento da produtividade tanto na agricultura quanto na pecuária. Um total de 366 milhões de ha teriam sido poupados devido ao maior investimento tecnológico nos dois setores – 41,4 milhões de ha na agricultura e 324,7 milhões de ha na pecuária (VIEIRA FILHO, 2018).

Apesar dos avanços alcançados, Féres e Ferreira (2020) ao analisarem a eficiência técnica (relação entre a produção observada e a produção ideal) e a eficiência do uso da terra (quantidade máxima que pode ser potencialmente produzida com o insumo terra) no País observaram que ainda há um baixo desempenho da agropecuária brasileira. A eficiência técnica

ficou em 0,74 – o que significa que o Brasil produz cerca de 26% a menos do que poderia produzir com a quantidade de insumos que utiliza. Já a ineficiência no uso da terra foi estimada em apenas 0,30. Ou seja, o país poderia reduzir em 70% a quantidade de terra utilizada em suas atividades agrícolas para os níveis atuais de produção.

A tendência à maior concentração fundiária no país – aumento de 17,08 milhões de ha nos estabelecimentos com mais de 1 mil ha entre os Censos Agropecuários 2006 e 2017 – também pode estar relacionada a maior ineficiência do uso da terra. Nas grandes propriedades, a abundância de terra geraria poucos incentivos para a adoção de tecnologias poupadoras do insumo terra, o que ocorre, sobretudo onde a terra tem um custo mais baixo, como na região Norte do Brasil (FÉRES e FERREIRA, 2020). Nesse sentido, Lapola *et al* (2014) argumentam que o aumento da desigualdade na propriedade da terra também contribuiu para a migração rural-urbana, tendo como efeito secundário a expansão das áreas urbanas.

Observa-se, portanto, que a agropecuária brasileira cresceu, inicialmente, em um grande movimento expansionista, com incorporação progressiva de novas terras e consequente desmatamento e, a partir da década de 1990, vem aumentando sua produção por meio de práticas mais intensivas e eficientes tecnologicamente. No entanto, essa produtividade crescente da agropecuária brasileira nos últimos anos não apresentou um aumento homogêneo, criando grandes diferenças entre as regiões brasileiras e, ainda, entre pequenos e grandes produtores (SAATH e FACHINELLO, 2018). Além disso, essa intensificação nem sempre tem sido sustentável, tal como discutido anteriormente, no item 2.4.

4. IMPACTOS AMBIENTAIS DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA NO BRASIL

Os sistemas naturais (ecossistemas) e os sistemas produtivos (agropecuários) estão intimamente relacionados e interagem continuamente. Daí decorre uma forte relação de reciprocidade entre os impactos da atividade agropecuária no meio ambiente e os impactos que a degradação ambiental pode causar na produção rural. Em outras palavras, a agricultura, por suas próprias características produtivas, afeta significativamente o meio ambiente (principalmente quando comparada à condição da vegetação natural) e os próprios ativos e insumos dos quais depende para seus resultados e sucesso (PRETTY, 2008; SAMBUICHI *et al.*, 2012; BUAINAIN e GARCIA, 2019).

É importante notar que, a atividade agrícola pode impactar não apenas os sistemas locais, mas, cumulativamente, contribui para afetar o planeta como um todo. Nesse sentido, em 2009, cientistas identificaram os sistemas geobiofísicos planetários que, em conjunto, respondem pela estabilidade observada no planeta Terra (ROCKSTRÖM *et al.*, 2009). Foram quantificados os limites seguros para nove limites ou fronteiras planetárias: mudança climática; diminuição da camada de ozônio; mudanças do solo; consumo de água doce; ciclo biogeoquímico do nitrogênio e do fósforo; biodiversidade; aerossóis; poluição química e acidificação oceânica. Contudo, esses limites já estão sendo ultrapassados em quatro dessas fronteiras – mudanças climáticas, mudança do solo (desmatamento), perda de biodiversidade e fluxo biogeoquímico²³. Observa-se, portanto, que a integridade e estabilidade de diversos desses sistemas está relacionada à atividade agropecuária.

Os recursos naturais – tais como as florestas, os corpos hídricos e a fauna nativa – prestam serviços ecossistêmicos úteis às atividades agrícolas, que se constituem em benefícios ambientais que podem ser obtidos, direta ou indiretamente, por meio dos ecossistemas que ajudam a preservar e regenerar a vida (IPEA, 2019). Ou seja, os serviços ecossistêmicos são bens e serviços que o ser humano obtém a partir do funcionamento ecológico dos ecossistemas (SILVERTOWN, 2015). Dentre esses serviços, estão o controle biológico de pragas, a decomposição de resíduos orgânicos, a regulação climática e o suporte das matas nativas (que protegem os solos contra a erosão) e as fontes hídricas, insumo imprescindível para a agricultura (COSTANZA *et al.*, 1997). A polinização é outro serviço essencial para a agricultura: mais de 70 % das culturas são beneficiadas pela visitação por animais que fazem esse trabalho (KLEIN

²³ Disponível em: <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries/the-nine-planetary-boundaries.html>. Consultado em julho/2023.

et al., 2007). Seu valor econômico foi estimado em US\$12 bilhões/ano para o Brasil, considerando-se apenas culturas com maior grau de dependência desse serviço (GIANNINI *et al.* 2015).

Um dos fatores que condiciona a prática da agricultura industrial moderna é a escala de produção, que demanda grandes áreas de cultivo com monoculturas. As tecnologias utilizadas para atender estes sistemas produtivos baseiam-se na mecanização intensiva, fertilizantes químicos, sementes geneticamente modificadas e agrotóxicos. Contudo, este modelo produtivo pode afetar negativamente o meio ambiente devido ao uso excessivo de recursos naturais como insumos ou depósito de dejetos poluentes, gerando uma série de externalidades negativas, as quais podem ser agrupadas nos seguintes fatores: (1) desmatamento; (2) degradação do solo; (3) queimadas; (4) degradação dos recursos hídricos; (5) contaminação por agrotóxicos e fertilizantes; (6) perda de biodiversidade e impacto de Organismos Geneticamente Modificados (OGMs); e (7) emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE).

A seguir, apresenta-se análise sobre a ocorrência desses fatores no Brasil. Embora, para efeitos de clareza, tais fatores estejam sendo tratado separadamente, sabe-se que eles estão intrinsecamente interligados e atuam sinergicamente. Isto é, as mudanças em um destes fatores, como o desmatamento, causa impacto nos demais, como na biodiversidade e na disponibilidade hídrica.

4.1 Desmatamento

A expansão da área de agricultura e pecuária tem sido considerada como um dos principais vetores que elevam as taxas de desmatamento no Brasil e convertem ecossistemas naturais em áreas para cultivo ou áreas posteriormente degradadas. De fato, até recentemente o País exibiu as maiores taxas absolutas mundiais de desmatamento de florestas tropicais, convertidas, em grande parte, em pastagens de gado de baixa produtividade, o que indicava a pecuária como o uso predominante de terras após o desmatamento. Essa relação ficou especialmente evidente no final da década de 1990, quando o aumento na área de lavouras e no rebanho bovino coincidia com altas taxas de desmatamento na Amazônia e na região do Cerrado (LAPOLA *et al.*, 2014).

Como visto, historicamente vastas áreas de vegetação nativa foram desmatadas para atender ao setor agropecuário no Brasil. Evidências recentes sugerem, no entanto, que a relação entre a demanda de produtos pecuários e a conversão de terras vem se alterando desde meados

dos anos 2000. Silva *et al.* (2021) demonstraram que no período de 1986 a 1988 o aumento de cerca de 5% na produção de carne bovina estava correlacionado com o aumento de 3% na área de pastagem. A partir de 2006, o aumento na produção pecuária não causou expansão da área de pastagem, que se estabilizou em cerca de 180 milhões de hectares, enquanto a produção pecuária continuou a crescer. Assim, o estudo indica uma aparente dissociação da relação entre a produção de carne bovina e o desmatamento no País.

Dias *et al* (2016) realizaram uma investigação dos padrões históricos de uso da terra agrícola (1940-2012) e produtividade (1990-2012) no Brasil usando dados espaciais de alta resolução (aproximadamente 1 km²) e concluíram que, embora a agricultura brasileira tenha sido historicamente conhecida por sua extensão sobre a vegetação natural (principalmente Amazônia e Cerrado), dados dos últimos anos indicavam que a extensificação desacelerou e foi substituída por uma forte tendência de intensificação.

Entre os fatores que explicam o desacoplamento do desmatamento em relação à produção agropecuária, estão: (1) a intensificação da agricultura brasileira, acima das médias mundiais, embora ainda continue ineficiente em algumas regiões do País; (2) criação ou consolidação de áreas protegidas (UCs e áreas indígenas); (3) combate ao desmatamento ilegal, com diversas medidas implementadas, como o monitoramento por satélite pelo PRODES/INPE e o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), adotado em 2004; (4) barreiras de crédito impostas pelo governo federal, principalmente aos municípios no Bioma Amazônia; (5) medidas tomadas pela agroindústria para cumprir exigências do mercado de exportação, principalmente europeu, que vem pressionando o setor a atender às normas ambientais (LAPOLA *et al*, 2014; BUAINAIN e GARCIA, 2019).

No bioma Amazônia, destaca-se, também, a contribuição da chamada Moratória da Soja, compromisso firmado com o setor privado em 2006 que vedou que as empresas associadas ao processamento e exportação de soja adquirissem soja de áreas desmatadas após 22 de julho de 2008, que tenham sido embargadas pelo Ibama e a Moratória da Carne, acordo firmado pelos principais produtores de carne e redes de supermercados para não mais abater e vender carne de animais de áreas desmatadas ilegalmente da Amazônia (IBAMA, 2022).

Estudos apontam, ainda, para o papel da especulação imobiliária e da grilagem de terras no desmatamento na Amazônia, que seria utilizado no intuito de garantir a posse da terra. As pastagens seriam um meio para facilitar a conversão de uso da terra, levando a altos níveis de abandono das áreas desmatadas. Por essa razão, as políticas que tratam da questão fundiária também são importantes para a redução do desmatamento. Assim, o desmatamento na região

vem sendo considerado um fenômeno multifatorial, causado não apenas pela atividade agropecuária, mas também por expansão imobiliária, exploração madeireira e outros (ARIMA *et al.*, 2014).

A nível mundial, na comparação feita por Hansen *et al* (2013) com dados de geoprocessamento, o Brasil foi o país que apresentou o maior declínio na perda anual de florestas, considerando-se o período entre 2000 a 2012. No entanto, observa-se que, ainda que as taxas de desmatamento tenham sido bastante reduzidas a partir de 2005, em 2013 voltaram a crescer, embora de forma menos acelerada, na Amazônia e em outros biomas (Gráfico x). As tendências recentes indicam, portanto, que a ligação entre a expansão agrícola e o desmatamento enfraqueceu-se ao invés de desaparecer completamente. Calcula-se que o País continua incorporando cerca de 1 milhão de hectares de áreas de vegetação nativa ao sistema de produção agropecuária a cada ano (EMBRAPA, 2018).

Nesse sentido, deve-se distinguir o desmatamento legal (conversão de áreas autorizada pelos órgãos ambientais competentes) do desmatamento ilegal, a ser combatido. Persiste, no entanto, a dificuldade em se identificar os dois tipos de desmatamento pelos meios de monitoramento praticados. Por esse motivo, o MMA busca, desde 2018, sistematizar as informações sobre as áreas autorizadas de supressão vegetativa no País (Portaria Nº 373/2018).

De forma geral, cresce o reconhecimento de que o avanço do desmatamento ameaça a sustentabilidade da própria produção agropecuária, uma vez que impacta os recursos hídricos, causa erosões, afeta a disponibilidade de polinizadores e pode desencadear variabilidade climática, alteração de regime de chuvas e outros eventos climáticos que afetam negativamente a produção. Portanto, a agropecuária sustentável tem como pressuposto a inexistência de desmatamento ilegal (em áreas de vegetação nativa protegidas pelo Código Florestal) e o baixo desmatamento total da área do estabelecimento rural (LOPES, LOWERY e PEROBA, 2016; LAWRENCE; VANDECAR, 2015).

Cobertura vegetal e área de uso agropecuário no Brasil

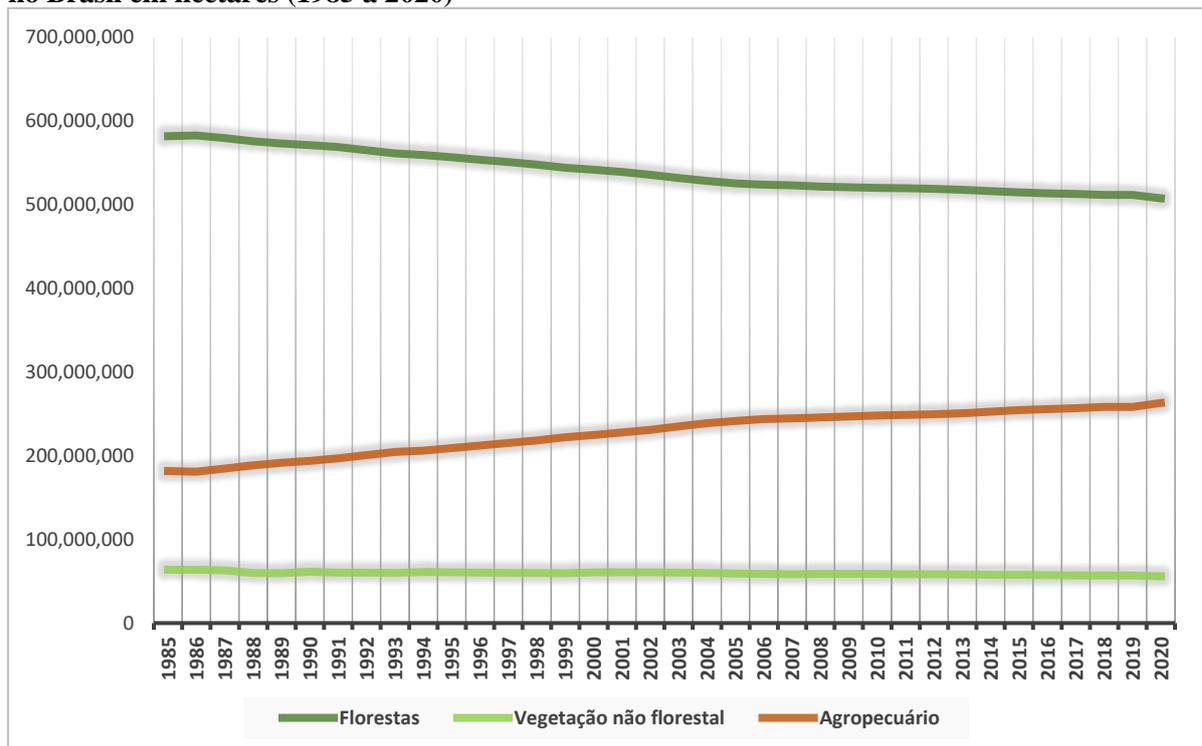
De acordo com o MapBiomas, de 1985 a 2020, a área de florestas no Brasil (naturais e plantadas) teve uma perda de 12,7%, enquanto a área de formações naturais não florestais reduziu-se em 12,2%. Já a área de uso agropecuário aumentou em 44,6% (Tabela 7 e Gráfico 17).

Tabela 7 – Variação das classes de uso florestas, formação natural não florestal e uso agropecuário no Brasil (1985 a 2020)

Classe de uso	1985 (área em ha)	2020 (área em ha)	Variação (%)
Florestas	582 milhões	507,7 milhões	↓ 12,7%
Formação natural não florestal	63,7 milhões	55,9 milhões	↓ 12,2%
Agropecuário	181,8 milhões	263 milhões	↑ 44,6%

Fonte: Fonte: MapBiomias (2021). Elaboração da autora.

Gráfico 17 – Evolução das áreas de florestas, vegetação natural não florestal e uso agropecuário no Brasil em hectares (1985 a 2020)



Obs.: As áreas de florestas incluem florestas naturais e plantadas. Formações de vegetação natural não florestal incluem: (1) campo alagado e área pantanosa; (2) formação campestre; (3) apicum; (4) afloramento rochoso e (5) outras formações não florestais.

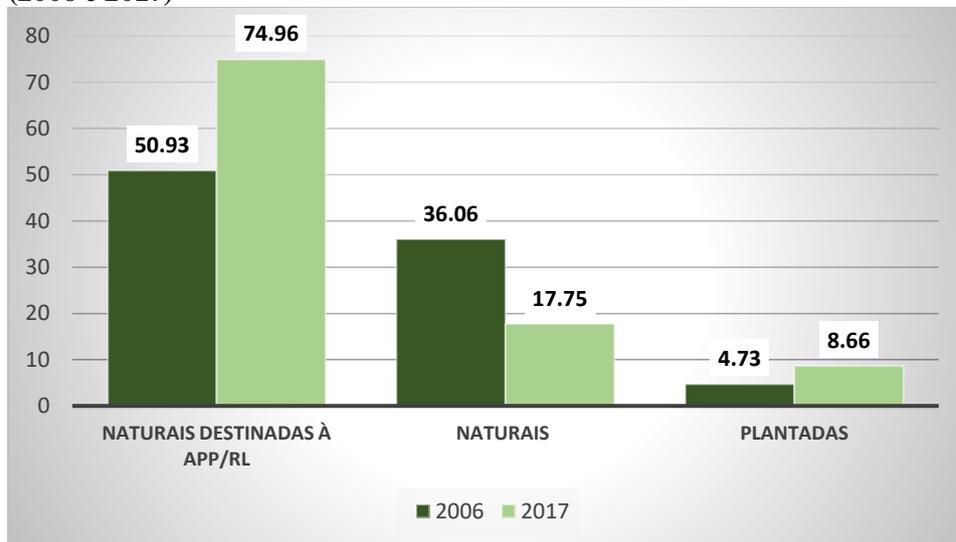
Fonte: MapBiomias (2021). Elaboração da autora.

Desmatamento nos Censos Agropecuários

A comparação entre os dois últimos Censos Agropecuários (2006 e 2017), mostra que as áreas de matas e florestas naturais nos estabelecimentos agropecuários destinadas à preservação permanente (APP) ou à reserva legal (RL) aumentaram em 47%, indicando que os agricultores realizaram reflorestamento nas áreas exigidas pelo Código Florestal. As áreas destinadas às florestas plantadas também aumentaram em 83%. Já outras áreas de matas e florestas naturais tiveram um decréscimo de 51% (Gráfico 19). Em 2017, as matas naturais

somadas às plantadas constituíam 101,3 milhões de ha, cerca de 30% da área total dos estabelecimentos agropecuários.

Gráfico 18 – Áreas de matas e florestas naturais e plantadas nos Censos Agropecuários (2006 e 2017)



Obs.: **Matas ou florestas naturais destinadas à APP ou RL** – corresponde às áreas utilizadas como reserva mínima ou para proteção ambiental. **Matas ou florestas naturais** (extrativismo ou manejo florestal sustentável) – corresponde às áreas cobertas por matas utilizadas para a extração vegetal e às florestas naturais não plantadas, utilizadas ou não para o pastoreio de animais. Não foram consideradas nesta categoria as APP e as áreas em SAF. **Florestas plantadas** – corresponde às áreas cobertas por matas e florestas plantadas com espécies florestais, nativas ou exóticas, utilizadas para a produção de madeiras e seus derivados, proteção ambiental ou, ainda, para fins biológicos (IBGE, 2019).

Fonte: IBGE (2006 e 2017). Elaboração da autora.

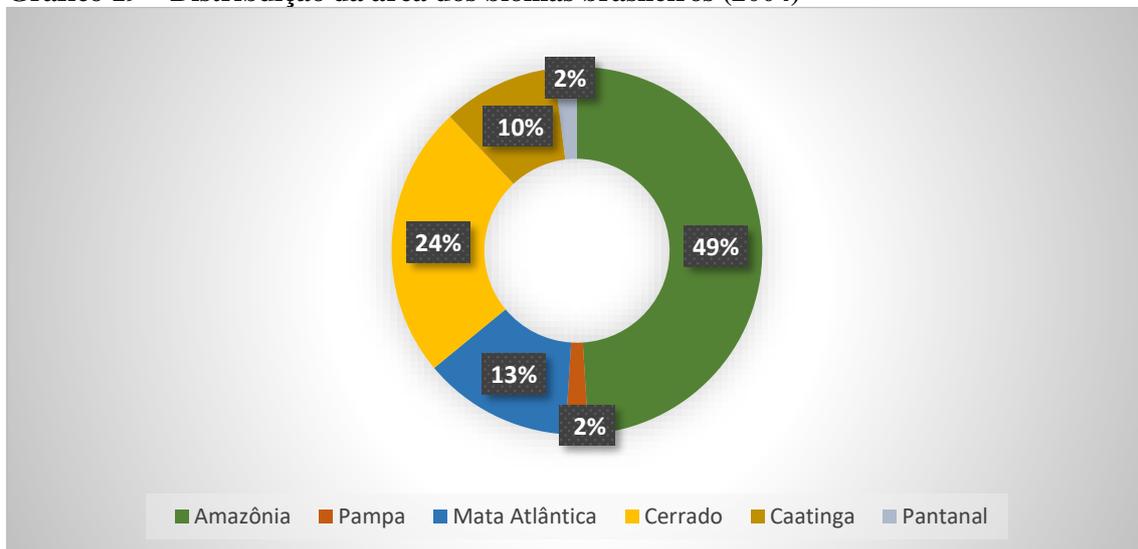
Como visto (item 3.4) no período 1985 a 2006 a área total dos estabelecimentos agropecuários retrocedeu. Entretanto, no mesmo período as taxas de desmatamento continuaram a crescer no país. Por exemplo, na Amazônia, o pico do desmatamento ocorreu em 2004, reduzindo-se a partir de 2005, quando a área dos estabelecimentos agropecuários volta a crescer. Esses números também apontam para uma aparente dissociação entre o aumento do desmatamento e a expansão da área agrícola no período.

Expansão do desmatamento e da área de uso agropecuário nos biomas brasileiros

Os biomas brasileiros delimitam vastos territórios e podem conter diversos ecossistemas, com variados tipos de vegetação, em função do solo, topografia e outros fatores. Por exemplo, formações florestais, ocorrem em todos os biomas brasileiros, mesmo no Pampa e no Pantanal. O Gráfico 19 traz a distribuição da área ocupada pelos biomas brasileiros, de acordo com o IBGE (2004), mostrando a predominância do bioma Amazônia, com 4.196.946 km², em quase 50% do território. Em seguida está o Cerrado, com 2.036.448 km² (24%); Mata

Atlântica, com 1.110.182 km² (13%); Caatinga, com 844.453 km² (10%); Pampa, com 176.496 km² (2%) e Pantanal, com 150.355 km² (2%).

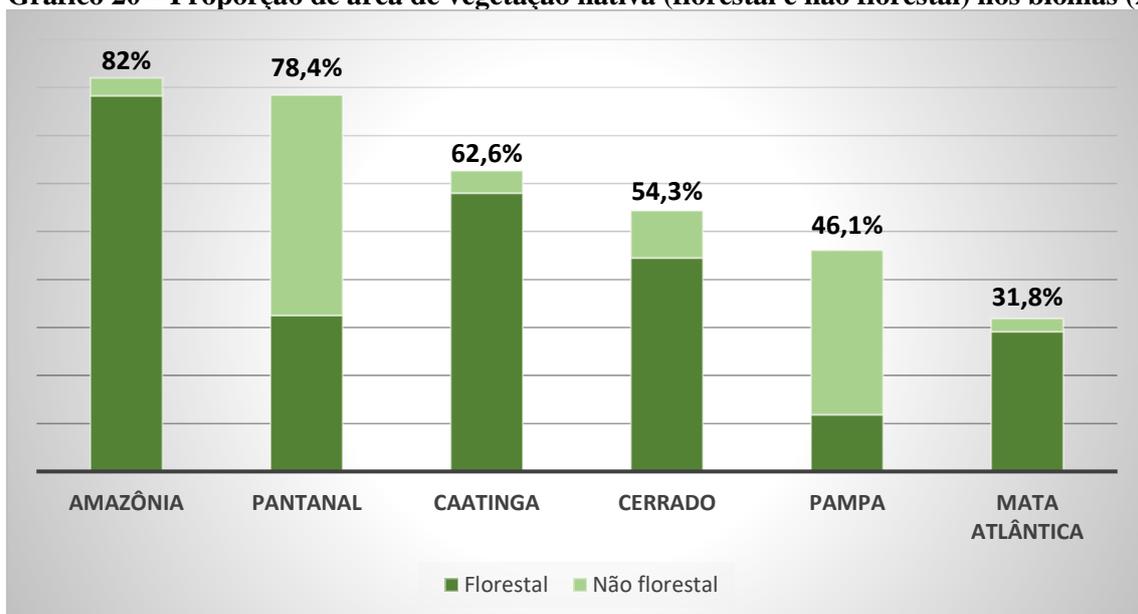
Gráfico 19 – Distribuição da área dos biomas brasileiros (2004)



Fonte: IBGE (2004). Elaboração da autora.

A seguir, são apresentados dados sobre as áreas de vegetação nativa (florestal e não florestal) remanescente em cada bioma, com dados do MapBiomas (2021). O Gráfico 20 demonstra que a Amazônia é o bioma mais preservado, com 82% de vegetação nativa, enquanto a Mata Atlântica é o mais ameaçado, com 31,8% de área de vegetação nativa.

Gráfico 20 – Proporção de área de vegetação nativa (florestal e não florestal) nos biomas (2020)



Fonte: Mapbiomas (2021). Elaborado pela autora.

Obs.: A Formação florestal inclui: floresta, formação savânica, mangue e restinga arborizada. Formação natural não florestal inclui: campo alagado e área pantanosa, formação campestre, apicum, afloramento rochoso e outras formações não florestais.

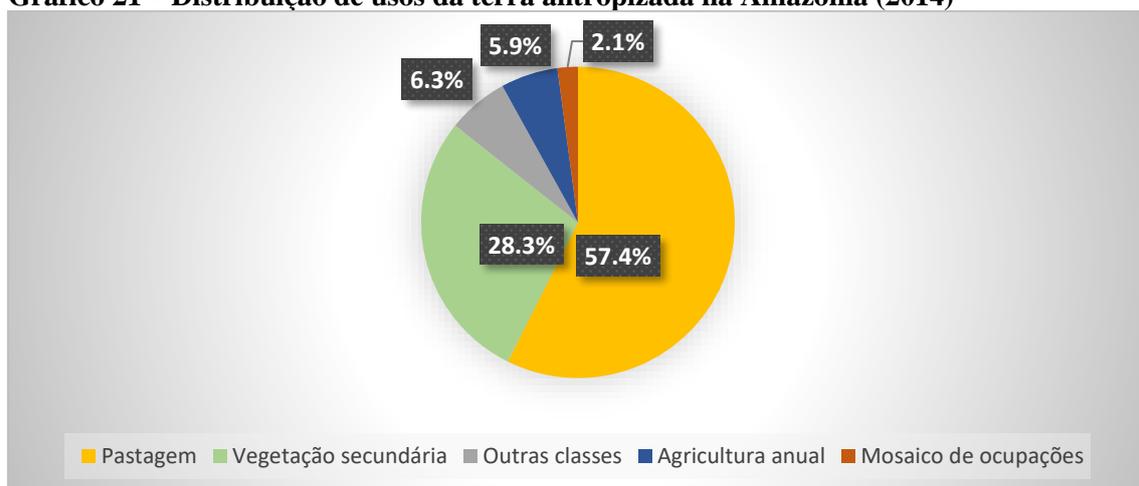
Bioma Amazônia

No Brasil, o bioma Amazônia ocupa 4,2 milhões de km², metade do território nacional, abrangendo nove estados da região denominada de Amazônia Legal. Cerca de 53% desse território, isto é, 2.197.485 km², se constituem em Áreas Protegidas, incluindo Unidades de Conservação, Terras Indígenas e Remanescentes de Quilombo (IBAMA, 2022; IMAZON/ISA, 2011).

A produção agrícola na Amazônia é limitada devido à baixa fertilidade natural dos seus solos – apenas 14% da área é ocupada por solos de razoável a boa fertilidade agrícola natural, sendo os 86% restantes formado por solos de baixa fertilidade, que demandam uso intensivo de insumos (BUENO *et al*, 2019).

A maior parte do uso da terra nas áreas desmatadas está voltado para a produção pecuária extensiva. De acordo com dados do projeto TerraClass²⁴ (2016) sobre os usos da terra antropizada para a região, predominam as pastagens em 57,4% da área total utilizada, de 762.464 km² (Gráfico 21). Apesar da grande extensão, na comparação entre 2004 e 2014, as classes de pastagem permaneceram estáveis, com um crescimento proporcional próximo a zero (BUENO *et al*, 2019).

Gráfico 21 – Distribuição de usos da terra antropizada na Amazônia (2014)



Obs.: A agricultura anual é representada pelos monocultivos de grãos e o mosaico de ocupações está associado à pequena produção agropecuária.

Fonte: TerraClass (2016). Elaboração da autora.

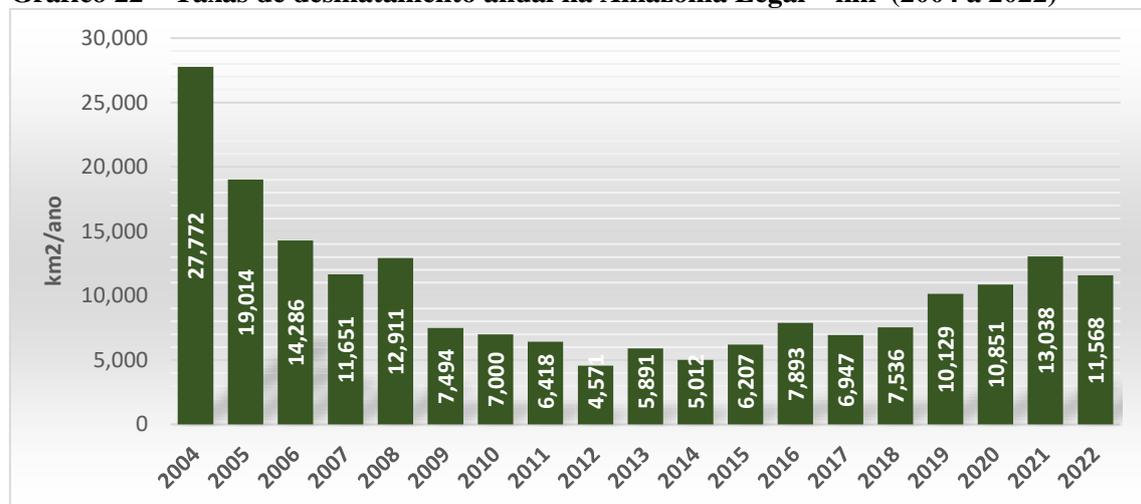
²⁴ O projeto TerraClass visa qualificar os usos das áreas desflorestadas da Amazônia legal, tendo por base as áreas desflorestadas mapeadas e publicadas pelo Projeto PRODES (Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite) até o ano de 2014, com apoio do Inpe.

A série histórica (Gráfico 22) com as taxas de desmatamento anual na Amazônia Legal, no período 2004 a 2021, mostram 2004 como o ano com maior taxa de desmatamento (27.772/km²). A partir de 2005, as taxas anuais começam a decrescer, sendo 2012 o ano com menor taxa (4.571 km²). A redução nas taxas nesse período é atribuída, em grande parte, aos resultados alcançados com o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm). O PPCDAm incluiu diversas atividades de planejamento para produção sustentável, monitoramento coordenado por satélites e em campo, aplicação da lei (*enforcement*), ampliação de áreas protegidas e restrições ao crédito rural em áreas desmatadas. A redução do desmatamento também foi influenciada por ações de mercado, com as moratórias bovina e da soja, nas quais grandes comerciantes se comprometeram a evitar compras de *commodities* ligadas ao desmatamento (ARIMA *et al.*, 2014).

A partir de 2013, as taxas voltam a crescer. Para tanto, contribuiu a mudança no Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) realizada em 2012, já que a nova lei permitiu que propriedades com desmatamento em períodos anteriores (áreas consolidadas até 22/07/2008) poderiam ser isentas de autuações pelo desmatamento anterior e ter área de APP reduzida (ver item 5.3). As taxas chegam a 13.038 km² em 2021, com redução, novamente, em 2022 (11% em relação ao ano anterior) quando cai para 11.568 km².

O desmatamento na Amazônia tem sido mais acentuado na área compreendida como “arco do desmatamento” (território que vai do oeste do Maranhão e sul do Pará em direção a oeste, passando por Mato Grosso, Rondônia e Acre) que concentra cerca de 75% do desmatamento na região (BUENO *et al.*, 2019).

Gráfico 22 – Taxas de desmatamento anual na Amazônia Legal – km² (2004 a 2022)



Obs.: As taxas de 2022 estão atualizadas até 30/11/2022.

Fonte: Inpe/Prodes (2023a). Elaboração da autora.

De acordo com dados do MapBiomias, a área de florestas no bioma Amazônia teve uma redução de cerca de 12% de área florestal no período 1985 a 2020. A área de formação natural não florestal também foi reduzida em 4%. Já a área de uso agropecuário, teve um acréscimo de cerca de 40% ao longo dos 35 anos da série histórica (Tabela 8).

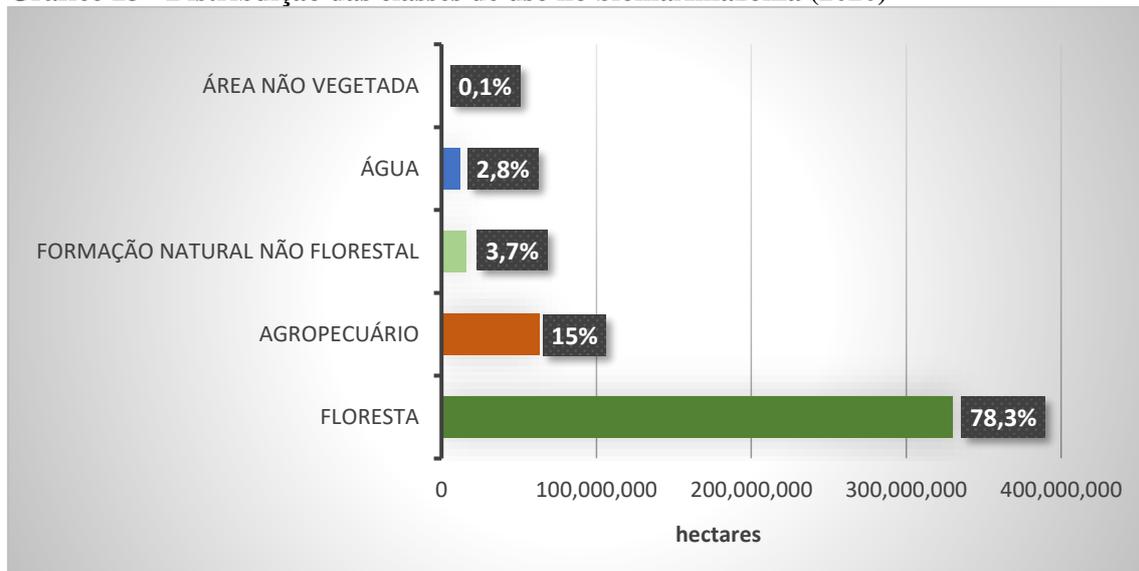
Tabela 8 – Variação das classes de uso florestas, formação natural não florestal e agropecuário no bioma Amazônia (1985 a 2020)

Classe de uso	1985 (área em ha)	2020 (área em ha)	Variação (%)
Florestas	374,7 milhões	330,1 milhões	↓ 12%
Formação natural não florestal	16,4 milhões	15,7 milhões	↓ 4 %
Agropecuário	18,6 milhões	63 milhões	↑ 39%

Fonte: Fonte: MapBiomias (2021). Elaboração da autora.

Em 2020, a área florestal predominava em 78,3% do território, entre as classes de uso do bioma. Em seguida, estava a área de uso agropecuário, ocupando 15% do território (Gráfico 23).

Gráfico 23 - Distribuição das classes de uso no bioma Amazônia (2020)



Fonte: MapBiomias (2021). Elaborado pela autora.

O desmatamento deve-se ao uso da terra na agropecuária – visto que desde a década de 1990 a Amazônia brasileira tem sido alvo de programas de colonização agrícola, com incentivos fiscais – e ainda à exploração madeireira, aos baixos preços das terras e à chamada “grilagem”, ocupação e apropriação da terra nas quais o desmatamento é usado como estratégia para garantir posse legal ou ilegal. Além disso, diversos programas governamentais de

investimento em infraestrutura, voltados para o transporte e geração de energia, tem impulsionado o desmatamento na região (BUENO *et al*, 2019; LAPOLA *et al*, 2014).

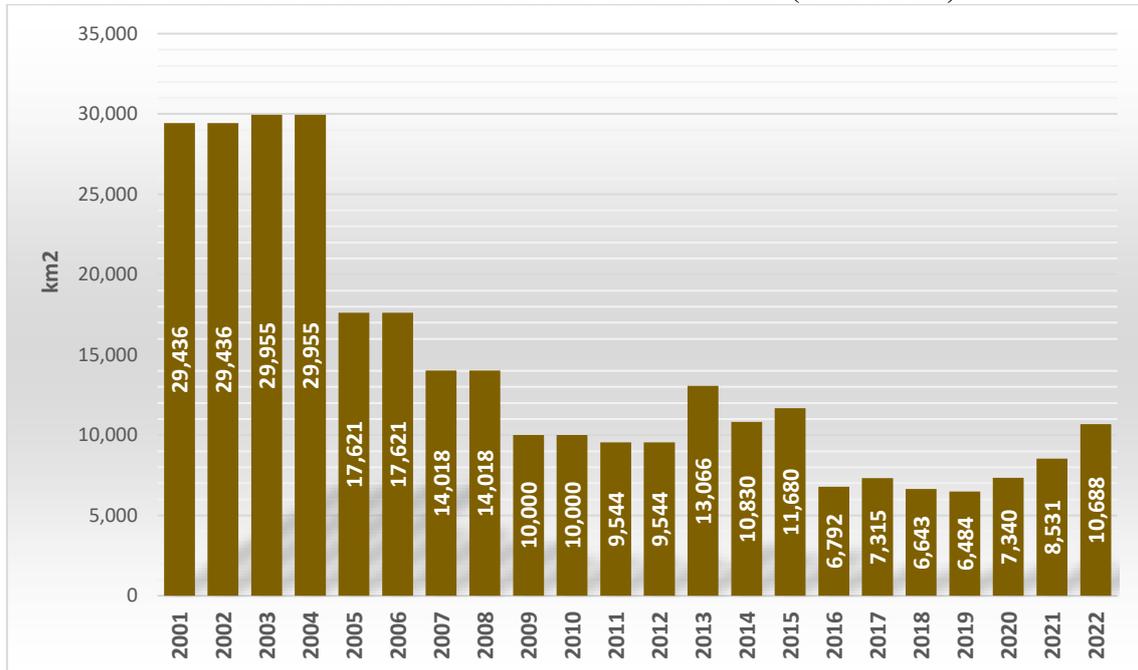
Bioma Cerrado

O cerrado ocupa cerca de 25% do território brasileiro, com 2 milhões de km², sendo considerado a formação savânica mais biodiversa do mundo. Até meados de 1960, a ocupação do Cerrado era esparsa, dominada pela pecuária de subsistência, com pastagens nativas. A partir da década de 1970, o Cerrado se transformou em uma nova e importante fronteira agrícola brasileira, com a adoção de tecnologias²⁵ que permitiram a ocupação agrícola de cerca de 1 milhão de km² do Cerrado, aproximadamente 50% da extensão original do bioma (SANO, 2019).

A pecuária também é o uso dominante da terra no bioma. A região é a principal produtora de carne bovina no Brasil, abrigando a maior extensão de pastagens e cerca de 50% do rebanho nacional. Nos últimos anos, uma parte das pastagens vem sendo substituída pelo avanço do cultivo mecanizado em larga escala da soja e da cana-de-açúcar, sendo a região um dos principais contribuintes para a expansão da área total de lavouras no Brasil. A rápida ocupação do bioma Cerrado não foi submetida ao mesmo controle da Amazônia e preocupações com o desmatamento do bioma, o qual impacta as principais bacias hidrográficas do país, só se tornaram mais efetivas nos anos 2000 (BUAINAIN e GARCIA, 2019). Atualmente, a região do Matopiba (estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), ao norte do Cerrado, se coloca como a mais nova fronteira agrícola do País. Dos dez municípios com as maiores taxas de desmatamento do Cerrado em 2019, oito estão localizados na região (LAPOLLA *et al*, 2014; SANO, 2019; IBAMA, 2022).

As principais iniciativas para combater o desmatamento no bioma foram o Projeto de Monitoramento do Desmatamento por Satélite dos Biomas Brasileiros (Pmdbbs), criado em 2007 pelo IBAMA e o Plano de Ação para Prevenção e Controle de Desmatamento e Incêndios Florestais no Cerrado (PPCerrado), criado em 2010 pelo MMA. Apesar da pressão para expansão da área para a agropecuária, no período 2001 a 2021 a área anual desmatada caiu significativamente – de cerca de 29 mil km² no período 2001 a 2004, alcançou a maior redução no ano de 2018, com 6.484 km² desmatados. O desmatamento voltou a aumentar a partir daí, chegando a 2022 com 10.688 km² desmatados (Gráfico 24).

²⁵ Entre as tecnologias adotadas está a calagem, adotada em larga escala para a correção da acidez do solo, o uso de fertilizantes e desenvolvimento de espécies adaptadas para a região (Sano, 2019).

Gráfico 24 – Incrementos de desmatamento no Cerrado - km² (2001 a 2022)

Fonte: Inpe/Prodes (2023b). Elaboração da autora.

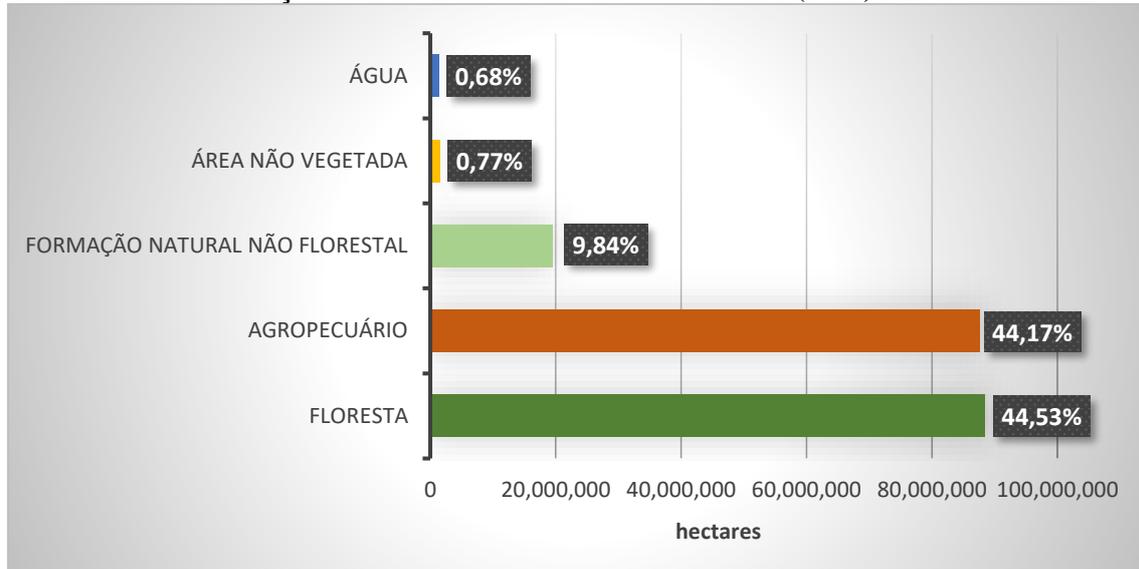
De acordo com dados do MapBiomas, a área de florestas no bioma Cerrado teve uma redução de cerca de 20% no período 1985 a 2020. As formações naturais não florestais também foram reduzidas em 18,7%. Já a área de uso agropecuário, teve um acréscimo de 42,6% ao longo dos 35 anos da série histórica (Tabela 9).

Tabela 9 – Variação das classes de uso florestas, formação natural não florestal e agropecuário no bioma Cerrado (1985 a 2020)

Classe de uso	1985 (área em ha)	2020 (área em ha)	Variação (%)
Florestas	110,5 milhões	88,3 milhões	↓ 20 %
Formação natural não florestal	24 milhões	19,5 milhões	↓ 18,7 %
Agropecuário	61,4 milhões	87,6 milhões	↑ 42,6%

Fonte: Fonte: MapBiomas (2021). Elaboração da autora.

Em 2020, as formações naturais florestais e não florestais ocupavam 53,1% da área, entre as classes de uso do bioma. Em seguida, o uso agropecuário predominava em 44% da área (Gráfico 25).

Gráfico 25 - Distribuição das classes de uso no bioma Cerrado (2020)

Fonte: MapBiomas (2021). Elaborado pela autora.

Bioma Mata Atlântica

O bioma Mata Atlântica é um *hotspot*²⁶ de biodiversidade extremamente ameaçado no País (Myers *et al.*, 2000). Ocupava originalmente 1.309.736 km², estendendo-se ao longo de 17 estados costeiros do País, sendo composto por diferentes ecossistemas, devido à diversidade de características geomorfológicas, climáticas e hidrográficas (VIEZZER *et al.*, 2019).

O histórico de ocupação humana no bioma, que abriga a maior parte das lavouras brasileiras e é densamente habitado (abriga 72% da população brasileira), com grandes áreas metropolitanas, como São Paulo e Rio de Janeiro, levou a uma grande perda da cobertura vegetal original e à alta fragmentação e alteração dos seus ecossistemas originais (LAPOLA *et al.*, 2014; VIEZZER *et al.*, 2019).

De acordo com o Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, restam somente 12,4% da cobertura florestal original do bioma (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA e INPE, 2021). Já de acordo com dados do MapBiomas restam 29% de cobertura florestal. As duas iniciativas baseiam-se em metodologias diversas, o que explica a diferença nos resultados alcançados. O Atlas baseia-se no recorte do mapa da Lei da Mata Atlântica (Lei 11.428/2006), com área mínima de 3 hectares, identificando apenas os fragmentos florestais mais preservados, com base no mapa do IBGE para escala 1:1.000.000. Já o MapBiomas produz

²⁶ Um *hotspot* de biodiversidade é uma região extremamente rica em biodiversidade, que pode estar ameaçada de destruição. Geralmente abrange uma área de grande relevância ecológica por possuir vegetação diferenciada e abrigar espécies endêmicas (MITTERMEIER *et al.*, 2004).

mapas de uso e cobertura da terra identificando fragmentos maiores que 0,5 hectare, por meio de imagens de satélite Landsat, independente do seu estado de conservação, com base no mapa de biomas gerais do Brasil do IBGE, na escala 1:250.000.

De acordo com dados do Mapbiomas, a área de florestas no bioma Mata Atlântica teve uma redução de cerca de 3% de área florestal no período 1985 a 2020. As formações naturais não florestais também foram reduzidas em 17%. Já a área de uso agropecuário, teve um acréscimo de cerca de 0,5% ao longo dos 35 anos da série histórica (Tabela 10).

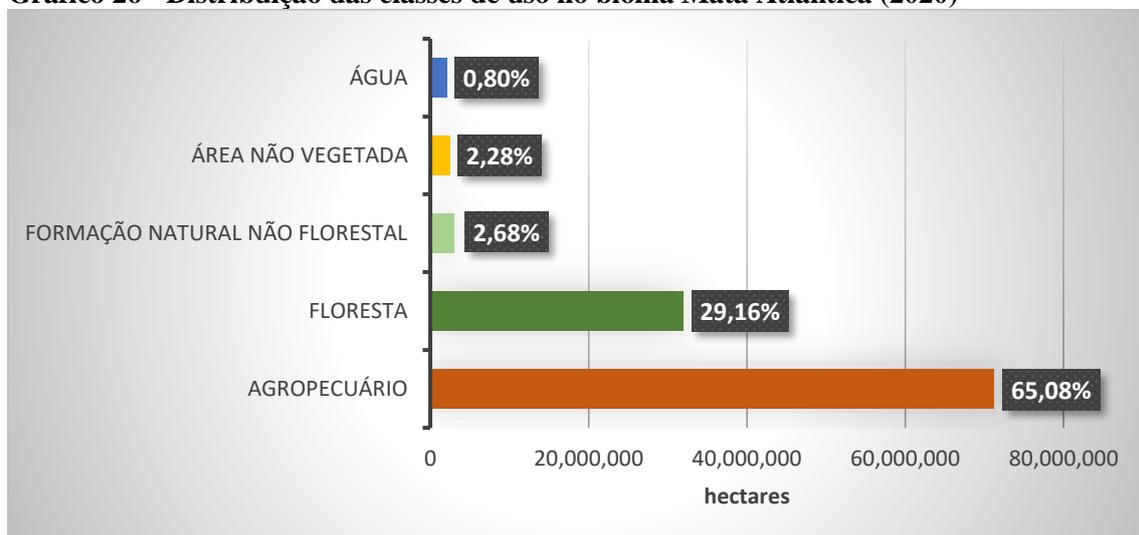
Tabela 10 – Variação das classes de uso florestas, formação natural não florestal e agropecuário no bioma Mata Atlântica (1985 a 2020)

Classe de uso	1985 (área em ha)	2020 (área em ha)	Variação (%)
Florestas	32,9 milhões	31,9 milhões	↓ 3%
Formação natural não florestal	3,5 milhões	2,9 milhões	↓ 17 %
Agropecuário	70,8 milhões	71,2 milhões	↑ 0,5 %

Fonte: Fonte: MapBiomas (2021). Elaboração da autora.

Em 2020, o uso agropecuário predominava em 65% da área, entre as classes de uso do bioma. Em seguida, estava a área florestal, ocupando 29,1% do território (Gráfico 26).

Gráfico 26 - Distribuição das classes de uso no bioma Mata Atlântica (2020)



Fonte: Mapbiomas (2021). Elaborado pela autora.

A transição generalizada para a agricultura mecanizada (que não opera em áreas íngremes), aliadas ao maior controle ambiental na região, com a aplicação do Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) e Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006), tem contribuído para a diminuição do desmatamento, permitindo a regeneração de áreas de floresta secundária em algumas regiões. O bioma ainda detém a segunda maior biodiversidade das Américas (inferior

apenas à da Amazônia) e o maior número de espécies por área, contando com 1.224 Unidades de Conservação, que protegem cerca de 10% da área do bioma (VIEZER *et al*, 2019; LAPOLA *et al*, 2014; MORELLATO e HADDAD, 2000).

Bioma Caatinga

O bioma Caatinga sobrepõe-se, em grande medida, ao semiárido do Nordeste brasileiro, com 982,5 mil km² de vegetação xerófito (adaptada a climas secos), predominantemente arbustiva e arbórea. A agricultura predominante é familiar e sazonal, sendo os cultivos de subsistência e a criação de cabras o uso dominante da terra rural, já que 90% dos rebanhos de caprinos do Brasil situam-se na região (KILL e PORTO, 2019; MAGALHÃES, 2016).

A colheita de lenha, para geração de energia, ainda é o principal motor do desmatamento que tem recuperação bastante lenta no bioma, podendo ser necessários 50 anos para a reversão de uma área desmatada. Mais recentemente, projetos de irrigação têm permitido um bem sucedido cultivo de frutas, em grande parte orientadas à exportação (MENEZES, 2008; DRUMOND *et al.*, 2015; ARAÚJO FILHO, 2013).

Devido a causas antrópicas e naturais – como o desmatamento, queimadas, sobrepastejo e manejo inadequado do solo, escassez de recursos hídricos e aumento da frequência de secas severas – a desertificação vem se expandindo em uma grande área da Caatinga (SÁ *et al*, 2010). As áreas atingidas pela desertificação tornam-se totalmente improdutivas, podendo ser considerada a expressão máxima da degradação ambiental (KILL e PORTO, 2019). Calcula-se em 70,5 mil km² as áreas fortemente degradadas, onde a desertificação já atingiu um nível que inviabiliza a produção agrícola, com baixa produtividade dos recursos naturais (MAGALHÃES, 2016).

De acordo com dados do MapBiomas, a área de florestas no bioma Caatinga teve uma redução de cerca de 10% de área florestal no período 1985 a 2020. As formações naturais não florestais também foram reduzidas em 2,5%. Já a área de uso agropecuário, teve um acréscimo de cerca de 23% ao longo dos 35 anos da série histórica (Tabela 11).

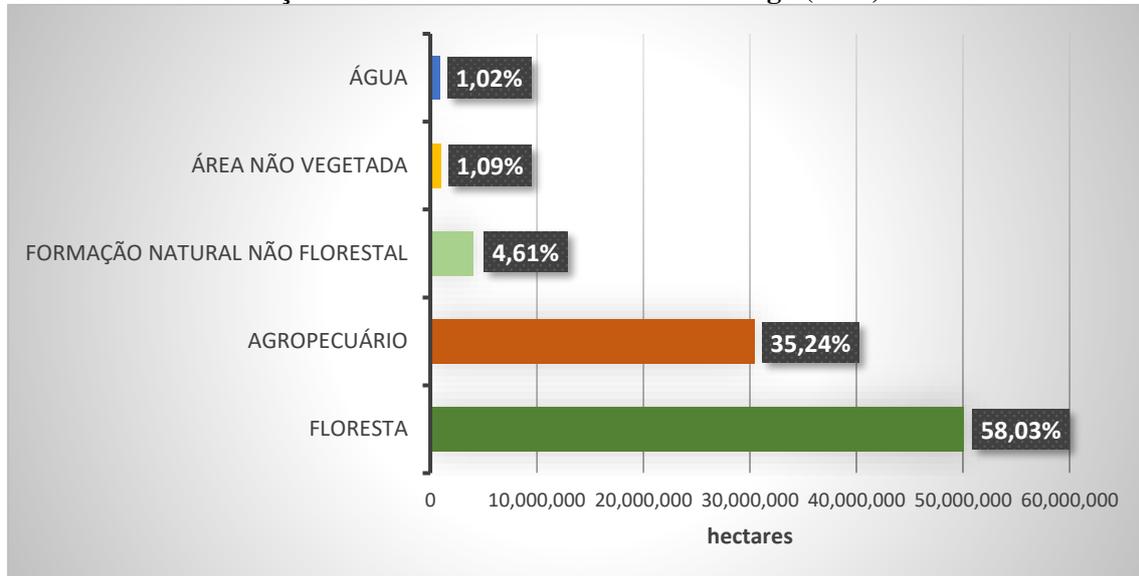
Tabela 11 – Variação das classes de uso florestas, formação natural não florestal e agropecuário no bioma Caatinga (1985 a 2020)

Classe de uso	1985 (área em ha)	2020 (área em ha)	Variação (%)
Florestas	55,7 milhões	50 milhões	↓ 10%
Formação natural não florestal	4 milhões	3,9 milhões	↓ 2,5 %
Agropecuário	24,4 milhões	30 milhões	↑ 23 %

Fonte: Fonte: MapBiomas (2021). Elaboração da autora.

Em 2020 as formações florestais ainda predominam em 58% da área entre as classes de uso do bioma. Em seguida, está o uso agropecuário, em 35,2% da área (Gráfico 27).

Gráfico 27 - Distribuição das classes de uso no bioma Caatinga (2020)



Fonte: MapBiomias (2021). Elaborado pela autora.

Bioma Pantanal

A região do Pantanal é uma planície com cerca de 140 mil km² de extensão no Brasil que apresenta inundação variável durante o ano. Apresenta uma estrutura em mosaico, com diversidade de tipos de vegetação, rios entrelaçados e ilhas fluviais. A pecuária é a principal atividade econômica na região, sendo as pastagens nativas amplamente utilizadas para a criação extensiva de gado bovino. A principal alteração no uso agropecuário da terra consiste na introdução de pastagens cultivadas em áreas livres de inundação periódica. No entanto, o impacto da criação do gado ainda é considerado relativamente baixo nas diferentes paisagens que compõem a região (FERNANDES *et al*, 2019).

De acordo com dados do MapBbiomas, a área de florestas no bioma Pantanal teve uma redução de cerca de 18% de área florestal no período 1985 a 2020. As formações naturais não florestais aumentaram em 9%, indicando regeneração. Já a área de uso agropecuário, teve um acréscimo de cerca de 263% em relação à área original, ao longo dos 35 anos da série histórica (Tabela 12).

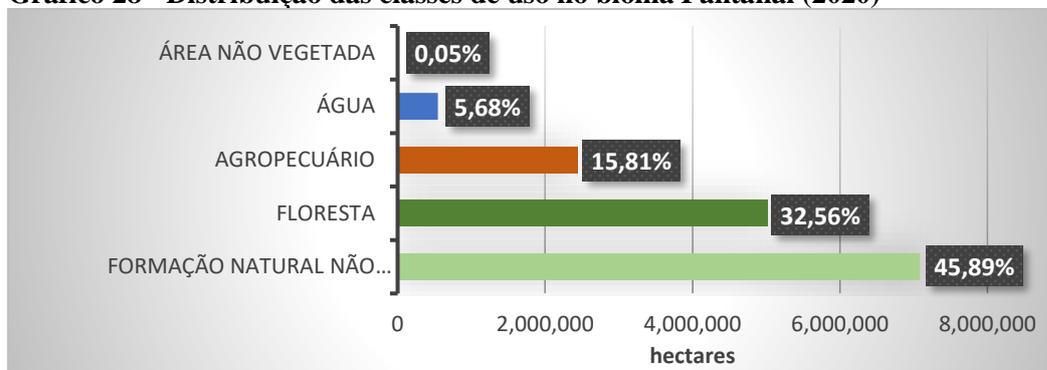
Tabela 12 – Variação das classes de uso florestas, formação natural não florestal e agropecuário no bioma Pantanal (1985 a 2020)

Classe de uso	1985 (área em ha)	2020 (área em ha)	Variação (%)
Florestas	6,1 milhões	5 milhões	↓ 18%
Formação natural não florestal	6,4 milhões	7 milhões	↑ 9 %
Agropecuário	671,5 mil	2,4 milhões	↑ 263%

Fonte: Fonte: MapBiomias (2021). Elaboração da autora.

Em 2020, as formações naturais florestais e não florestais predominaram em 78,4% da área entre as classes de uso do bioma. Em seguida, está o uso agropecuário, em 15,8% da área

Gráfico 28 - Distribuição das classes de uso no bioma Pantanal (2020)



Fonte: MapBiomias (2021). Elaborado pela autora.

Embora a área desmatada no Pantanal ainda seja reduzida, o aumento do uso do fogo para o manejo do campo tem levado ao aumento na frequência de queimadas anuais, principalmente nos anos mais secos, com impactos adversos na flora e na fauna. Em 2020, o Pantanal teve 27% de sua área queimada (18.578 km²), sendo esse o ano de maior ocorrência de queimadas desde 2003 (INPE, 2023). Além disso, atividades de silvicultura, construção de hidrelétricas e a intensificação da navegação estão aumentando a pressão para desmatamento na região (LAPOLA *et al*, 2014).

Bioma Pampa

O bioma Pampa localiza-se no extremo sul do Brasil, onde ocupa uma área de 176.496 km² (IBGE, 2004). Predomina na região a vegetação campestre, amplamente utilizada na produção pecuária. Outras atividades agrícolas que vem crescendo na região incluem a produção de grãos (rizicultura irrigada, soja, milho e sorgo) além da silvicultura e fruticultura (HASENACK *et al*, 2019).

A área de florestas no bioma Pampa teve um aumento de cerca de 10% de área florestal no período 1985 a 2020, indicando regeneração. As formações naturais não florestais foram reduzidas em 8,2%. Já a área de uso agropecuário, teve um acréscimo de cerca de 3,4% em relação à área original, ao longo dos 35 anos da série histórica (Tabela 13).

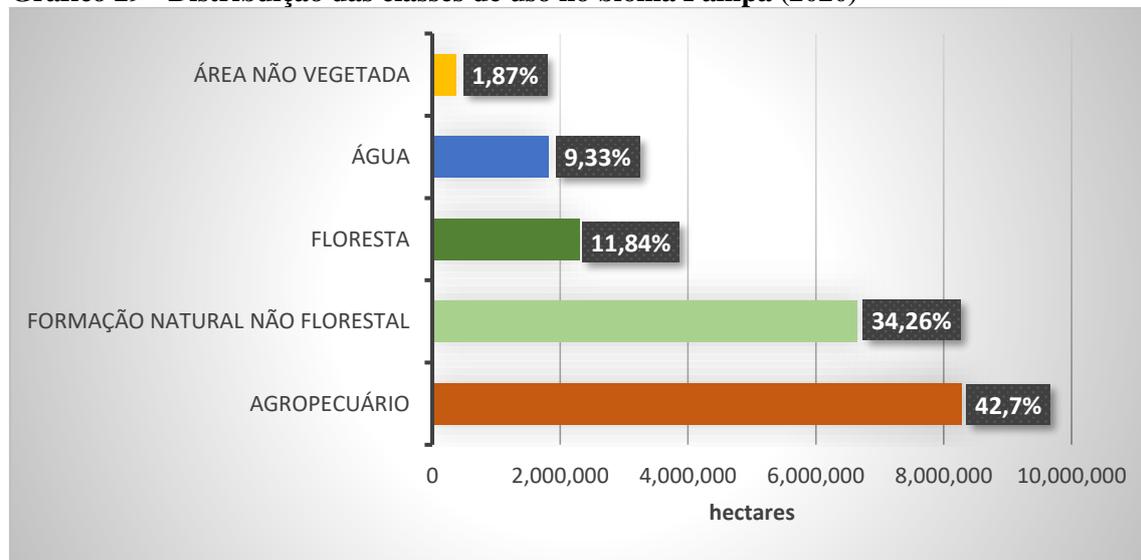
Tabela 13 – Variação das classes de uso florestas, formação natural não florestal e agropecuário no bioma Pampa (1985 a 2020)

Classe de uso	1985 (área em ha)	2020 (área em ha)	Variação (%)
Florestas	2 milhões	2,2 milhões	↑ 10%
Formação natural não florestal	9,2 milhões	6,6 milhões	↓ 8,2 %
Agropecuário	5,8 milhões	6 milhões	↑ 3,4 %

Fonte: Fonte: MapBiomias (2021). Elaboração da autora.

Em 2020, as formações naturais florestais somadas às não florestais predominaram em 46,1% da área entre as classes de uso do bioma Pampa. Em seguida, está o uso agropecuário, em 42,7% da área (Gráfico 29).

Gráfico 29 - Distribuição das classes de uso no bioma Pampa (2020)



Fonte: MapBiomias (2021). Elaborado pela autora.

4.2 Degradação do solo

A degradação de terras é entendida como a redução da capacidade do solo de gerar, em termos qualitativos e quantitativos, bens e serviços, em função do declínio de seu potencial produtivo e de sua capacidade de regulação do ambiente (LAL, 2012). A perda de produtividade pode decorrer de variados fatores, devido à ação antrópica ou por fenômenos naturais, como:

erosão, diminuição da fertilidade, salinização, contaminação, desertificação, compactação e perda da vegetação natural (Brasil, 2004; FAO, 2015). Estima-se que um terço da área cultivável no mundo seja afetada por processos de degradação do solo (THOMAS *et al.*, 2013).

Na agricultura, a degradação da terra leva à diminuição da capacidade produtiva devido à redução da qualidade do solo no que se refere aos seus atributos físicos, químicos e biológicos. A erosão causada pela água é considerada o principal agente da degradação do solo em todo o mundo. Embora ocorra como um processo natural na formação de paisagens, ela é intensificada pela ação antrópica na agricultura. Por sua vez, práticas agrícolas inadequadas são as principais causas da erosão nas áreas de cultivo, levando não apenas à perda de solo, mas ao assoreamento e à contaminação de corpos hídricos, ao comprometimento de usinas hidroelétricas e ao aumento no custo do tratamento da água (POLIDORO *et al.*, 2020; FAO, 2021a).

No Brasil, há carência de dados quantitativos precisos sobre solos degradados. Estima-se que existem entre 60 e 100 milhões de hectares de solos em diferentes níveis de degradação no País. As perdas anuais de solos são calculadas em 500 milhões de toneladas pela erosão, levando à perda de nutrientes, ao assoreamento de rios e à perda média de 0,5% ao ano na capacidade de armazenamento dos reservatórios (EMBRAPA, 2018).

Polidoro *et al.* (2020) estimaram as perdas potenciais de solo por erosão no País, considerando-se o uso e a cobertura do solo em 2017, em áreas de baixo uso de práticas de conservação agrícola, com uso de métodos intensivos de lavoura e aragem profunda. Sem a adoção de práticas de conservação, a perda potencial anual do solo seria de cerca de 3,0 bilhões de toneladas, sendo 29,5% em lavouras e 61,4% em pastagens. Com a adoção de sistemas conservacionistas nessas áreas (Sistema de Plantio Direto (SPD), Sistemas Agroflorestais (SAF) e de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) os autores estimaram uma economia anual de US\$ 2,3 bilhões. Essas práticas conservacionistas, segundo os autores, têm o potencial de promover a mitigação de, no mínimo, 90% das perdas do solo em 22,8 milhões de ha de lavouras.

A ausência de informações no País sobre os tipos de recursos do solo, bem como sobre sua distribuição espacial em escalas compatíveis para a gestão agrícola, contribui para a expansão das culturas e pastagens em áreas com baixa capacidade produtiva, ou onde seria necessário um manejo cuidadoso do solo. Assim, a carência de informações para a tomada de decisão dificulta a implementação de ações (de comando e controle ou de incentivos) que visem à ordenação do uso do solo. Dessa forma, novas fronteiras agrícolas ainda avançam sobre áreas

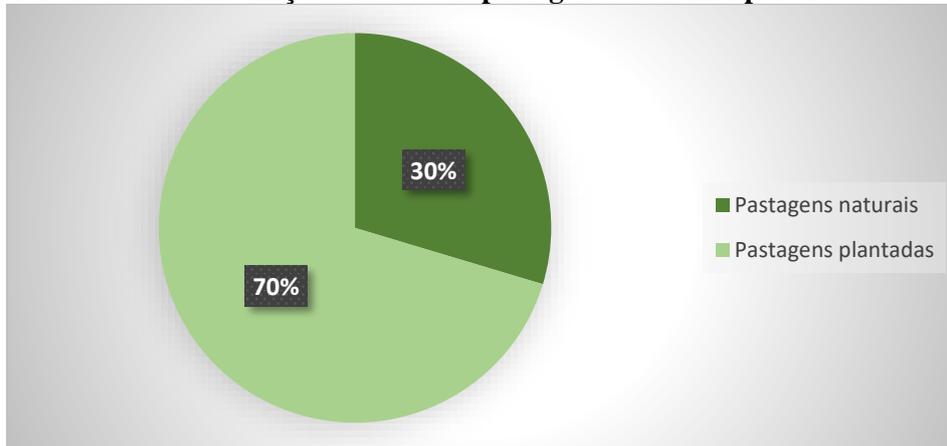
de solos frágeis, como na Amazônia brasileira (DONAGEMMA *et al.*, 2016; POLIDORO *et al.*, 2020).

O primeiro passo para controlar a erosão seria, portanto, planejar o uso da terra de acordo com sua aptidão agrícola, seguido do uso de práticas de conservação adequadas (LEPSCH *et al.*, 2015). Para tanto, faz-se necessário o mapeamento detalhado da distribuição do solo, segundo suas propriedades.

Degradação de áreas de pastagens

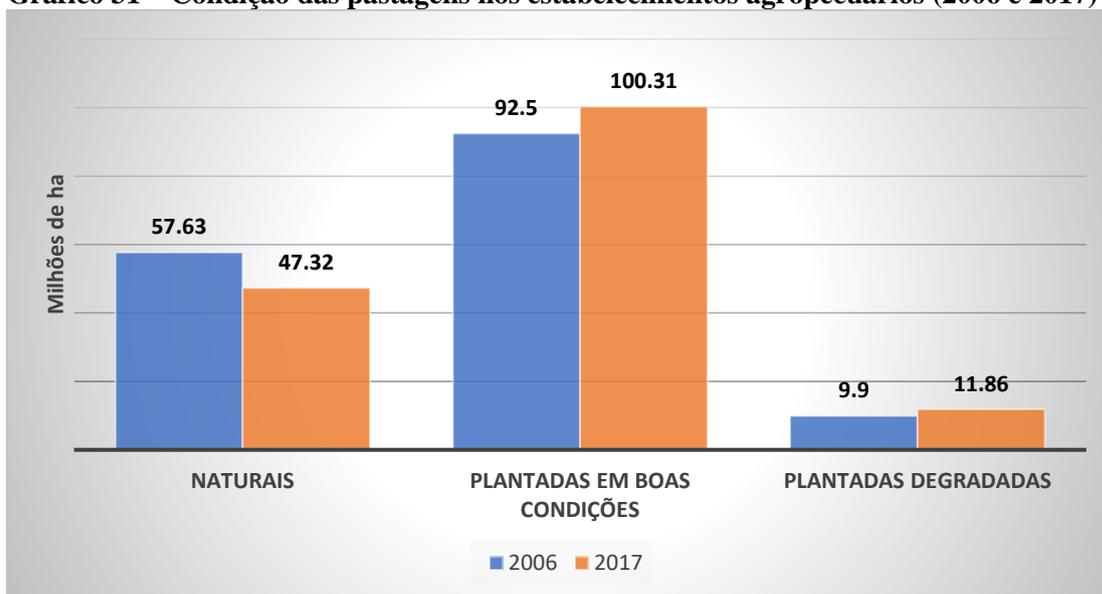
No que se refere às terras degradadas decorrentes da atividade agropecuária, um bom indicador está no estágio de degradação de áreas de pastagens, visto que elas totalizam 159.497.547 ha, entre pastagens naturais (30%) e plantadas (70%), conforme Gráfico 30. Essa área corresponde a cerca de 20% do território nacional e a 45,4% da área dos estabelecimentos agropecuários. Dos 80,89 milhões de hectares da agricultura familiar, 48% também são destinados a pastagens (IBGE, 2017). Devido a essa grande extensão, as áreas de pastagem podem, potencialmente, ser causa do agravamento ou redução dos impactos ambientais do solo agrícola, dependendo da forma de manejo adotada.

Gráfico 30 – Distribuição de áreas de pastagens naturais e plantadas no Brasil (2017)



Fonte: Censo Agropecuário IBGE (2017). Elaboração da autora.

A comparação entre os Censos Agropecuários 2006 e 2017 mostra que a área de pastagens naturais diminuiu em 10,3 milhões de ha no período. A de pastagens plantadas em boas condições teve um aumento de 7,8 milhões de ha, enquanto as pastagens plantadas degradadas aumentaram em 1,9 milhões de ha (Gráfico 31).

Gráfico 31 – Condição das pastagens nos estabelecimentos agropecuários (2006 e 2017)

Fonte: Censos Agropecuários 2006 e 2017 (IBGE). Elaboração da autora.

De acordo com estudo comparativo realizado por equipe do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento da Universidade Federal de Goiás (LAPIG/UFG), a área ocupada com pastagens no Brasil entre os anos 2010 e 2018, permaneceu estável, com pequena redução – correspondeu a 171,6 e 170,7 milhões de hectares, respectivamente. Houve intensificação na produção (unidade animal por área), o que reduziu a necessidade de ampliação da área total de pastagens.

No entanto, houve intensa dinâmica espacial, com áreas mudando para outros sistemas produtivos e novas áreas sendo convertidas em pastagens – estas últimas, sobretudo, em regiões com maior disponibilidade de terras com baixo custo (FERREIRA JÚNIOR, 2020). Esse é um fator que pode ter contribuído para a área de pastagem degradada não ter aumentado, já que a conversão de pastagens degradadas em lavouras é uma forma de fazer a recuperação da capacidade produtiva do solo, enquanto novas áreas desmatadas, nos primeiros anos de uso, ainda podem ser consideradas áreas de pastagem em bom estado produtivo²⁷.

Com o auxílio de ferramentas computacionais de alto desempenho e análises espaciais, no âmbito da iniciativa MapBiomass, a equipe do LAPIG/UFG quantificou e caracterizou as áreas de pastagem no Brasil quanto à indícios de degradação no período 2010/2018. O estudo evidenciou melhora na condição das pastagens, com recuperação de 26,8 milhões de hectares. No entanto, 49% das pastagens (81,4 milhões de hectares) ainda apresentavam sinais de degradação, que podem ir de leve a severa. As áreas com maiores indícios de degradação foram

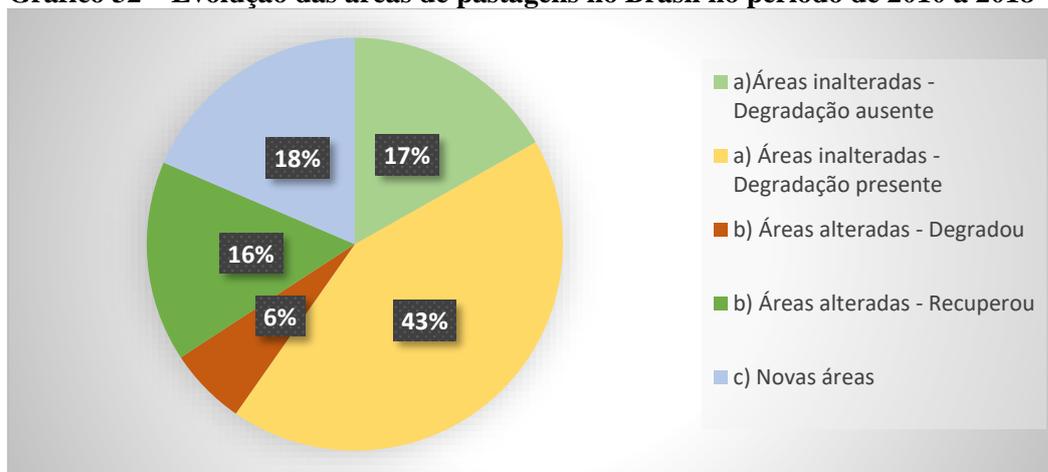
²⁷ Regina H. Sambuichi, comentário pessoal em fev./2023.

observadas principalmente nos biomas Caatinga, Cerrado e Pantanal. As pastagens degradadas apresentam perda de solo e água e baixa capacidade produtiva.

O estudo analisa as alterações ocorridas no período 2010 a 2018, sendo que (a) indica as áreas que permaneceram estáveis (inalteradas), isto é, a degradação continuou ausente ou presente na comparação entre o ano inicial (2010) e final (2018). Nas áreas estáveis (a), que permaneceram inalteradas entre 2010 e 2020, a degradação continuou ausente em 27,9 milhões de ha (17%) e presente em 71,3 milhões de ha (43%). As áreas alteradas no período 2010 a 2018 são indicadas em (b). Nas áreas com mudanças (b), houve degradação em 10,1 milhões de ha (6%) e recuperação em 26,8 milhões de ha (16%). As novas áreas de pastagens, isto é, que não existiam em 2010 e foram mapeadas como pastagens em 2018, são indicadas em (c). Elas, correspondem a 30,8 milhões de ha (18%).

O Gráfico 32 traz a área total de pastagens (170,7 milhões de hectares) de acordo com as categorias de alterações ocorridas entre 2010 a 2018.

Gráfico 32 – Evolução das áreas de pastagens no Brasil no período de 2010 a 2018



Legenda: (a) Áreas estáveis - inalteradas entre 2010 e 2018 (degradação ausente/presente); (b) Áreas com mudanças - alteradas entre 2010 e 2018 (degradou/não degradou); (c) Novas áreas - não mapeadas como pastagens em 2010 e mapeadas em 2018.

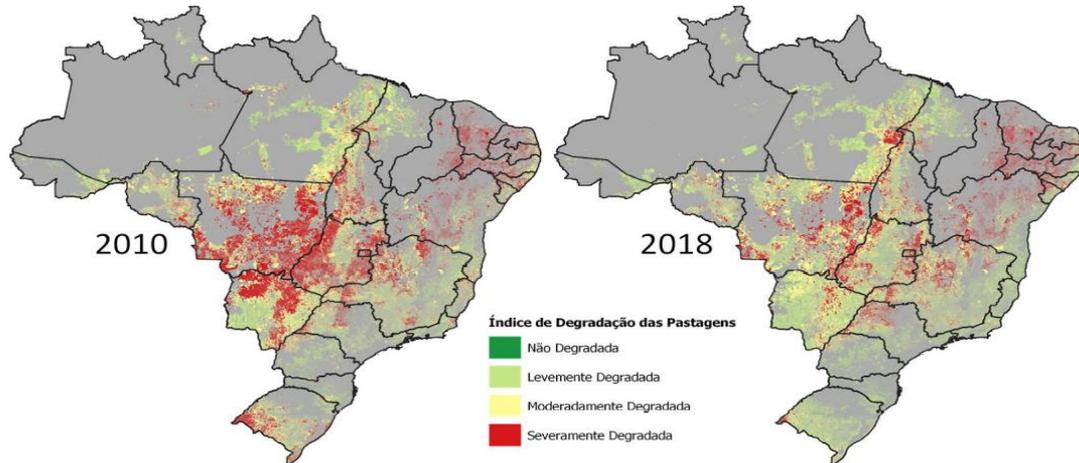
Fonte: Adaptado de Ferreira Júnior (2020)

O estudo também calculou a degradação das pastagens para as propriedades rurais, com base nos dados do Cadastro Ambiental Rural – CAR entre 2010 e 2018. Do universo de 5,5 milhões de propriedades, foram selecionadas aquelas que continham áreas de pastagem acima de um hectare em pelo menos 10% da propriedade, totalizando 2,7 milhões de propriedades analisadas (49% do total de propriedades rurais).

Houve redução nas classes de degradação severa e moderada e aumento nas classes de degradação leve e não degradada. A área total com degradação leve a severa permanece expressiva (Gráfico 33 e Figura 1). O aumento significativo para a classe não degradada, de

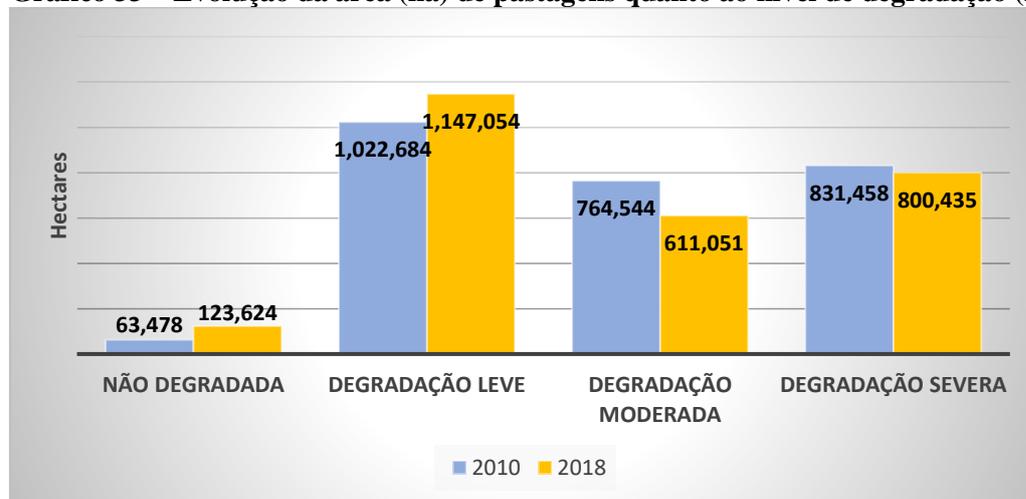
cerca de 94,7%, ocorreu principalmente nas áreas de maior investimento do Plano ABC para recuperação de pastagens degradadas, nos biomas Cerrado, Pampa e Pantanal (FERREIRA JÚNIOR, 2020).

Figura 1 - Degradação das pastagens nas propriedades rurais do Brasil (2010 e 2018)



Fonte: Ferreira Júnior (2020)

Gráfico 33 – Evolução da área (ha) de pastagens quanto ao nível de degradação (2010 e 2018)



Fonte: Ferreira Júnior (2020). Elaboração da autora

Desertificação

A desertificação consiste na degradação das terras secas (em zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas) resultante de diversos fatores, entre os quais variações climáticas e uso inadequado dos recursos naturais (água, solo e vegetação) em atividades humanas (LIMA, 2004).

No Brasil, o fenômeno ocorre no Semiárido brasileiro, uma área de 1,13 milhão de km² que ocupa 13,3% do território nacional²⁸ e abriga cerca de 27,8 milhões de habitantes, com densidade populacional considerada elevada para condições de semiaridez. Já a Área Suscetível à Desertificação (ASD) envolve o Semiárido e áreas de seu entorno, adentrando nos biomas do Cerrado e do Agreste, consideradas áreas subúmidas secas. Estima-se em 70,5 mil km² as áreas fortemente degradadas com processo de desertificação, sendo a Bahia (com 26.751 km²) e o Ceará (com 17.042 km²) os estados mais afetados (MAGALHÃES, 2016; LIMA, 2004).

A principal causa apontada para o avanço do processo de desertificação na região tem sido o desmatamento para atender a necessidades energéticas (lenha e carvão vegetal), tanto domésticas quanto do polo gesseiro de Pernambuco. Outro fator importante tem sido o desmatamento a corte raso para fins agropecuários, deixando o solo desprotegido por longos períodos e a criação extensiva de cabras com manejo inadequado (sobrepastejo). Um agravante é a baixa capacidade de regeneração da vegetação nativa em decorrência dos fatores climáticos e da escassez hídrica (LIMA, 2004; MAGALHÃES, 2016).

A agricultura familiar no Semiárido é um segmento preponderante, tanto na geração de emprego e renda quanto na produção de alimentos básicos para a região, sendo os principais produtos o feijão, o milho e a mandioca (VIANA *et al.*, 2013).

Um dos desafios para a região é a implantação em larga escala de um modelo agrícola que atenda às especificidades do semiárido, sobretudo no bioma Caatinga, que não reproduza práticas de regiões mais úmidas e com menos vulnerabilidade. Por suas peculiaridades, a região necessita de tecnologias adaptadas, em uma estratégia de convivência sustentável com o Semiárido. Entre essas tecnologias, estão: a adubação orgânica, a captação de água da chuva, o uso de barragens subterrâneas e os sistemas agroflorestais (MAGALHÃES, 2016; AGÊNCIA BRASIL, 2018).

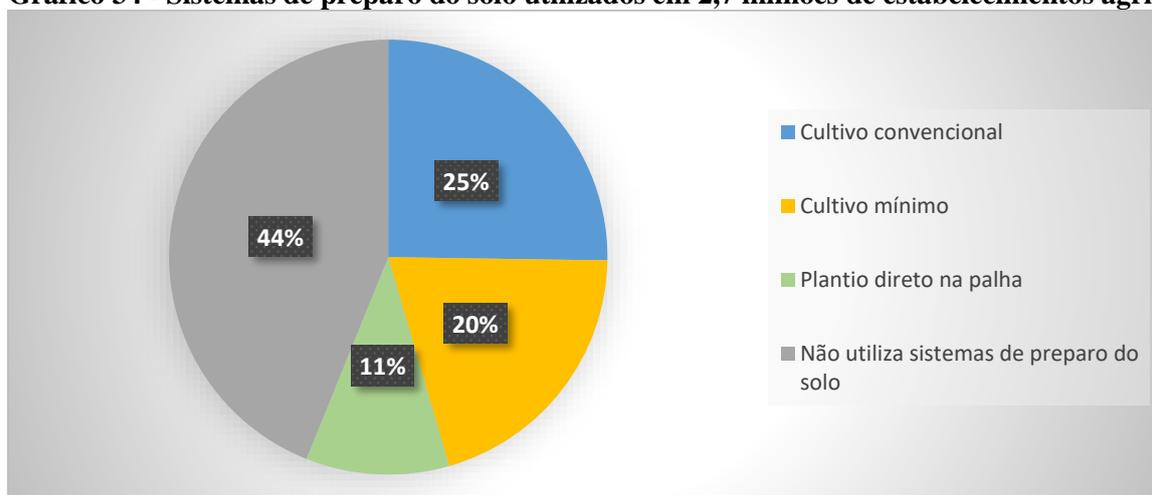
Sistemas de cultivo e preparo do solo

Outro indicador importante para a degradação do solo é o sistema de cultivo e preparo do solo utilizado, visto que práticas com manejo intensivo do solo mexem na sua estrutura – como no sistema de aração e gradagem – contribuindo para a perda de matéria orgânica, compactação e erosão (PRIMAVESI, 1990).

²⁸ Conforme delimitação feita pela Sudene, por meio das Resoluções n.º 107/2017 e 115/2017.

De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, cerca de 44% das propriedades rurais não utilizavam sistemas de preparo do solo. Nas 2.752.277 propriedades que os utilizam (56%), o sistema mais adotado ainda é o cultivo convencional (25%), feito com o uso de arado, seguido de nivelamento do solo com gradagem, deixando o solo exposto até o plantio de uma nova cultura, o que o torna mais susceptível à erosão. O cultivo mínimo, também bastante utilizado (20%), é um pouco menos impactante para o solo, pois é feito apenas com a gradagem. Já o plantio direto na palha, técnica que melhor conserva o solo, é utilizado por apenas 11% das propriedades rurais, mas em uma área significativa, que já abrange 33 milhões de ha (Gráfico 34). No entanto, as técnicas de PD podem estar associadas com o uso intensivo de herbicidas, principalmente no caso de lavouras transgênicas, os quais poluem os cursos d'água e lençóis freáticos, impactando o ambiente e a saúde humana.

Gráfico 34 - Sistemas de preparo do solo utilizados em 2,7 milhões de estabelecimentos agrícolas



Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

4.3 Queimadas

As queimadas ocorrem tanto em decorrência de causas naturais quanto pela ação antrópica. Pela ação natural, são causadas, por exemplo, por raios. Portanto, não ocorrem nos períodos de estiagem prolongada e intensa, quando mais se queima no País. Ocorrem também em regiões do Cerrado, onde o fogo favorece algumas espécies de plantas, cujas sementes só germinam devido ao calor produzido. Nesses casos, a recuperação desse bioma é rápida, pois é adaptado ao fogo, com a rebrota das plantas (OLIVEIRA, 2020). Entretanto, a maioria das queimadas se deve à ação humana, tanto por causas acidentais quanto intencionais, tais como: limpeza para plantios e pastagens, desmatamentos, colheita manual de cana-de-açúcar, vandalismo, balões de São João e mesmo protestos sociais (INPE/PRODES, 2023b).

Na agricultura, as queimadas são utilizadas para realizar a limpeza da área (eliminação da vegetação) para o cultivo agrícola, sob a crença de que esta prática também aumentaria a fertilidade do solo: “o fogo é o trator e as cinzas são os fertilizantes” (MESQUITA, 2008).

Na Amazônia, o uso do fogo para a agricultura (em escala reduzida) remonta aos paleoíndios, sendo depois adotado pelos europeus que aqui chegaram e mesmo pelos imigrantes japoneses. No entanto, como a região amazônica atravessa, a cada ano, períodos de seca mais prolongados, nas últimas décadas as queimadas tomaram dimensão preocupante, visto que áreas cada vez mais extensas de florestas são atingidas (ALVES e HOMMA, 2020).

Ainda que as cinzas sejam ricas em nutrientes (como cálcio, fósforo e magnésio), após a queimada o solo fica exposto às intempéries – com o sol, o solo se resseca e com as chuvas, as cinzas são lixiviadas. Em consequência, alteram-se os atributos físicos e biológicos do solo, com prejuízo à microfauna, perda de matéria orgânica e nutrientes e redução de sua capacidade produtiva. As queimadas também causam contaminação da água superficial e subterrânea e inúmeros prejuízos à biodiversidade, incluindo a macrofauna. Além disso, a fumaça das queimadas causa poluição atmosférica e contribui para a emissão de GEE, principalmente CO² (OLIVEIRA, 2020; CAPECHE, 2012).

Regramento sobre queimadas

O uso do fogo como técnica para suprimir vegetação não é totalmente proibido, mas a lei impõe que ele seja rigorosamente controlado. O novo Código Florestal (Lei Nº 12.651/12, Art. 38)²⁹ proíbe, de modo geral, o uso de fogo na vegetação, mas abre pelo menos três exceções: (1) em regiões cujas peculiaridades justifiquem queimadas em práticas agropastoris, desde que com autorização prévia (licença) do órgão ambiental; (2) queima controlada em unidades de conservação para conservar a vegetação nativa, quando as características dela se associarem evolutivamente à ocorrência de fogo; e (3) em atividades de pesquisa científica.

Além disso, não incorre na proibição de usar fogo as práticas de agricultura de subsistência exercidas pelas populações tradicionais e indígenas (Lei No 12.651/2012, Art. 39). No entanto, é comum que o uso de fogo nas atividades agrícolas convencionais ou de subsistência ocorra sem o controle ou anuência prévia do órgão ambiental, já que é necessário apresentar um estudo detalhado da atividade rural, que deve conter o planejamento específico

²⁹ Além disso, deve ser observada, em cada Unidade Federativa, a legislação Estadual que incide sobre o tema.

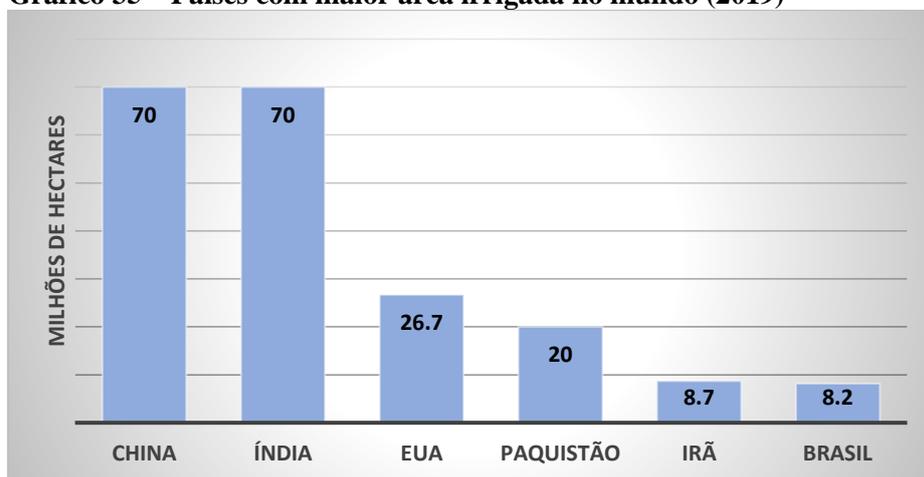
sobre o emprego do fogo e o controle dos incêndios. As queimadas realizadas sem licença são consideradas criminosas³⁰, muitas vezes fogem do controle e se alastram, podendo atingir grandes áreas de florestas nativas ou áreas protegidas e causando prejuízos sociais e econômicos. (SALLES, 2013).

4.4 Degradação dos recursos hídricos

A agricultura irrigada é a classe de maior uso da água no Brasil, sendo responsável por cerca de 50% da captação de água bruta em mananciais superficiais e subterrâneos (o abastecimento urbano, por exemplo, responde por 24% do uso) e 66% da água consumida³¹ no país. Embora o ciclo hidrológico seja fechado, o consumo da água para uma finalidade indisponibiliza outros usos em determinada localidade e período, além de alterar suas condições e de não retornar diretamente aos corpos hídricos nos quais foi captada (ANA, 2021).

Estima-se em 8,2 milhões de hectares a área irrigada no país (ANA, 2020). Estes valores colocam o Brasil entre os países com a maior área equipada para irrigação do mundo – aparece na sexta posição, atrás da China, Índia, EUA, Paquistão e Irã, conforme o Gráfico 35 (FAO, 2021).

Gráfico 35 – Países com maior área irrigada no mundo (2019)



Fonte: FAO/AQUASTAT (2021). Elaboração da autora.

A Tabela 14 traz a área total dos países com maior área irrigada, área agricultável e área irrigada em 2019, com a proporção da área irrigada em relação à área agricultável.

³⁰ Incorrem na Lei de Crimes Ambientais (Lei Nº 9.605/1998).

³¹ Água consumida é a diferença entre a água retirada na captação e a que retorna aos mananciais após o uso (ANA, 2020).

Observa-se que o Brasil, proporcionalmente, é um dos países com menor área agricultável irrigada, apenas 14,2%.

Tabela 14 – China, Índia, EUA, Paquistão, Irã e Brasil – área total, área agricultável, área irrigada e proporção da área irrigada em relação à área agricultável (2019)

Países	Área total (milhões de ha)	Área agricultável (milhões de ha)	Área irrigada (milhões de ha)	Área irrigada/Área agricultável
China	960,0	119.974	70,0	58,35%
Índia	328,7	156.067	70,0	44,8%
EUA	983,1	157.736	26,7	17%
Paquistão	79,6	30.507	20,0	66,6%
Irã	174,5	15.646	8,7	56,2%
Brasil	851,5	55.762	8,2	14,2%

Nota: Terra agricultável inclui o total de áreas sob culturas temporárias, pastagens temporárias e terras com pousio temporário. As terras aráveis não incluem as terras potencialmente cultiváveis, mas que normalmente não são cultivadas.

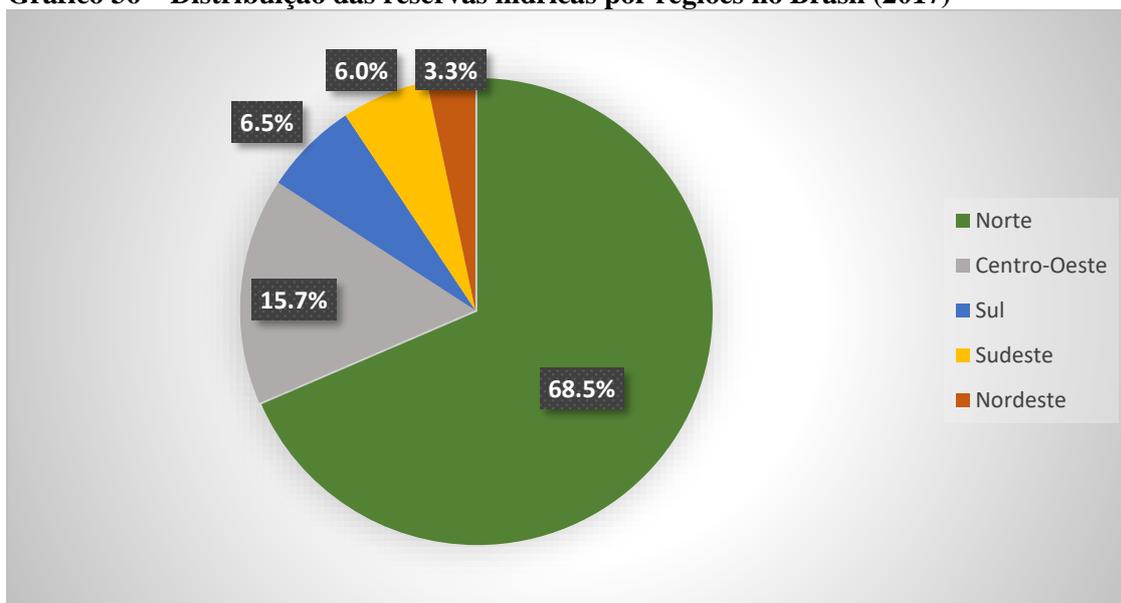
Fonte: FAOSTAT (2022). AQUASTAT (2021). Elaboração da autora.

Apesar deste destaque mundial, a irrigação no Brasil ainda é considerada modesta frente ao potencial estimado – conforme Tabela 15, apenas cerca de 14,2% da área agricultável do País é irrigada. Considerando-se a área agrícola total e a boa disponibilidade hídrica no País, a área adicional irrigável é calculada em 55,85 milhões de hectares (potencial físico-hídrico total). As vazões consumidas para irrigação (836 m³/s) representam apenas 0,9% da disponibilidade hídrica superficial do território brasileiro, estimada em 91.271 m³/s. Quadro diverso dos países líderes em irrigação, mais próximos do esgotamento do seu potencial (ANA, 2021).

No entanto, mesmo com as grandes reservas de água doce disponíveis (incluindo parte majoritária do maior aquífero do mundo, o Guarani), o Brasil possui uma distribuição desigual da água, tanto no espaço (Gráfico 36) quanto no tempo, visto que em algumas regiões o regime de chuvas se concentra em alguns meses, seguidos de longo período de estiagem, com rios intermitentes. Assim, a distribuição das reservas não acompanha a concentração populacional e a demanda hídrica das diferentes regiões do País (PRADO *et al.*, 2017).

Nas regiões onde a disponibilidade hídrica sofre grande variabilidade, diferentes tecnologias – reuso e captação de chuvas em cisternas, reservatórios de pequeno porte e barragens subterrâneas – vêm sendo utilizadas para melhorar a disponibilidade hídrica, reduzindo a vulnerabilidade em relação aos recursos hídricos nas propriedades agrícolas (SILVA *et al.*, 2007; PRADO *et al.*, 2017).

Gráfico 36 – Distribuição das reservas hídricas por regiões no Brasil (2017)

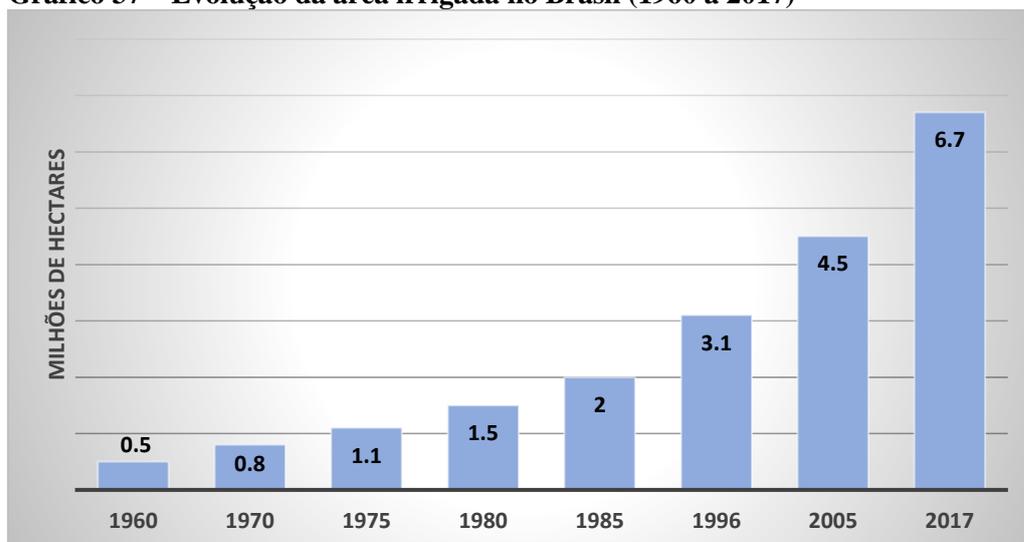


Fonte: Prado *et al* (2017). Elaboração da autora.

Dos 8,2 milhões de hectares irrigados no Brasil, 35,5% correspondem à fertirrigação da cana com água de reuso (2,9 milhões de ha), a partir dos efluentes do processamento da cana (vinhaça). O lançamento desses efluentes nos corpos hídricos (cerca de 600 milhões de litros anuais) era um grande problema ambiental, tendo sido equacionado por exigências das normas ambientais e pelo compromisso de sustentabilidade do setor. Nos 64,5% restantes, a irrigação é feita com água de mananciais (5,3 Mha) (ANA, 2021).

Entre as principais culturas irrigadas destacam-se o arroz (15,9%), a cana irrigada (9,1%) e o café (5,5%). O setor privado é responsável por 96,2% da área irrigada. Os projetos públicos de irrigação ocupam apenas 3,8% da área (200 mil hectares). A irrigação é imprescindível em algumas regiões do país, sobretudo áridas e semiáridas, e aquelas afetadas pela escassez de água em períodos específicos do ano, como no Sudeste e Centro-Oeste. Algumas culturas e safras só se viabilizam com a irrigação e em outras há ganhos de produtividade – por exemplo, o rendimento do feijão em áreas irrigadas é duas vezes maior e o do arroz quase quatro vezes maior (ANA, 2021).

De acordo com os Censos Agropecuários, a área irrigada no Brasil tem crescido de forma consistente nas últimas décadas, com taxas médias superiores a 4% ao ano, intensificando-se nos últimos anos (Gráfico 37).

Gráfico 37 – Evolução da área irrigada no Brasil (1960 a 2017)

Fonte: Censos Agropecuários IBGE (1960 a 2017). Elaboração da autora.

Cabe ressaltar que o aumento da área irrigada, além da competição com outros possíveis usos dos recursos hídricos (como consumo humano), pode acarretar, caso seja feito de forma inadequada, diversos problemas ambientais, tais como: degradação do solo (por salinização ou erosão), poluição e esgotamento dos mananciais e contaminação ambiental. Em casos de regiões semiáridas, por exemplo, pode ser mais vantajoso adaptar o manejo para produzir com reduzido uso de água do que promover a irrigação a partir de águas subterrâneas, as quais podem salinizar o solo e não são renováveis³².

Eficiência no uso da água

A eficiência no uso quantitativo da água³³ está relacionada ao sistema de irrigação adotado, às práticas locais de operação dos equipamentos, ao manejo da água e do solo. O desperdício no País ainda é bastante alto, estimado em cerca de 40%, devido às perdas em sistemas inadequados de irrigação ou vazamentos nas tubulações (GIBERTONI e PANDOLFI, 2015). Além do desperdício, as perdas da irrigação ineficiente podem carrear sedimentos, sais, matéria orgânica e poluentes aos corpos hídricos, podendo contaminá-los.

Os métodos considerados mais eficientes são os de irrigação localizada, sendo que o gotejamento chega a 95% de eficiência. A área de irrigação localizada é de cerca de 23,7% da área total irrigada no País. Já o sistema menos eficiente é a inundação, com apenas 65% de eficiência, que ainda é praticada em 20,8% da área irrigada. (ANA, 2021). A Tabela 15 traz a

³² Regina H.R.Sambuichi, comentário pessoal em fev.2023.

³³ Exprime a relação entre o volume de água necessário para as plantas e o volume de água captado no corpo hídrico; a diferença pode ser considerada como perda (ANA, 2021).

área irrigada de acordo com o método utilizado nos 502.379 estabelecimentos rurais que adotam sistemas de irrigação, segundo o Censo Agropecuário de 2017.

Tabela 15 – Método utilizado para irrigação, propriedades e área irrigada no Brasil (2017)

<i>Método de irrigação</i>	<i>Número de propriedades</i>	<i>Área irrigada (ha)</i>	<i>Proporção da área irrigada (%)</i>
Irrigação localizada - gotejamento	139.550	1.017.358	15,1%
Irrigação localizada - microaspersão	104.217	557.542	8,3%
Irrigação localizada – outros métodos	5.977	25.899	0,38%
Irrigação por superfície - inundação	21.146	1.398.506	20,8%
Irrigação por superfície - sulcos	11.370	89.599	1,3%
Irrigação por superfície – outros métodos	3.006	79.494	1,1%
Irrigação por aspersão – carretel enrolador	5.551	745.532	11,1%
Irrigação por aspersão – pivô central	10.369	1.420.521	21,2%
Irrigação por aspersão - convencional	115.641	1.077.876	16,1%
Outros métodos de irrigação - superficial	8.817	45.659	0,68%
Outros métodos de irrigação – molhação	124.533	236.258	3,5%
Total	502.379	6.694.245	100%

Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

Projetos com métodos de irrigação mais eficientes têm prioridade no licenciamento (Resolução CONAMA nº 284/2001). Os órgãos de recursos hídricos também exigem eficiências mínimas para concessão da outorga, a qual procura garantir que a quantidade de água requerida pelo irrigante seja compatível com a disponibilidade hídrica, bem como demais usos atuais e futuros (ANA, 2021).

Contaminação hídrica e outros impactos

Quanto à qualidade da água, a poluição causada pela agricultura geralmente ocorre de forma indireta, difusa e complexa. O carreamento de defensivos agrícolas é a principal preocupação, devido à intensificação no uso de fertilizantes e agrotóxicos (ver item 4.5). Entre 2009 e 2014, a comercialização de fertilizantes no Brasil cresceu 20,3%, enquanto a área plantada total cresceu 11,8% (ANA, 2020). Outro problema é que não existe no Brasil um limite para a quantidade total de agrotóxicos presentes na água. A estipulação de limites máximos se dá por ingrediente ativo, o que facilita a formação de “coquetéis de agrotóxicos”, com efeitos ainda pouco conhecidos (MORAES, 2019).

Outros impactos da agropecuária nos recursos hídricos estão relacionados ao desmatamento para abertura de novas áreas e à degradação do solo, que levam à redução da

infiltração da água e ao aumento do escoamento superficial. A irrigação mal conduzida também pode causar salinização e erosão do solo, com assoreamento de corpos hídricos, perda de nascentes, prejuízos ao solo e à biodiversidade aquática (EMBRAPA, 2018). As obras por vezes necessárias para a irrigação, como a construção de barragens, também interferem no regime natural dos cursos d'água, podendo afetar a fauna e a flora que deles dependem. Por fim, podem ocorrer alterações no ciclo hidrológico, resultando em redução ou excesso de chuvas (SAMBUICHI *et al*, 2012).

4.5 Contaminação por agrotóxicos

Os agrotóxicos³⁴ – compostos principalmente por herbicidas, fungicidas e inseticidas – são vistos como insumos que podem evitar perdas e alavancar a produtividade na agricultura, considerando-se que as perdas de culturas por pragas e doenças são uma grande ameaça à renda das famílias rurais e à segurança alimentar em todo o mundo (SAVARY *et al*, 2012). Estima-se, por exemplo, que na ausência de qualquer controle de pragas as perdas na produção mundial de trigo poderiam chegar a 50% e na de algodão a 80% (OERKE, 2006). No entanto, apesar da intensificação do uso de agrotóxicos, perdas de produtividade devido às pragas agrícolas ainda podem variar entre 14 a 35% entre culturas (BOMMARCO *et al* 2013).

Impacto no meio ambiente

Há 60 anos, a bióloga Rachel Carson no *best-seller* mundial *Silent Spring*, ou “Primavera Silenciosa” (CARSON, 2002), já alertava para os riscos do uso massivo de pesticidas para o meio ambiente e a saúde humana. Carson argumentava que produtos químicos venenosos e biologicamente potentes têm sido utilizados indiscriminadamente, sem que as pessoas estejam conscientes de seus danos potenciais:

Submetemos números enormes de pessoas ao contato com estes venenos sem o seu consentimento e, frequentemente, sem seu conhecimento. (p. 22)

Idealmente, os agrotóxicos deveriam ser tóxicos apenas para os organismos-alvo. Contudo, a maioria dos pesticidas não são específicos e podem matar organismos inofensivos ou úteis ao ecossistema. Em geral, estima-se que apenas cerca de 0,1% dos pesticidas atingem

³⁴ Segundo a Lei no 7.802/1989, agrotóxicos são os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos.

os organismos-alvo e o volume restante contamine o ambiente circundante (CARRIGER *et al.*, 2006). Assim, o uso contínuo de pesticidas persistentes, desde os anos 1940, vem poluindo diversos componentes do ecossistema – água, ar, solo e biodiversidade – com grande potencial de causar efeitos ambientais adversos, devido à elevada quantidade aplicada globalmente (SHÄFER, BRINK e LIESS, 2011).

Mesmo nos organismos-alvo, o uso indiscriminado de agrotóxicos pode levar a pragas resistentes (quando indivíduos resistentes têm uma vantagem seletiva na presença de um pesticida, que se torna ineficaz) ou ao ressurgimento de pragas, devido à morte dos predadores naturais das pragas. Como resultado, pode ocorrer crescimento descontrolado das pragas, com efeito inverso ao esperado (GEIGER *et al.*, 2010).

Os agrotóxicos são geralmente pulverizados no ar e carregados pelas águas, podendo atingir diferentes rotas, com longo alcance, e infiltrar no solo. Como o uso geralmente é espacialmente concentrado em algumas regiões agrícolas e tipos de lavouras, o impacto ambiental tende a ser maior nessas áreas. No entanto, embora a maioria dos pesticidas usados atualmente se restrinjam ao deslocamento em um raio de 300 km, organoclorados, por exemplo, são atualmente detectados mesmo nas regiões polares, embora nunca tenham sido aplicados lá. Os efeitos dependem da toxicidade dos produtos e sua persistência no meio ambiente, sendo difícil avaliar o impacto em larga escala nos ecossistemas devido à falta de dados abrangentes sobre a presença de pesticidas na água e no solo. Estudos controlados, em áreas específicas, demonstram que os herbicidas têm um grande impacto nas vegetações aquáticas, enquanto os inseticidas atingem principalmente zooplânctons e peixes (SHÄFER, BRINK e LIESS, 2011).

Há um consenso na comunidade científica de que os pesticidas são um fator central para o declínio observado na biodiversidade terrestre, por meio de efeitos diretos ou indiretos (BRÜHL e ZALLER, 2019). Os agrotóxicos podem atingir um amplo espectro de animais: invertebrados essenciais para a estrutura (microbioma) do solo, que permitem a decomposição de compostos orgânicos; insetos polinizadores (são os principais responsáveis pelo declínio da população de abelhas); vertebrados predadores, como pássaros, que promovem o controle biológico das pragas; além de peixes, anfíbios e vertebrados maiores (GILL e GARG, 2014). Por exemplo, considerando-se comparativamente diversos parâmetros (tais como tamanho das lavouras, aplicação de fertilizantes e heterogeneidade da paisagem) um estudo em diversos países europeus identificou a aplicação de pesticidas como maior fator responsável pela menor biodiversidade de plantas, besouros terrestres e aves em campos de trigo (GEIGER *et al.*, 2010).

Além disso, os agrotóxicos entraram na cadeia alimentar e bioacumularam³⁵ nos níveis tróficos mais altos, processo que pode levar à chamada biomagnificação, quando organismos nos níveis mais elevados da cadeia alimentar experimentam maiores danos em comparação com aqueles em níveis mais baixos. Os efeitos na cadeia alimentar também podem ser diretos ou indiretos, em uma intrincada rede de interações (GILL e GARG, 2014).

A pulverização aérea, praticada no Brasil, agrava a contaminação ambiental, pois causa problemas de “deriva”, ou seja, agrotóxicos que não atingem o cultivo alvejado e se dispersam no meio ambiente pela ação do vento, por exemplo. A prática é proibida na UE, em função da potencial contaminação ambiental e da vulnerabilidade da população à exposição dos agroquímicos (BOMBARDI, 2017). Na UE também existe um limite para a quantidade total de agrotóxicos presentes na água, o que não ocorre no Brasil. A estipulação de limites máximos apenas por ingrediente ativo facilita a formação de coquetéis de agrotóxicos, que podem ter seus efeitos potencializados. De fato, estudos demonstram que a combinação de resíduos de diferentes tipos de agrotóxicos em alimentos causou mais danos ao DNA humano do que o teriam em separado (MOLLIER, 2016).

Assim, é de grande importância o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias para o manejo integrado de pragas (MIP) e para o controle biológico de doenças, além de políticas de incentivo à agroecologia e produção orgânica que visam minimizar o uso de defensivos químicos. No entanto, ainda não foi instituída a Política Nacional de Redução de Agrotóxicos – PNARA, que visa reduzir progressivamente o uso de agrotóxicos na produção agrícola e, ao mesmo tempo, ampliar a oferta de insumos de origens biológicas e naturais que os substituam. O PL 6670/2016, que propõe sua implantação, ainda tramita no Congresso Nacional³⁶.

Comparação internacional

O consumo de agrotóxicos vem crescendo no mundo todo, chegando a um total de 4,1 milhões de toneladas consumidas em 2019, segundo os dados da FAO³⁷ mais recentes disponíveis (Gráfico 38). Essa tendência provavelmente continuará nas próximas décadas, devido à demanda por maior produção de alimentos, à produção para biocombustíveis e à

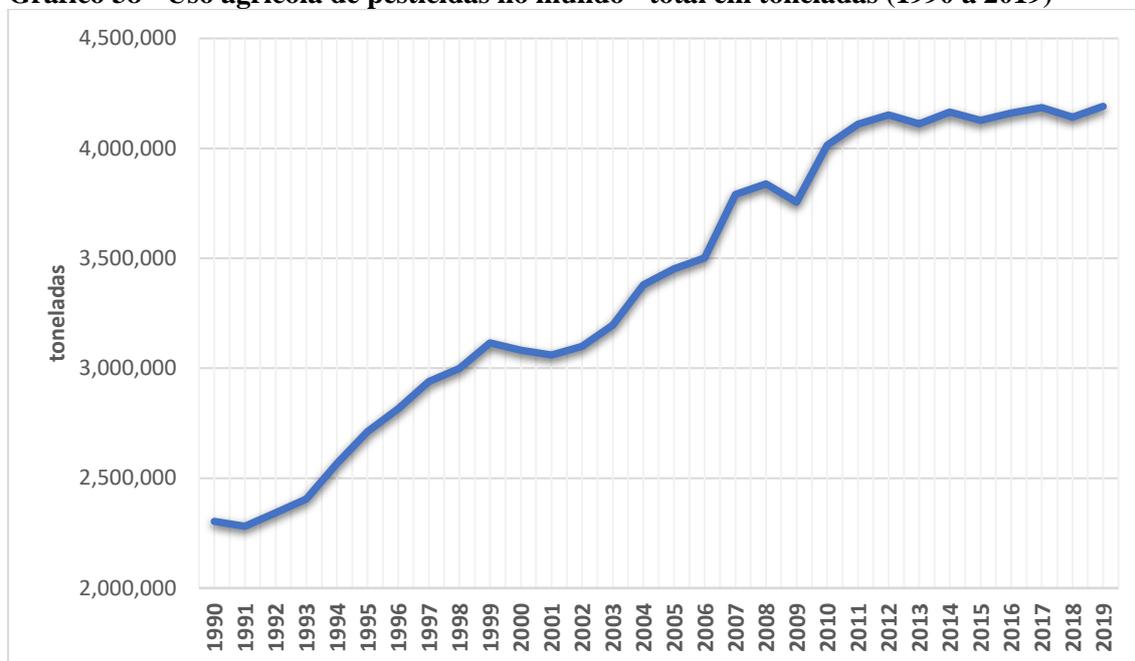
³⁵ Bioacumulação é o aumento da concentração de uma substância nos tecidos ou órgãos dos seres vivos. Disponível em: <<https://www.cnm.org.br/areastecnicas/itemdicionario/bioacumulacao>>

³⁶ Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2120775>. Consultado em 23/11/2022.

³⁷ FAOSTAT. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/EP> Acesso em 31/03/2022.

potencial introdução de novas pragas em muitas áreas associadas às mudanças climáticas (SHÄFER, BRINK e LIESS, 2011).

Gráfico 38 - Uso agrícola de pesticidas no mundo - total em toneladas (1990 a 2019)



Fonte: FAOSTAT (2022). Elaboração da autora.

O Brasil é o terceiro maior consumidor de agrotóxicos no mundo, com 377,1 mil toneladas utilizadas em 2019, o equivalente a 8,99% do total mundial, de acordo com dados da FAO. Em primeiro lugar está a China (42,32%) e, em seguida, os EUA (9,72%) (Tabela 16).

Tabela 16 - Uso de pesticidas: quantidade total e proporção sobre o total mundial (2019)

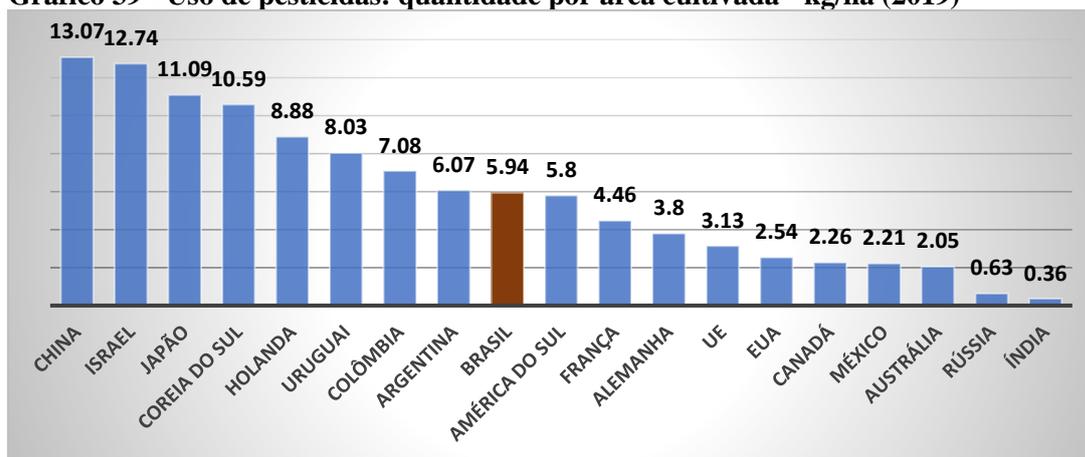
País	Quantidade total (em 1 mil toneladas)	Percentual sobre o total mundial
China	1.773,6	42,32%
EUA	407,7	9,72%
Brasil	377,1	8,99%
Argentina	204,5	4,87%
Canadá	87,6	2,09%
França	85,0	2,02%
Rússia	77,3	1,84%
Colômbia	69,9	1,66%
Austrália	63,4	1,51%
Índia	61,7	1,47%
Japão	52,3	1,24%
México	48,8	1,16%
Alemanha	45,2	1,07%
Coreia do Sul	16,7	0,39%
Uruguai	16,4	0,39%
Holanda	9,3	0,22%
Mundo	4.190,9	-

Fonte: FAOSTAT (2022). Elaboração da autora.

Obs.: Países selecionados em função do consumo absoluto de agrotóxicos.

Quando se considera o volume aplicado por área, segundo dados da FAO para 2019, o Brasil consumiu naquele ano 5,94 kg/ha – o que o coloca próximo à média da América do Sul (5,8 kg/ha) e atrás de países como China, Israel, Japão, Coreia do Sul, Holanda, Uruguai, Colômbia e Argentina. No entanto, está acima da média de consumo da União Europeia (UE) e de países como EUA, México, Austrália, Rússia e Índia (Gráfico 39).

Gráfico 39 - Uso de pesticidas: quantidade por área cultivada - kg/ha (2019)



Fonte: FAOSTAT (2021). Elaboração da autora.

Obs.: Países selecionados em função de área agrícola e consumo de agrotóxicos.

Obs.: Dados para o Brasil podem estar subestimados, pois divergem dos calculados pelo IDS/IBGE.

O aumento no uso de agrotóxicos no Brasil é superior à média mundial, embora inferior aos demais países do Mercosul (MORAES, 2019). O crescimento acompanhou a expansão da área plantada que foi de 26% entre os dois últimos Censos Agropecuários: passou de 62,6 milhões de ha em 2006, para 79 milhões de ha em 2017 (IBGE, 2018).

Alguns fatores explicariam o grande consumo no Brasil: a extensão da área cultivada, com o plantio de até três safras anuais na mesma área (enquanto na Europa e nos EUA geralmente há apenas uma safra por ano) e o fato de que a agricultura em ambientes tropicais e subtropicais é sujeita a maior ocorrência e severidade de pragas do que regiões temperadas, já que a agricultura não conta com longos períodos de inverno para interromper ciclos de pragas e doenças (IBAMA, 2022).

No que se refere à regulamentação do uso de agrotóxicos no Brasil em relação a outros países, o contexto internacional é heterogêneo – apesar de tentativas terem sido feitas para a criação de padrões internacionais. As regras variam, de modo que agrotóxicos banidos ou de uso restritos em alguns países são de uso livre ou pouco controlado em outros. Por exemplo, três ingredientes bastante utilizados no Brasil são proibidos na União Europeia (acefato, atrazina e paraquate), mas permitidos nos EUA, Japão, China e demais países do Mercosul

(MORAES, 2019; PAN CONSOLIDATED, 2021). Bombardi (2017), ao comparar o uso de agrotóxicos no Brasil em relação aos países da União Europeia, constatou que cerca de 30% dos ingredientes ativos autorizados no país são proibidos na UE por seus efeitos danosos à saúde humana e ao meio ambiente.

Observa-se que a UE reúne os países com mais pesticidas banidos. Apesar dessas restrições, Galt (2008) analisa a contradição dessas medidas no que chama de “círculo de envenenamento”, ao relatar o retorno dos agrotóxicos banidos para os países de origem (que produzem e vendem agrotóxicos) por meio da importação de alimentos.

O Brasil também é um dos países com mais ingredientes ativos banidos, com 131 ingredientes banidos em 2021 – atrás dos países da União Europeia (208), Reino Unido (175) e Suíça (140). Em seguida, estão países como Índia (55), China (51), Colômbia (38), Canadá (29), Rússia (24), Japão (17) e USA (15) (PAN CONSOLIDATED, 2021).

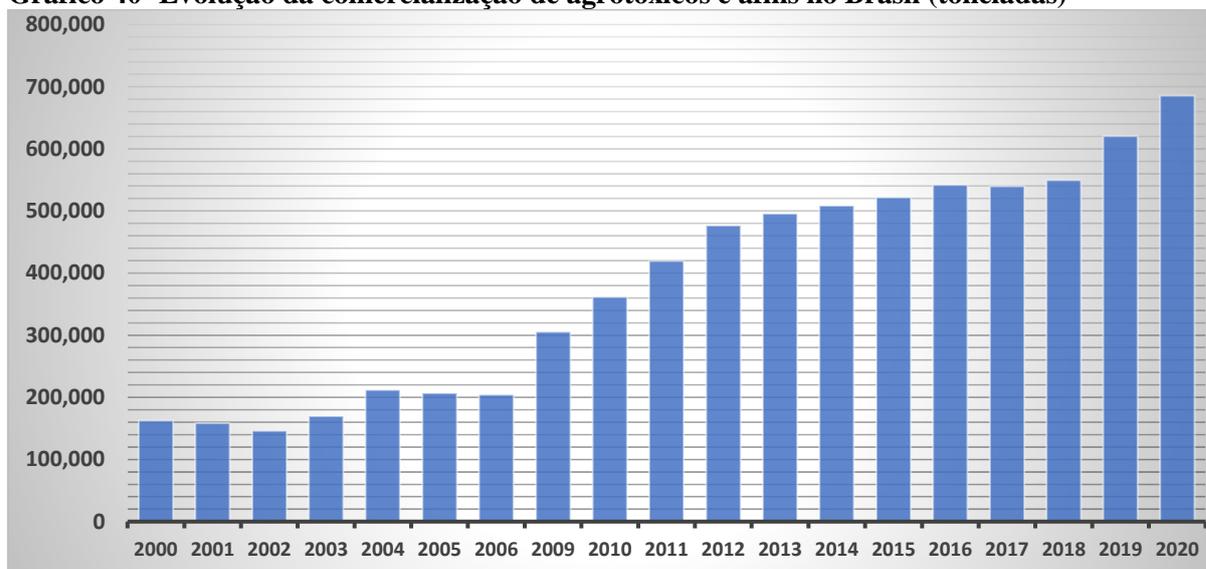
Além disso, há uma grande diferença, entre os países, nos níveis de resíduos de agrotóxicos permitidos nos alimentos e na água. Por exemplo, na soja brasileira é permitido um resíduo de glifosato 200 vezes maior do que na UE. Já no caso do herbicida 2,4-D, (segundo agrotóxico mais vendido no país) o limite máximo permitido na água potável é 300 vezes maior no Brasil do que na UE; enquanto para o glifosato o resíduo permitido na água potável brasileira é 5 mil vezes superior ao da UE (BOMBARDI, 2017). Já o limite de glifosato no Brasil para o milho é inferior ao dos Estados Unidos e igual ao da UE (HANDFORD, ELLIOTT e CAMPBELL, 2015).

Evolução do uso de agrotóxicos no Brasil

No Brasil, os dados oficiais sobre uso de agrotóxicos baseiam-se nos relatórios de comercialização realizados pelo Ibama, nos dados do IBGE – Censos Agropecuários e Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) – e nos registros anuais de novos agrotóxicos e afins realizados pelo MAPA.

Os relatórios de comercialização do Ibama (vendas internas no Brasil) indicam o aumento no consumo desses produtos³⁸. A comercialização quadruplicou entre 2000 e 2020, passando de 162,4 mil toneladas em 2000, para cerca de 685,7 mil toneladas em 2020 (Gráfico 40).

³⁸ As quantidades comercializadas não necessariamente são utilizadas no ano indicado, podendo superestimar o dado.

Gráfico 40- Evolução da comercialização de agrotóxicos e afins no Brasil (toneladas)

Fonte: Ibama (2020). Elaboração da autora.

Nota: Não estão disponíveis os dados para os anos 2007 e 2008, sendo 2020 o último ano de atualização na data consultada (10 fev. 2022).

Também se observa mudança no padrão de uso dos defensivos, que passam do enfoque no controle de insetos e fungos para intensificação em herbicidas, empregados na chamada capina química, principalmente no plantio direto de soja. De fato, os ingredientes ativos mais vendidos no Brasil são os herbicidas Glifosato e 2,4 D, responsáveis por cerca de 43% do volume vendido em 2020 (Tabela 17).

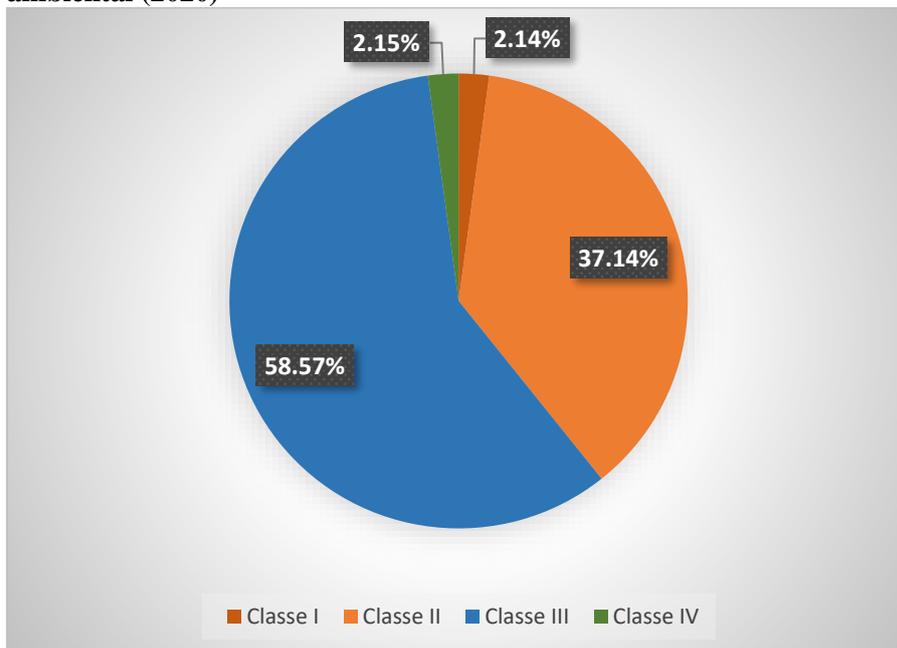
Tabela 17 – Agrotóxicos mais comercializados no Brasil (2020)

Ranking	Ingrediente Ativo	Toneladas
1º	Glifosato	246.017,51
2º	2,4-D	57.597,57
3º	Mancozebe	50.526,87
4º	Atrazina	33.321,11
5º	Acefato	29.982,50
6º	Clorotalonil	29.191,03
7º	Malationa	15.702,11
8º	Enxofre	11.390,90
9º	Imidacloprido	9.401,65
10º	Clorpirifós	8.894,88

Fonte: Ibama (2020). Elaboração da autora.

Os relatórios do Ibama trazem a quantidade de agrotóxicos comercializados segundo a periculosidade para o meio ambiente. O Gráfico 41 apresenta a distribuição de agrotóxicos comercializados, segundo classe de periculosidade, para 2020, ano mais recente disponível na série. Predominam os produtos medianamente perigosos (Classe III), que representaram 58,57% dos agrotóxicos comercializados.

Gráfico 41 – Distribuição de agrotóxicos comercializados segundo classe de periculosidade ambiental (2020)



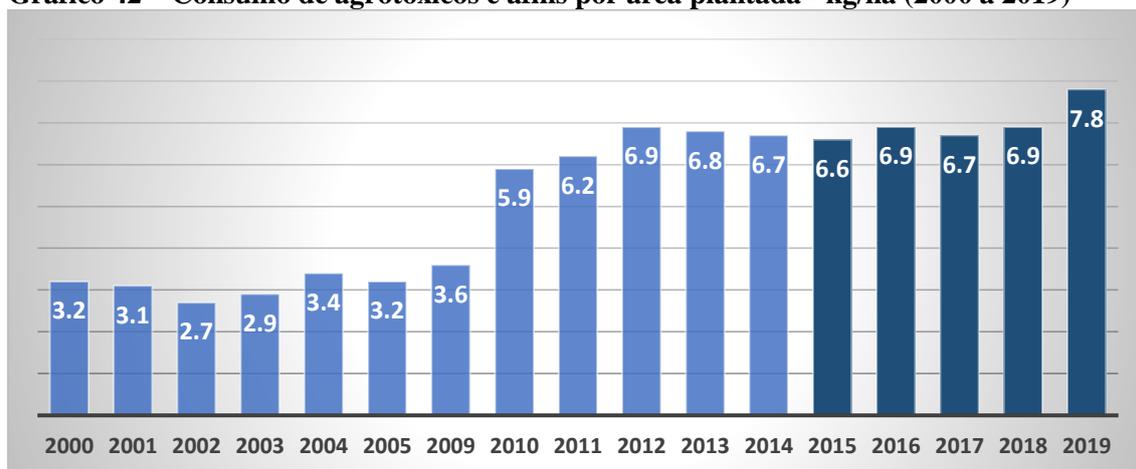
Classe I – produto altamente perigoso; Classe II – produto muito perigoso; Classe III – produto medianamente perigoso; e Classe IV – produto pouco perigoso.

Fonte: Ibama (2020). Elaboração da autora.

O Ibama disponibiliza, ainda, dados sobre produtos utilizados no controle biológico de pragas – os chamados semioquímicos e agentes microbiológicos, que reduzem a necessidade de uso de inseticidas prejudiciais ao meio ambiente e à alimentação humana (ver item 6.3).

O IBGE (2014) calcula o índice de consumo nacional de ingredientes ativos de agrotóxicos e afins por área plantada, a partir dos dados de área de lavouras temporárias e permanentes e de comercialização de agrotóxicos mantidos pelo Ibama, para os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS). Contudo, a série histórica do IDS está disponível apenas até 2014. Assim, o período de 2015 a 2019 foi calculado pela autora, com base na mesma metodologia adotada pelo IDS³⁹. No período total, de 2000 a 2019, o índice mostra que a quantidade utilizada por área mais do que dobrou, passando de 3,2 kg de agrotóxico/ha para 7,8 kg/ha. A taxa se eleva no período de 2000 a 2012, se mantém estável, com oscilações, até 2018 e cresce novamente em 2019 (Gráfico 42).

³⁹ O uso de agrotóxicos se baseia nos relatórios de comercialização do Ibama. Para a área plantada considerou-se o levantamento sistemático da produção agrícola para o mês de dezembro dos anos consultados. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588>. Acesso em 10 set. 2021.

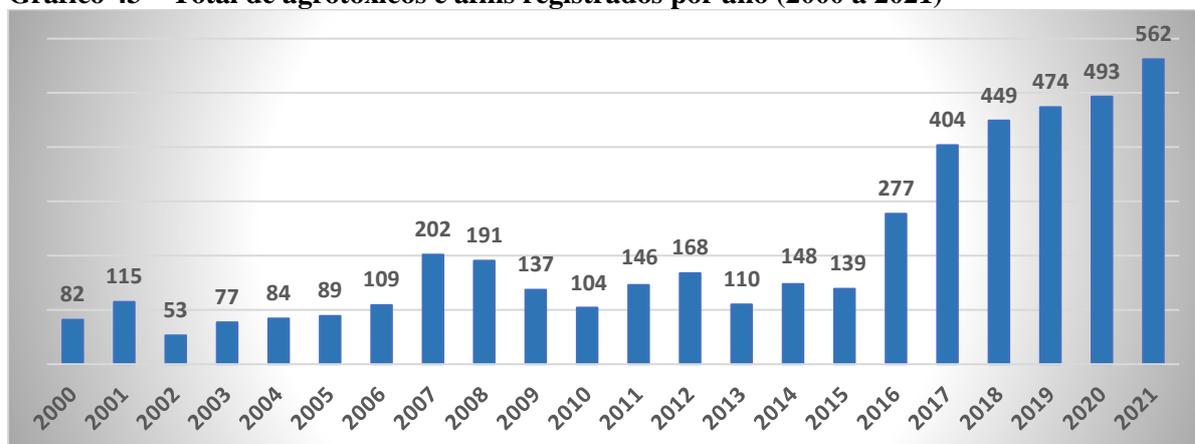
Gráfico 42 – Consumo de agrotóxicos e afins por área plantada - kg/ha (2000 a 2019)

Fonte: IBGE (2014), Ibama (2020) e IBGE (2021)

Obs.: Anos de 2015 a 2019 calculados pela autora, com base na mesma metodologia adotada pelo IDS.

Outro dado relevante refere-se ao aumento do número de novos registros concedidos a agrotóxicos e afins. Os produtos registrados devem ser previamente avaliados e aprovados pelo MAPA quanto à eficiência agrônômica, pela Anvisa quanto ao impacto na saúde humana e pelo Ibama quanto aos impactos ao meio ambiente. A partir de 2016, houve um crescimento significativo de novos registros, chegando a 562 em 2021 (Gráfico 43).

No entanto, foram introduzidos poucos ingredientes ativos novos – a maior parte são produtos equivalentes ou genéricos elaborados a partir de ingredientes autorizados anteriormente. O total de registros também inclui produtos de baixo risco, como microbiológicos, extratos vegetais e semioquímicos, utilizados na agricultura orgânica – por exemplo, esses produtos corresponderam a 16% dos registros em 2021 (ver item 6.3).

Gráfico 43 – Total de agrotóxicos e afins registrados por ano (2000 a 2021)

Obs.: Inclui produtos de baixo risco, utilizados na agricultura orgânica. Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA⁴⁰

⁴⁰ Disponível em : <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/informacoes-tecnicas>. Consulta em 31/03/2022.

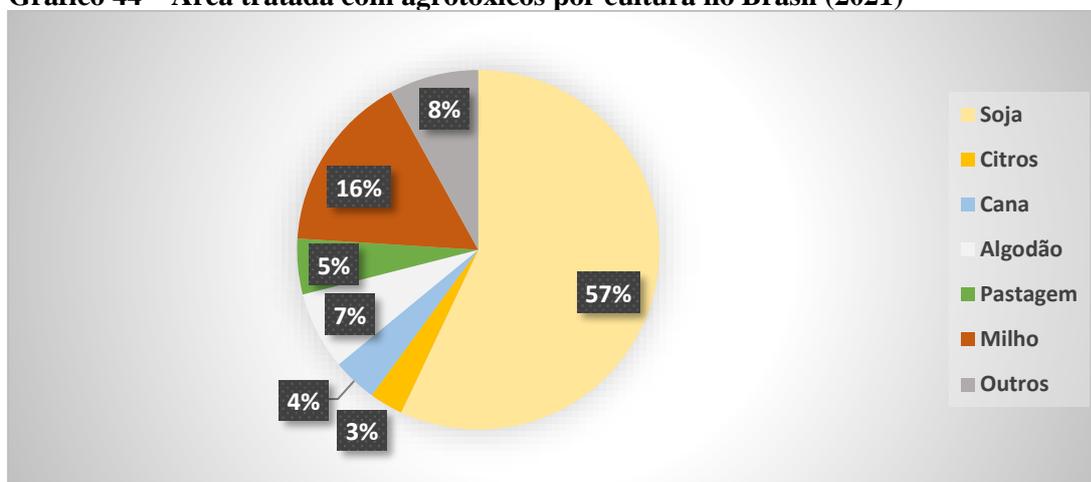
Mesmo com a maior oferta desses produtos, o custo do uso de agrotóxicos vem subindo. O valor total de produto aplicado teve um aumento de quase 20% entre 2020 e 2021, passando de US\$ 12.483 milhões para US\$ 14.965 milhões. O custo médio por produto aplicado (valor do produto aplicado dividido pela área tratada) também aumentou cerca de 7% entre 2020 e 2021: passou de US\$ 7,45/h em 2020 para US\$ 7,95/h em 2021 (SINDVEG, 2021).

Já o volume total de produto aplicado chegou a 1.194.373 de toneladas em 2021 – um aumento de 10,5% em relação a 2020.

Os agricultores do Brasil trataram 1,883 bilhão de hectares com defensivos químicos no ano passado, aumento de 12,1% ante 2020, informou o Sindiveg nesta terça-feira (10). Já a área tratada com agrotóxicos em 2021 foi de 1,882 bilhão de ha – um aumento de 12,4% em relação a 2020. A área tratada é o resultado da multiplicação da área cultivada em hectares pelo número de aplicações de defensivos e, ainda, pelo número de produtos formulados em cada uma das aplicações. Ou seja, uma mesma área, pode receber várias aplicações de agrotóxicos ao longo do ano (SINDVEG, 2022).

A soja é a cultura com maior área tratada com agrotóxicos no Brasil, representando 57% do total da área de plantio com uso desses produtos em 2021. Em seguida, está o milho (16%), o algodão (7%), as pastagens (5%), cana (4%) e citros (3%). Outras culturas, como feijão, batata, cebola, frutas, arroz, café e trigo, respondem pelo restante da área (8%) tratada com agrotóxicos (Gráfico 45). Desta forma, a soja, o milho e o algodão representam 80% da área tratada com agrotóxicos. Essas culturas utilizam, majoritariamente, sementes transgênicas, tolerantes ao herbicida glifosato, principal agrotóxico comercializado no país.

Gráfico 44 – Área tratada com agrotóxicos por cultura no Brasil (2021)



Fonte: Sindiveg (2021). Elaboração da autora.

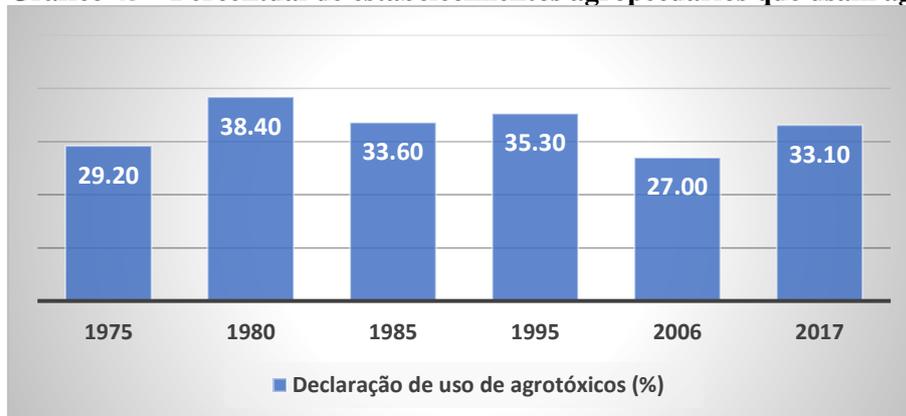
A expansão no uso de agrotóxicos foi acompanhada por regras mais rígidas quanto ao seu uso. A principal norma é a Lei Nº 7.802/1989⁴¹, conhecida como Lei dos Agrotóxicos, a qual foi regulamentada pelo Decreto Nº 4074/2002. Além disso, diversas Instruções Normativas do MAPA e Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) vieram complementar a legislação, estabelecendo proibição ou limitação de uso, bem como a adoção de limites máximos de resíduos em alimentos e normas de segurança para o manuseio, transporte, armazenamento e disposição final de embalagens.

Nesse contexto, não se pode ignorar que o processo regulatório não é neutro: está sujeito à influência de grupos organizados, tais como redes de produtores de agrotóxicos e grandes produtores agrícolas politicamente influentes, o que pode levar à captura regulatória, isto é, a ação pública em favor de específicos grupos de interesse (MORAES, 2019).

Os agrotóxicos nos Censos Agropecuários

Nos Censos Agropecuários é possível observar a evolução no uso de agrotóxicos (percentual declarado nos estabelecimentos agrícolas) entre 1975 e 2017. A proporção de estabelecimentos com uso de agrotóxicos aumenta 6,1% no período, embora se observe uma oscilação entre os anos censitários (Gráfico 45). Ressalta-se que apenas a partir do Censo de 2006 foram incluídas informações mais específicas sobre o uso de agrotóxicos – nos períodos anteriores a questão sobre controle de doenças e pragas envolvia tanto o uso de agrotóxicos quanto o controle biológico.

Gráfico 45 – Percentual de estabelecimentos agropecuários que usam agrotóxicos (1975-2017)



Fonte: Censos Agropecuários IBGE. Elaboração da autora.

⁴¹ Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

No Censo Agropecuário de 2017, os agrotóxicos foram utilizados em 1.681.565 estabelecimentos agropecuários, 33% do total. A proporção se mantém, quando se analisa separadamente o uso em estabelecimentos da agricultura familiar e não familiar: dos 3.897.408 estabelecimentos que compõem o grupo de agricultura familiar, 33% utilizaram agrotóxicos; dos 1.175.916 estabelecimentos de agricultura não familiar, 33% utilizaram agrotóxicos.

Os estabelecimentos com maiores áreas de lavouras (faixa acima de 500 ha), são os que mais utilizam agrotóxicos, chegando a 50% de uso nesse grupo, embora o consumo tenha aumentado em todos os grupos de área. A região Centro-Oeste concentra 41,3% desses estabelecimentos (IBGE, 2017).

Porém, somente em 37% dos estabelecimentos agropecuários que utilizaram agrotóxicos em 2017 (617.304 unidades) houve a declaração de terem recebido orientação técnica por profissional qualificado, o que aponta para um potencial risco de aplicação inadequada desses produtos. Além disso, a orientação técnica é maior nos estabelecimentos com mais de 500 ha: 91%, enquanto nas propriedades com menos de 1 ha é de 12,8% (IBGE, 2017).

Nesse sentido, Reyna *et al* (2020) ressaltam a importância de políticas públicas que ampliem o acesso à orientação técnica e difundam a vantagem da associação em cooperativas, visto que esses fatores são de grande relevância para promover a eficiência técnica nos estabelecimentos agrícolas e para evitar o uso inadequado dos agrotóxicos. Para os autores, o cooperativismo facilita o acesso a novas tecnologias de produção, linhas de crédito, programas sociais, informações sobre agrotóxicos mais adequados, além possibilitar o compartilhamento de riscos e despesas entre os membros.

As despesas com agrotóxicos também têm aumentado nas últimas décadas: mais que quadruplicaram entre os Censos de 1995-1996 e 2017, assim como a média de despesa anual por estabelecimento, que passou de R\$ 4,8 mil para R\$ 19,3 mil no mesmo período (VALADARES *et al*, 2020). Os estabelecimentos com áreas maiores também são os que mais gastam anualmente com esses produtos: aqueles entre 0 a 5 ha gastam, em média, em R\$ 668,00 enquanto nos que possuem mais de 2.500 ha a despesa chega a cerca de R\$ 1,3 milhão (IBGE, 2017).

Reyna *et al* ao avaliarem os impactos do uso de agrotóxicos sobre a eficiência técnica na agricultura brasileira, de acordo com o Censo Agropecuário 2017, verificaram que as fazendas intensivas no uso de agrotóxicos foram 17,5%, em média, mais eficientes do que as menos intensivas. No entanto, os autores recomendam pesquisas futuras que considerem as

externalidades no ambiente e na saúde dos produtores, de modo a possibilitar uma avaliação de custo e benefício sobre o uso de agrotóxico na agropecuária brasileira.

Destinação das embalagens de agrotóxicos

A destinação adequada das embalagens de agrotóxicos, de acordo com a Lei Nº 9.974/2000, é de responsabilidade compartilhada do usuário ou produtor e do comerciante. A Lei de Resíduos Sólidos (Lei 12.605/2010) também estabelece que as embalagens devem obedecer ao ciclo da logística reversa, retornando aos fabricantes, que devem dar destino final às embalagens.

Para tanto, os fabricantes de defensivos agrícolas criaram o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (inpEV), entidade que reúne mais de 100 empresas fabricantes de defensivos agrícolas com o objetivo de promover a correta destinação das embalagens. Segundo dados do inpEV, cerca de 94% das embalagens plásticas primárias (que entram em contato direto com o produto) e 80% do total das embalagens de produtos comercializados anualmente recebem a correta destinação pós-consumo. Em 2020, foram coletadas pelo instituto 49.980 toneladas de embalagens, sendo que, destas, 93% foram recicladas e 3% incineradas (INPEV, 2020).

Nesse quesito, o País tem apresentado bons resultados quanto ao destino correto das embalagens, sendo referência internacional. Na França, segundo melhor desempenho depois do Brasil, a destinação é de 77%; seguida do Canadá, com 73%, enquanto os EUA ocupam o nono lugar no *ranking*, com apenas 33% de destino adequado das embalagens (INPEV, 2020).

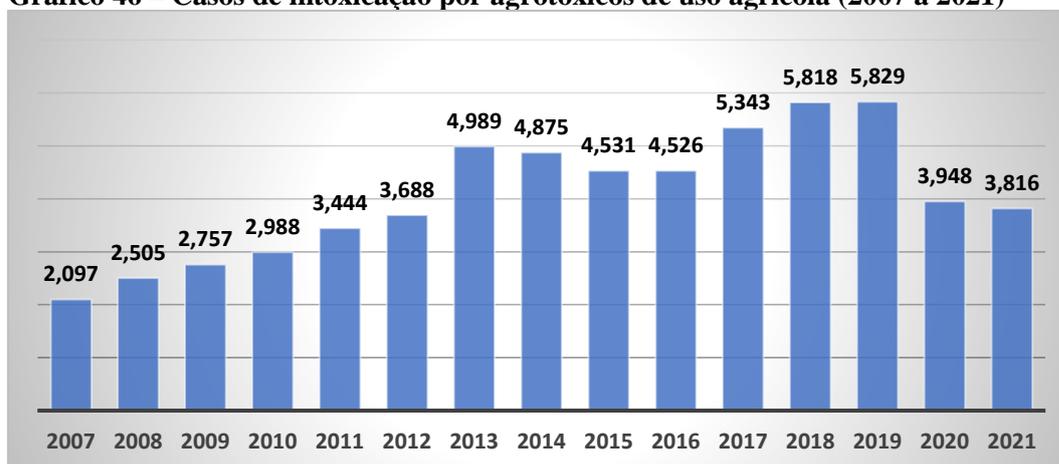
Impacto na saúde humana no Brasil

Os efeitos deletérios dos agrotóxicos na saúde humana têm sido amplamente estudados e descritos na literatura, com evidências crescentes que estabelecem uma ligação entre a exposição a estes agroquímicos e a incidência de episódios de intoxicação aguda e doenças crônicas humanas que afetam os sistemas nervoso, reprodutivo, renal, cardiovascular e respiratório. Os efeitos são complexos – dependem de um conjunto de variáveis, como: grau de toxicidade, quantidade utilizada e forma de manejo do produto (KAUR e GARG, 2019; WHO, 2010; MS, 2018).

Seu uso também está associado à elevação das taxas de suicídio na população rural. No Brasil, as tentativas de suicídio chegam a 45% dos casos de intoxicação registrados pelo Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (Sinitox), da Fiocruz (VALADARES *et al*, 2020).

De acordo com dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan) do Ministério da Saúde foram notificados 61.154 casos de intoxicação (agudas ou por exposição ocupacional) por agrotóxicos de uso agrícola ao longo da série histórica de dados disponíveis, que cobre o período de 2007 a 2021. Observa-se que os casos notificados aumentaram gradativamente no período 2007 a 2019, com redução a partir de 2020 (Gráfico 46). No entanto, uma vez que esses casos somente são reportados quando os intoxicados dão entrada em hospitais, é possível que os dados estejam subestimados: de acordo com o Censo Agropecuário de 2006 naquele ano 25 mil estabelecimentos haviam registrado pelo menos um caso de intoxicação por agrotóxico (VALADARES *et al*, 2020); já o Censo Agropecuário de 2017 não traz dados a respeito.

Gráfico 46 – Casos de intoxicação por agrotóxicos de uso agrícola (2007 a 2021)



Fonte: Ministério da Saúde/SVS - Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Sinan Net
Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sinannet/cnv/Intoxbr.def>
Acesso em 21 jul. 2022

Quanto à quantificação da presença de agrotóxicos na água potável, dados do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), indicam que mais de 99% das amostras analisadas estavam dentro dos parâmetros em 2014. No entanto, os testes abrangem menos de 50% dos municípios brasileiros (MS, 2018). Além disso, é importante considerar, nas ações de vigilância em saúde, quaisquer resultados que identifiquem agrotóxicos em amostras de água, ainda que inferiores ao valor máximo permitido na legislação (ANA, 2020).

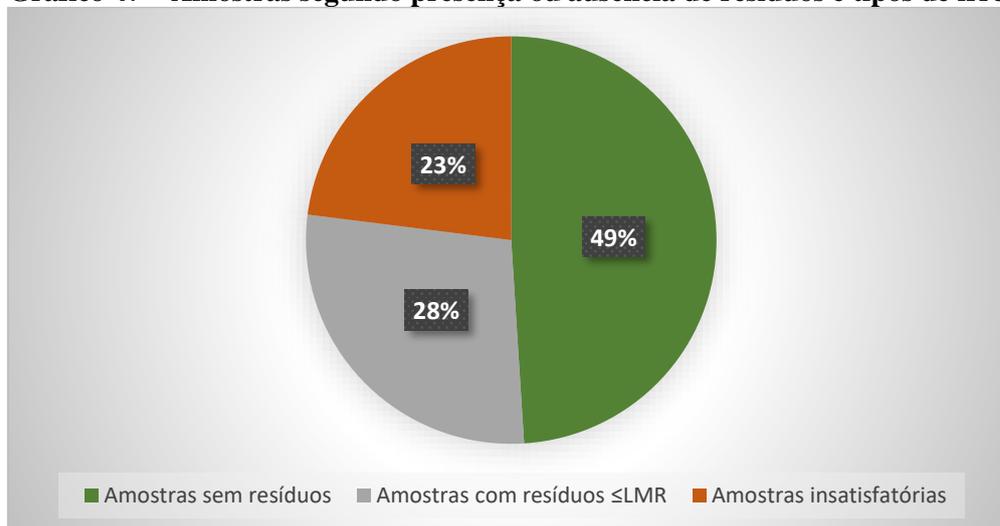
Nos alimentos, o monitoramento é realizado pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) criado em 2001 para avaliar os níveis de resíduos de agrotóxicos nos alimentos de origem vegetal que chegam aos consumidores. O programa é uma ação do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), coordenado pela Anvisa, em conjunto com órgãos estaduais e municipais de vigilância sanitária e laboratórios estaduais de

saúde pública. Os dados do PARA são utilizados para medidas educativas, avaliação de risco à saúde devido à exposição aos agrotóxicos e reavaliação de agrotóxicos para tomada de decisão sobre possível restrição ou banimento de agrotóxicos perigosos para a saúde.

O relatório mais recente disponível traz dados sobre as amostras analisadas no período 2017-2018 (ANVISA, 2019). As amostras foram coletadas em estabelecimentos varejistas localizados em 77 municípios brasileiros, exceto no Estado do Paraná, que optou por não fazer parte do Programa a partir do ano de 2016. Foram pesquisados até 270 agrotóxicos diferentes nas amostras analisadas, sendo identificados os ingredientes ativos proibidos (ANVISA, 2019).

Ao total, foram analisadas⁴² pelo PARA 4.616 amostras no período 2017-2018. Destas, 77% foram consideradas satisfatórias quanto aos agrotóxicos pesquisados sendo que em 49% não foram detectados resíduos. Em 1.290 amostras (28%) foram detectados resíduos com concentrações iguais ou inferiores ao limite máximo regulamentar (LMR) de resíduos oficialmente aceitos no alimento. Foram consideradas insatisfatórias 23% das amostras, as quais podem apresentar diferentes tipos de irregularidades quanto aos ingredientes ativos encontrados: concentração acima do permitido; não permitido para a cultura ou proibido – banido ou ainda não autorizado para uso no Brasil (ANVISA, 2019) (Gráfico 47).

Gráfico 47 – Amostras segundo presença ou ausência de resíduos e tipos de irregularidade



Fonte: Anvisa (2019)

Apesar de o relatório concluir que os alimentos consumidos no Brasil são seguros quanto aos potenciais riscos de intoxicação aguda e crônica, ainda é preocupante que quase 1/4 das amostras apresente níveis insatisfatórios de resíduos de agrotóxicos. Nos agrotóxicos de

⁴² As amostras são analisadas pelo método analítico de “multirresíduos”, que consiste em analisar simultaneamente diferentes ingredientes ativos de agrotóxicos em uma mesma amostra (ANVISA, 2019).

contato, que atuam principalmente nas partes externas do vegetal, os resíduos podem ser em grande parte removidos quando higienizados. No entanto, nos chamados agrotóxicos sistêmicos, que atuam no interior das plantas e penetram no interior do alimento, os resíduos não podem ser removidos na lavagem ou retirada de suas cascas (ANVISA, 2019).

4.6 Contaminação por fertilizantes químicos

A adubação com fertilizantes químicos é cada vez mais frequente na agricultura industrial moderna, devido aos resultados alcançados no aumento da produtividade e por permitir o cultivo de áreas com baixa fertilidade natural. O uso de fertilizantes está na base de cerca de um terço da produção mundial, sendo considerado o fator que, isoladamente, mais contribui para o aumento da produtividade agrícola (ISHERWOOD, 2000). Estima-se que apenas os fertilizantes nitrogenados sejam responsáveis pelo incremento de cerca de 40% na oferta de alimentos no mundo (EMBRAPA, 2018).

Impactos no meio ambiente

Os macronutrientes primários (Nitrogênio, Fósforo e Potássio - NPK) formam o grupo mais importante para a indústria de fertilizantes, pois são usados em grandes quantidades nos cultivos agrícolas. Outros nutrientes, apesar de importantes (como enxofre, cálcio e magnésio) são necessários em quantidades menores (FERNANDES, 2009). Excetuando-se os nitrogenados, os demais fertilizantes são, na verdade, minerais mais ou menos purificados (ISHERWOOD, 2000).

Ainda que não sejam considerados tóxicos⁴³, esses insumos podem acarretar diversos impactos ambientais. O nitrogênio, por exemplo, apesar de ser nutriente considerado ilimitado (pois é retirado da atmosfera) consome grande quantidade de combustíveis fósseis no seu processo de fabricação, pois necessita da combustão do gás natural. A chamada síntese de Haber-Bosh, empregada em sua produção, é realizada em alta temperatura e pressão, com uso de intensivo de energia (KRÜGER, 2016). Já a produção do fosfato, gera como subproduto o gesso, que pode ser um problema ambiental, se não tiver uma disposição final adequada (ISHERWOOD, 2000).

⁴³ Impactos diretos dos fertilizantes na saúde humana são raros, mas podem ocorrer, por exemplo, por meio da inalação de amônia ou pela presença de contaminantes potencialmente tóxicos, quando não adequadamente purificados (Unep, 2021).

Os impactos ambientais devem-se, sobretudo, ao uso excessivo e ineficiente. Estima-se que a eficiência do uso de nutrientes é inferior a 40-65% para o nitrogênio, 40-65% para nitrogênio, 15-25% para fósforo e 30-50% para potássio no primeiro ano de aplicação. Embora as safras subsequentes possam se beneficiar dos nutrientes deixados no solo, uma grande quantidade é perdida para o meio ambiente, causando danos nos ecossistemas (UNEP, 2021).

É comum o emprego de doses excessivas de fertilizantes, na tentativa de reverter *déficits* de produção. O incremento inicial de produção, contudo, após atingir determinado nível, segue um padrão de declínio, o que pode trazer graves consequências econômicas, pela queda de produção (BUTTERBACH-BAHL e GUNDERSEN, 2011; MOSIER *et al.* 2004).

O excesso de nitrogênio pode levar à acidificação do solo e a processos de eutrofização artificial de sistemas aquáticos – um tipo de poluição ambiental decorrente do excesso de nutrientes que causa a proliferação de algas e plantas aquáticas, levando a um baixo nível de oxigênio na água e à morte de espécies animais e vegetais (MOSIER *et al.* 2004).

Os fertilizantes, principalmente os nitrogenados, também estão associados às emissões de gases de efeito estufa (GEE) em seu processo de produção, transporte e uso – calcula-se que contribuem com quase 40% das emissões agropecuárias de GEE (UNEP, 2021).

Em pesquisa realizada no cerrado brasileiro, Ramos (2017) observou que nutrientes em excesso podem afetar as características das plantas, como quantidade e qualidade de flores e, conseqüentemente, o processo de polinização. O autor observou que o provimento de serviços de polinização (pela ação de insetos nativos) beneficiou a produção agrícola do feijão comum, enquanto o uso excessivo de fertilizantes, bem como a redução de áreas de habitat natural ao redor dos campos agrícolas, afetou negativamente os insetos polinizadores.

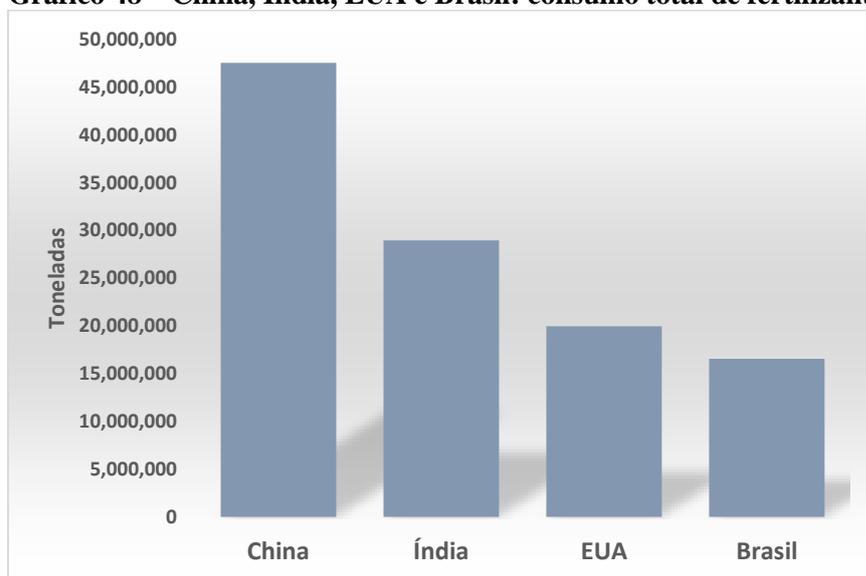
Por outro lado, o uso adequado de fertilizantes, ao promover a intensificação produtiva, com a recuperação de solos degradados ou inférteis, pode contribuir para evitar o avanço da fronteira agrícola sobre novas áreas de vegetação nativa.

Comparação internacional

Cerca de 190 milhões de toneladas de fertilizantes inorgânicos foram utilizados na agricultura, em todo o mundo, em 2018, com demanda prevista para atingir 197 milhões de toneladas até 2024 (UNEP, 2021). O Brasil é, hoje, o quarto mercado mundial no consumo de fertilizantes, com 6% do consumo mundial, o que coloca o país atrás apenas da China (33%), Índia (17%) e EUA (12%). A agricultura brasileira voltada para a produção de *commodities* depende muito desses insumos – culturas como soja, milho, cana, café, algodão consomem 80%

dos fertilizantes usados no país⁴⁴. O Gráfico 48 traz o total de fertilizantes – a base de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) – utilizados por China, Índia, EUA e Brasil em 2019, com dados da FAO.

Gráfico 48 – China, Índia, EUA e Brasil: consumo total de fertilizantes - NPK (2019)



Fonte: FAOSTAT (2021). Elaboração da autora

Apesar do elevado consumo total de fertilizantes, ao se considerar a quantidade por área agrícola (kg/ha) o Brasil ainda está abaixo do consumo de diversos países. Por exemplo, em 2019 o Brasil consumiu, em média, 76,52 kg/ha de adubos nitrogenados, enquanto o Egito consumiu 324,64 kg/ha, a China 198,07 kg/ha, a Holanda 188,54 kg/ha, a Índia 111,41 kg/ha e a média da UE ficou em 90,96 kg/ha. Por outro lado, está acima de países como EUA (72,75 kg/ha), México (60,16 kg/ha) e Austrália (43,28 kg/ha) (FAOSTAT, 2021).

Evolução do uso de fertilizantes no Brasil

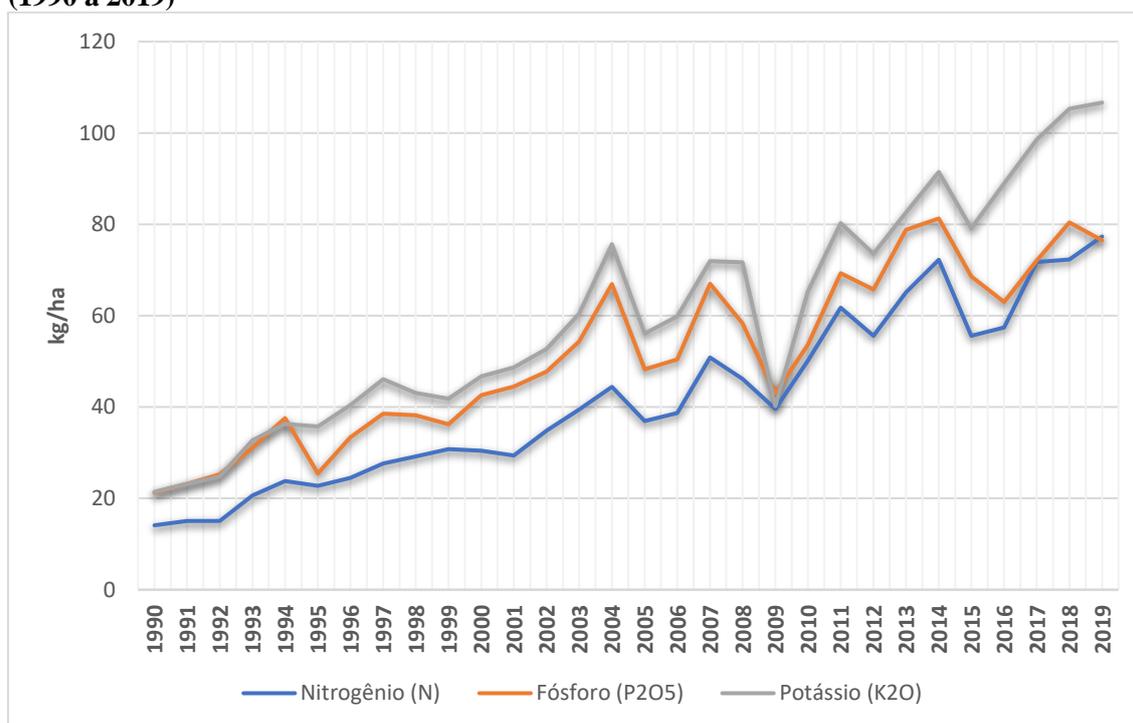
O uso de fertilizantes e corretivos é de grande importância nas áreas tropicais, onde se encontram solos naturalmente ácidos e de baixa fertilidade, que exigem a correção e a reposição sistemática de nutrientes. Entre as culturas que mais requerem o uso de fertilizantes estão a soja, o milho e a cana-de-açúcar, somando mais de 73% do consumo nacional. Os principais nutrientes utilizados na agricultura brasileira são o potássio (38%), o fósforo (33%) e o nitrogênio (29%) (BRASIL, 2022a).

⁴⁴Disponível em < <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2019-08/fertilizantes-codigo-de-uso-sustentavel-recomenda-boas-praticas>> Acesso em set. 2021.

No entanto, a maior parte dos fertilizantes utilizados nas lavouras brasileiras não é produzida no País, visto que a produção nacional de fertilizantes é historicamente muito inferior à demanda interna (Embrapa, 2018). Os fertilizantes são importados principalmente da Rússia, China, Canadá, Marrocos e Bielorrússia (BRASIL, 2022a). Por exemplo, 80% do consumo de 2020 (32,8 milhões de toneladas) resultou de importações, o que afeta diretamente o custo das lavouras (ANDA, 2021).

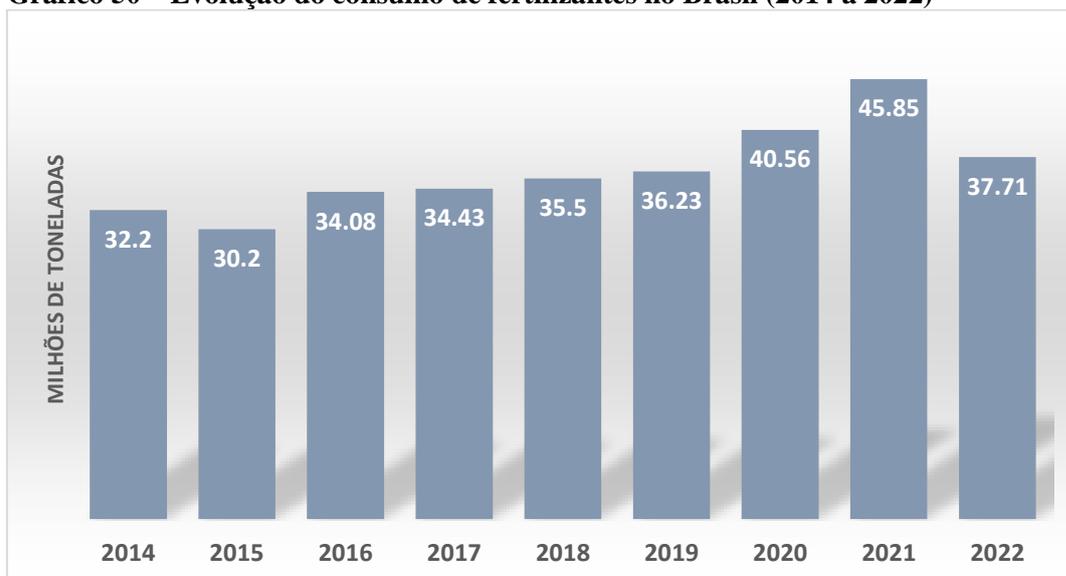
O Gráfico 49 traz a evolução do uso por área plantada (kg/ha) dos principais fertilizantes (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) no período 1990 a 2019, com dados da FAO. Embora com oscilações em alguns períodos, a análise da série histórica indica o crescente consumo desses nutrientes nas lavouras brasileiras (Gráfico 50).

Gráfico 49 – Uso de fertilizantes por área plantada por tipo de nutriente no Brasil - kg/ha (1990 a 2019)



Fonte: FAOSTAT (2022). Elaboração da autora.

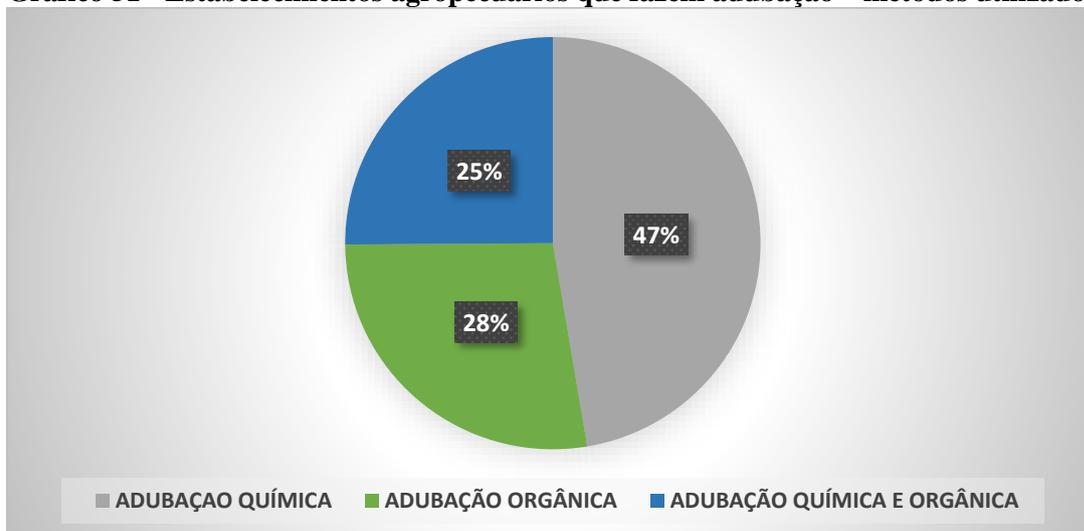
A evolução do consumo total anual (em milhões de toneladas) de fertilizantes no país, para o período 2014 a 2021, é apresentada no Gráfico 50. Os dados da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), que reúne empresas do setor, também indicam um progressivo aumento na utilização desses insumos até 2021, com redução em 2022 (de 11,3% em relação ao ano anterior), quando chegam a 41,46 milhões de toneladas (ANDA, 2023).

Gráfico 50 – Evolução do consumo de fertilizantes no Brasil (2014 a 2022)

Obs.: Fertilizantes entregues ao mercado
 Fonte: ANDA (2023). Elaboração da autora.

Uso de adubos e fertilizantes nos Censos Agropecuários

De acordo com o Censo Agropecuário 2017, 58% dos estabelecimentos agropecuários declararam não fazer adubação. Dentre 2.144.693 estabelecimentos que declararam utilizar esses insumos, quase metade (47%) utilizava exclusivamente adubação química, enquanto 28% utilizavam adubação orgânica e 25% adubação química e orgânica, conjuntamente (Gráfico 51).

Gráfico 51 - Estabelecimentos agropecuários que fazem adubação – métodos utilizados (2017)

Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

4.7 Perda de biodiversidade

Os agroecossistemas são áreas em que os homens têm exercido uma seletividade deliberada na composição da biota. Ou seja, nos agroecossistemas predominam as culturas e os animais mantidos pelo agricultor, em substituição, em maior ou menor grau, à flora e fauna naturais. O estabelecimento de uma comunidade vegetal e animal simplificada, muitas vezes incluindo espécies exóticas, também influencia a composição e as atividades dos ecossistemas naturais da paisagem adjacente (SWIFT E ANDERSON, 1993).

A agricultura industrial moderna afeta a biodiversidade⁴⁵ e o equilíbrio dos ecossistemas naturais de diferentes formas. O uso do solo em grandes monoculturas extensivas leva à ambientes menos complexos, com fragmentação e homogeneização da paisagem e uma menor diversidade de habitats e de nichos ecológicos (BOMMARCO *et al.* 2013). Conseqüentemente, pode ocorrer a redução local, e mesmo extinção, de populações de espécies mais sensíveis às alterações ambientais, tais como insetos polinizadores afetados pela perda de recursos florais durante épocas do ano em que as espécies agrícolas não estão em flor (RAMOS, 2017, ANTONINI *et al.* 2003; RECH *et al.* 2014). Por outro lado, insetos que atuam como pragas agrícolas são normalmente especializados em algumas culturas, sendo pouco dependentes dos recursos complementares de habitats naturais da paisagem agrícola (SIMON *et al.* 2014).

O efeito do uso de agrotóxicos no declínio da biodiversidade e de seus serviços associados em sistemas agrícolas é amplamente conhecido. Uma revisão recente reconheceu a poluição química, incluindo pesticidas, como o segundo motor mais importante para o declínio mundial nas populações de insetos. Outros fatores identificados foram a perda de habitats, com a conversão para a agricultura intensiva, uso de fertilizantes, espécies exóticas introduzidas e mudanças climáticas (SÁNCHEZ-BAYO e WYCKHUYS, 2019). Devido aos efeitos adversos (letais ou de alteração do comportamento e fisiologia) em diversos insetos, como as abelhas, o uso de inseticidas tem sido restringido em alguns países (EPA, 2015; WILLIAMS *et al.*, 2015; RAMOS, 2017).

As alterações causadas pela agricultura industrial atuam conjuntamente, de forma sinérgica, afetando negativamente a biodiversidade e, paradoxalmente, os serviços

⁴⁵ A biodiversidade é definida em lei (Lei 13.123/15) e na Convenção da Biodiversidade Biológica – CDB, 1992, como: “A variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas.”

ecossistêmicos prestados para a atividade agrícola. Numerosas pesquisas têm demonstrado que a regulação dos agroecossistemas depende, em grande parte, da biodiversidade vegetal e animal presente, que realiza uma variedade de serviços ecossistêmicos, além da produção de alimentos: a reciclagem de nutrientes, a polinização⁴⁶, a regulação de processos hidrológicos e microclimas locais, a supressão de organismos indesejáveis (controle biológico de pragas) e a desintoxicação de produtos químicos nocivos. Assim, a simplificação da biodiversidade para fins agrícolas resulta em ecossistemas artificiais que requerem intervenção humana constante (ALTIERI, 1999; VERES *et al.* 2013).

Desta forma, práticas agrícolas mais sustentáveis – tais como a conservação de vegetação nativa próxima aos campos de cultivo, redução do uso de herbicidas e pesticidas, sistemas agroflorestais e rotação de culturas – são cruciais para a preservação de polinizadores e para prover os serviços ecossistêmicos importantes para a produção agrícola (ALTIERI, 2018). Carvalheiro *et al.* (2011) demonstraram que a conservação de áreas naturais próximas a culturas agrícolas que dependem de polinizadores pode maximizar a produtividade e, portanto, reduzir a necessidade de expansão das lavouras, contribuindo para a agricultura sustentável. No Brasil, devido às exigências do Código Florestal, os produtores rurais devem manter de 80% a 20% (de acordo com cada bioma) da área de seus imóveis reservados à preservação da vegetação nativa, o que contribui para a manutenção da biodiversidade natural.

A riqueza da biodiversidade brasileira é também uma importante fonte de renda na atividade de extrativismo vegetal não madeireiro, que evita o desmatamento. Apenas em 2016 foram registrados mais de 30 produtos extrativos não-madeireiros sendo explorados comercialmente. Essas atividades geraram praticamente R\$ 1,9 bilhão, derivados de mais de 1,110 milhão de toneladas de produtos não madeireiros (SFB, 2019).

Além de sistemas extrativistas, sistemas de produção mistos ou integrados – tais como os sistemas agroflorestais (SAFs) e de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), que tem avançado no País – permitem a manutenção de áreas de vegetação nativa, com maior diversidade de espécies, que ajudam a promover o controle de pragas e a resiliência dos agroecossistemas (DAWSON *et al.*, 2020).

⁴⁶ Animais polinizadores são essenciais para aproximadamente 35% da produção agrícola global, sendo que 60 a 90% de todas as espécies vegetais são dependentes de polinizadores (KLEIN *et al.*, 2007).

4.8 Impacto de Organismos Geneticamente Modificados

O crescente uso de organismos geneticamente modificados (OGMs) – também conhecidos como “transgênicos” – na agricultura industrial moderna é uma questão controversa, que tem suscitado intensos debates sobre seus possíveis danos, ainda não totalmente conhecidos, no meio ambiente e na saúde humana⁴⁷.

De acordo com a Lei de Biossegurança (Lei nº 11.105/2005), que estabeleceu a Política Nacional de Biossegurança (PNB) no Brasil, organismo geneticamente modificado (OGM) é aquele cujo material genético (ADN/ARN) tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética. Ou seja, o processo de transgenia modifica os seres vivos ao permitir a fusão de material genético de espécies diferentes – bactérias, fungos, plantas ou animais – visando conferir ao organismo modificado uma nova função biológica (FERMENT *et al.*, 2015).

Para os setores que defendem o uso dos transgênicos, tais como a *International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications* (ISAAA), essas culturas, chamadas de “biotecnológicas”, contribuiriam para a intensificação da agricultura, com aumento da produtividade, economia no uso da terra (evitando-se desmatamentos e emissão de GEE) e menor uso de agrotóxicos (principalmente nas plantas resistentes a insetos), entre outras vantagens (ISAAA, 2019).

No entanto, como argumentam Ferment *et al.* (2019), tais culturas transgênicas não tiveram alterações que permitam ganhos de produtividade, em fatores como: absorção e metabolização de água e nutrientes, peso e número de grãos, utilização da energia solar, etc. Além disso, do ponto de vista socioeconômico, os produtores se tornam dependentes das empresas e seu pacote tecnológico (que inclui as sementes e os agrotóxicos associados às culturas), de modo que parte razoável do que ganham é revertida no pagamento de *royalties* (MARQUES, 2021). Uma vez que as sementes transgênicas são estéreis e precisam ser compradas novamente a cada ano, os custos econômicos podem ser maiores especialmente para os pequenos produtores e agricultores familiares, que originalmente dispunham de sementes próprias (THE LANCET EDITORIAL, 1999).

⁴⁷ As evidências de danos para a saúde humana decorrentes de transgênicos têm sido descritas principalmente para os agrotóxicos (herbicidas) associados ao seu uso, que não são biodegradáveis nem de baixa toxicidade. Para uma breve abordagem sobre o impacto dos agrotóxicos na saúde, ver item 4.5.

De acordo com vasta compilação, organizada pelo antigo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), reunindo centenas de artigos científicos, não é possível concluir pela ausência de riscos no plantio e consumo de plantas transgênicas (FERMENT *et al*, 2015). Ou seja, no limite do conhecimento científico atual, não há consenso da comunidade científica sobre a segurança no uso de transgênicos e não se pode prever claramente ou descartar de modo taxativo impactos negativos associados ao consumo de OGMs (HILBECK *et al*, 2015). Diante de tal incerteza se recomendaria o Princípio da Precaução – um dos pilares do Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança.

A seguir, são apresentados os principais riscos ambientais e agronômicos apontados por Ferment *et al* (2015) para as plantas transgênicas, com base em cerca de 750 artigos referenciados, publicados entre os anos 1980 e 2015, analisados pelos autores.

Riscos ambientais e agronômicos

Nas plantas transgênicas, mais de 98% das modificações são feitas para expressar dois tipos de características principais: (1) inserção de uma toxina inseticida que cria plantas resistentes a insetos, as chamadas “plantas-inseticidas”, produzidas por meio da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt); (2) modificação para tornar as plantas tolerantes (insensíveis) à ação de determinados herbicidas (TH)⁴⁸. Atualmente, muitas plantas transgênicas combinam essas duas funções: são resistentes a determinados insetos e a herbicidas.⁴⁹

Assim, os riscos ambientais no uso do transgênicos envolvem não apenas as plantas modificadas, mas também os agrotóxicos associados ao seu uso, principalmente os herbicidas à base de glifosato e glufosinato de amônio. Desta forma, ao contrário do que se prometia, observa-se que os transgênicos não reduziram o uso de agroquímicos na agricultura (ver item 4.5).

De acordo com Ferment *et al*. (2015) os principais riscos ambientais e agronômicos decorrentes do uso de OGMs, seriam:

⁴⁸ A chamada “capina química”, sendo o exemplo mais conhecido o da soja Roundup Ready (RR), que ao receber um banho de glifosato não morre, ao contrário das demais plantas da lavoura, facilitando assim o controle de plantas invasoras.

⁴⁹ Quanto à questão comercial, um pequeno grupo de empresas domina o mercado mundial de variedades transgênicas e dos agrotóxicos (principalmente herbicidas) a elas associados, formando um verdadeiro oligopólio. Com exceção da Embrapa, todos os cultivos liberados até hoje no Brasil utilizam tecnologia e defensivos produzidos pelas cinco grandes empresas transnacionais que lideram o setor em nível global: Syngenta (Suíça), Dupont (EUA), Basf (Alemanha), Bayer (Alemanha) e Dow (EUA). Recentemente a Bayer incorporou a Monsanto, concentrando ainda mais o mercado de transgênicos.

- Escape de transgênicos para o meio ambiente – há sempre a possibilidade de o transgene inserido em determinado organismo vir a escapar, disseminando-se para o meio ambiente e afetando outros organismos não-alvo (ONA), bem como áreas cultivadas por agricultores que optam por não adotar tais tecnologias. Por exemplo, há diversos relatos de contaminações ocorridas ao redor do mundo devido ao fluxo gênico por polinização.
- Risco de desenvolvimento de populações de insetos e de plantas ruderais (as chamadas plantas invasoras ou ervas daninhas) geneticamente resistentes, devido à seleção natural. A tecnologia transgênica pode, assim, se tornar pouco eficaz, o que resultaria em ataques de pragas secundárias e na proliferação de plantas ruderais resistentes. Em alguns casos, isso pode se dar em poucas safras (em torno de cinco anos após o cultivo em larga escala). Os impactos daí decorrentes são agravados pelo fato de que o caráter de resistência, uma vez incorporado ao genoma das chamadas “pragas” e “plantas invasoras”, se faz irreversível, tornando complexas as formas de controle e impedindo adoção de estratégias antes eficazes.
- O uso da tecnologia Bt em larga escala pode reduzir drasticamente populações de insetos alvo e não alvo, agravando os desequilíbrios ecológicos existentes nos agroecossistemas. Algumas dessas espécies são, por vezes, inimigos naturais (ou competidores) de outras, potencialmente pragas dos mesmos cultivos. Assim, a eliminação de alguns insetos promove explosões populacionais de outros, não sensíveis ao Bt.
- Os herbicidas enfraquecem fisiologicamente as plantas e são capazes de gerar perturbações na microbiota do solo e nas trocas de nutrientes, diminuindo a capacidade produtiva da área da lavoura, mesmo em safras subsequentes ou áreas adjacentes, pois podem ser transportados pelo ar (deriva), por águas superficiais ou se acumularem no solo. Como os herbicidas podem ser altamente persistentes, são afetadas negativamente comunidades de ambientes terrestres, aquáticos e do subsolo das regiões cultivadas com plantas TH.
- As práticas de trocas de sementes de variedades locais entre os pequenos agricultores familiares e comunidades tradicionais ao redor do mundo, base da agrobiodiversidade, são ameaçadas pela livre circulação de transgênicos. No México, por exemplo, foi relatada a disseminação involuntária de transgenes sobre variedades de milho locais⁵⁰.

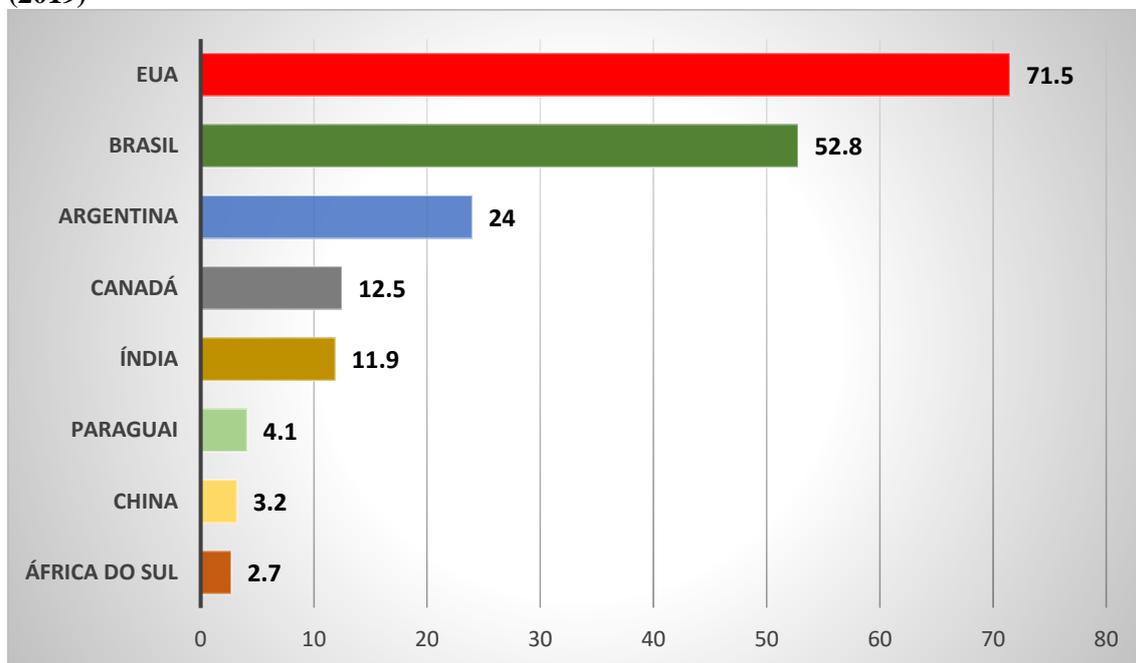
⁵⁰ QUIST e CHAPELA (2001) publicaram artigo denunciando a presença de transgenes em variedades de milho crioulo no México (centro de origem e de diversidade da espécie).

Cultivo de OGMs no mundo

O Brasil é o 2º país com maior área de cultivo geneticamente modificados no mundo com 52,8 milhões de hectares cultivados em 2019 (principalmente soja, milho, algodão e cana-de-açúcar), atrás apenas dos EUA, com 71,5 milhões de hectares. Outros três países – Argentina, Canadá e Índia – formam o grupo de 5 países que concentram mais de 90% da área de transgênicos no mundo⁵¹. Em seguida, estão países como: Paraguai, China e África do Sul (Gráfico 53) (ISAAA, 2019).

Ao todo, 29 países plantaram variedades geneticamente modificadas no mundo em 2019. Outros 42 países importaram produtos de lavouras transgênicas⁵². Considera-se, assim, que um total de 71 países adotaram culturas transgênicas. No período 1996 (quando se iniciou o cultivo de transgênicos em escala global) até 2019, a área de cultivos geneticamente modificados no mundo multiplicou-se em mais de 100 vezes: passou de 1,7 milhão de ha para 190,4 milhões de ha (ISAAA, 2019).

Gráfico 52 – Países com maiores áreas de cultivos geneticamente modificados - milhões de ha (2019)



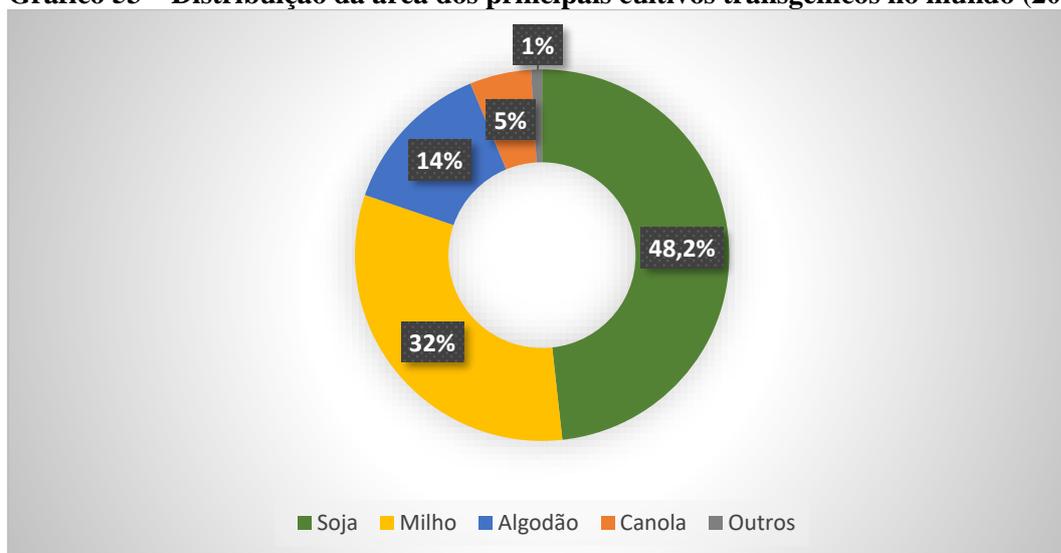
Fonte: ISAAA (2019). Elaborado pela autora.

⁵¹ A área de transgênicos (média para soja, milho e canola) está próxima do ponto de saturação nos 5 maiores produtores (somam 91% da área global): EUA, 95%; Brasil, 94%; Argentina, 100%, Canadá, 90% e Índia, 94%. A expansão de transgênicos para esses países só seria possível com a introdução de novos cultivos (ISAAA, 2019).

⁵² Ou seja, embora diversos países tenham optado por não plantar transgênicos (de modo temporário ou definitivo), mesmo os que não os cultivam acabam os consumindo em larga escala, mediante a importação desses produtos.

A soja é o principal cultivo transgênico no mundo, com 91,9 milhões de ha. Em seguida, está o milho (60,9 milhões de ha), o algodão (26,7 milhões de ha) e a canola (10,1 milhões de ha). As demais culturas – como beterraba, batata, maçã e mamão – ocupam 1,8 milhão de ha (Gráfico 53). Cerca de 79% do algodão, 74% da soja, 31% do milho e 27% da canola cultivados no mundo em 2019 se constituíam em culturas transgênicas (ISAAA, 2019).

Gráfico 53 – Distribuição da área dos principais cultivos transgênicos no mundo (2019)



Fonte: ISAAA (2019). Elaborado pela autora.

OGMs no Brasil

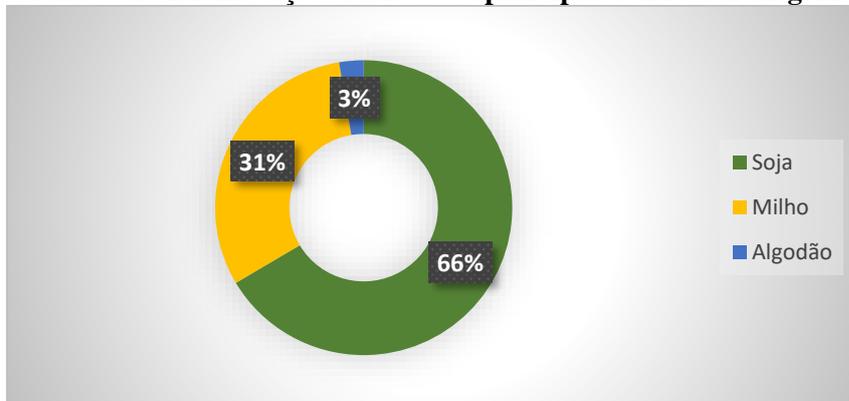
No Brasil, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) avalia os riscos da introdução de OGMs e estabelece normas técnicas de segurança para as atividades que envolvem esses organismos. Acima do órgão, há o Conselho Nacional de Biossegurança, composto por ministros de Estado. Contudo, o conselho foi convocado poucas vezes para avaliar recomendações da CTNBio e as tem referendado⁵³ (MARQUES, 2021).

Em 2019, foram 52,8 milhões de ha plantados com culturas transgênicas no País, um aumento de cerca de 1,6 milhão de ha ou 3% em relação ao ano anterior. A cultura predominante é da soja, em cerca de 66% da área (35,1 milhões de ha). Em seguida está o milho (16,3 milhões

⁵³ Há críticas às avaliações de risco para a saúde e para o meio ambiente validadas no Brasil pela CTNBio por só considerarem as próprias plantas transgênicas e não os agrotóxicos a ela associados (Ferment *et al.*, 2019).

de ha) e o algodão (1,4 milhão de ha) (Gráfico 54). Além disso, foram plantados cerca de 18 mil ha de cana-de-açúcar resistente a insetos (ISAAA, 2019).

Gráfico 54 – Distribuição da área dos principais cultivos transgênicos no Brasil (2019)

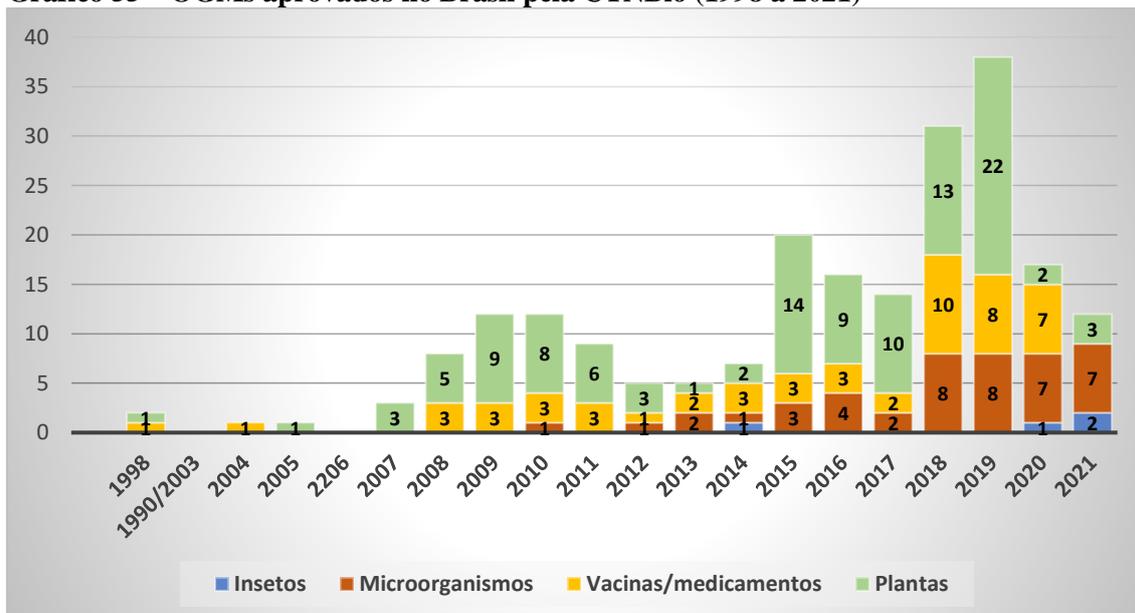


Fonte: ISAAA (2019). Elaborado pela autora.

De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, do total de 3.026.646 estabelecimentos agropecuários que praticavam a lavoura temporária, 10% utilizavam sementes transgênicas. Quando se considera a área total de lavouras temporárias (67.658.174 ha), observa-se que 46% da área é plantada com sementes transgênicas (IBGE, 2017).

Ao todo, foram aprovados 213 OGMs no Brasil no período 1998 a 2021, sendo a maior parte referente a plantas (52%). Em seguida, estão as vacinas⁵⁴ (25%), microorganismos (21%) e insetos (2%) (Gráfico 55).

Gráfico 55 – OGMs aprovados no Brasil pela CTNBio (1998 a 2021)



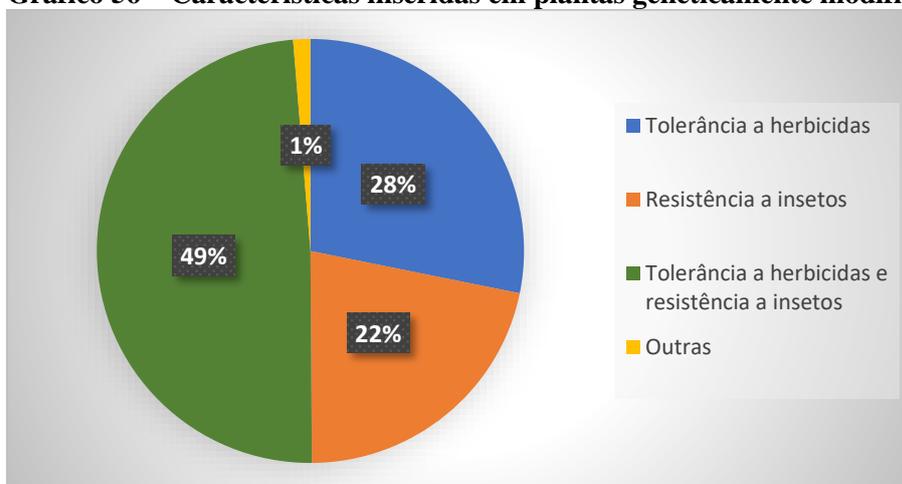
Obs.: Atualizado até dez. 2021.

Fonte: CTNBio (2021). Elaboração da autora.

⁵⁴ Em 2020 foram avaliadas de modo expresso a segurança de vacinas contra Covid-19 baseadas em transgenia.

No que se refere às plantas, as culturas geneticamente modificadas aprovadas no Brasil até 2021 são as de soja, milho, algodão, cana, feijão e eucalipto (CTNBIO, 2021). Em relação às características inseridas nas plantas aprovadas no período 1998 a 2021, a maioria é para tolerância a herbicidas conjugada com resistência a insetos (49%), seguida de tolerância a herbicidas (28%) e resistência a insetos (22%). Outras características, tais como tolerância à seca, resistência a vírus e nematoides e aumento volumétrico da madeira (eucalipto), estão presente em 1% das plantas geneticamente modificadas (Gráfico 56).

Gráfico 56 – Características inseridas em plantas geneticamente modificadas (1998 a 2021)



Fonte: CTNBio (2021). Elaboração da autora.

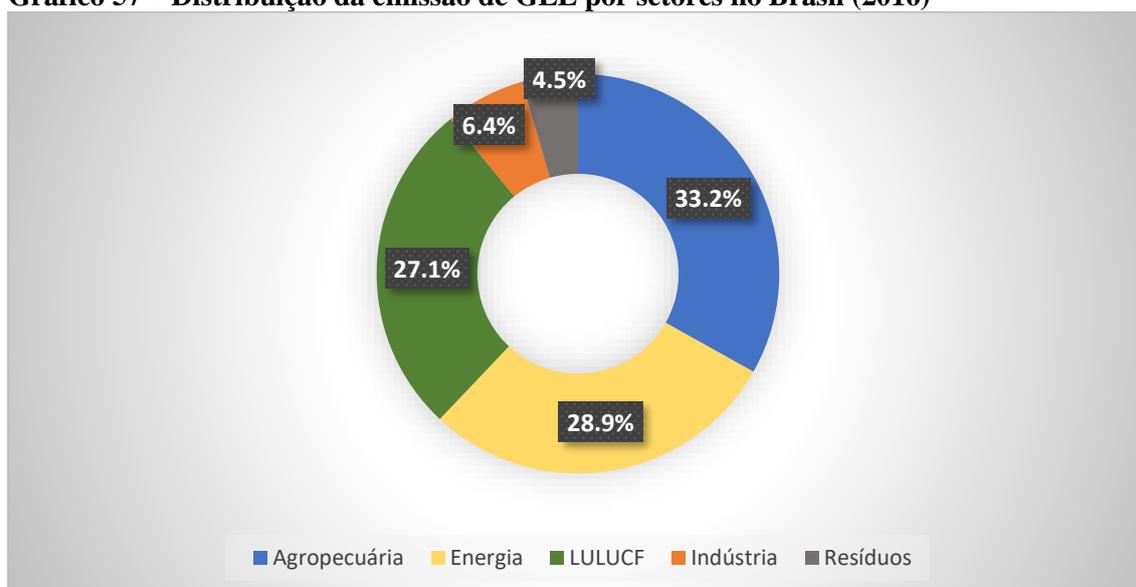
4.9 Mudança do clima e emissão de Gases de Efeito Estufa

No Brasil, as questões sobre mudanças climáticas e emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) estão fortemente associadas às atividades agropecuárias e à mudança de uso da terra, uma vez que este último setor contabiliza o desmatamento, que tem como uma de suas causas a expansão da atividade agropecuária.

De acordo com a Quarta Comunicação Nacional, relatório que traz os dados oficiais mais recentes do País para a Convenção sobre Mudança do Clima, os setores⁵⁵ Agropecuária e Mudança do Uso da Terra, Uso da Terra e Florestas (LULUCF⁵⁶) responderam, juntos, por 60,3% das emissões totais do País em 2016 (último ano disponível na série histórica), que totalizaram 1.467 Tg CO₂e, conforme Gráfico 57 (MCTIC, 2020b)

⁵⁵ A mensuração dos GEE, que levam à mudança do clima, é dividida em cinco setores: (1) Agropecuária; (2) Mudança de Uso da Terra, Uso da Terra e Florestas; (3) Energia; (4) Indústria e (5) Resíduos (MCTIC, 2020a).

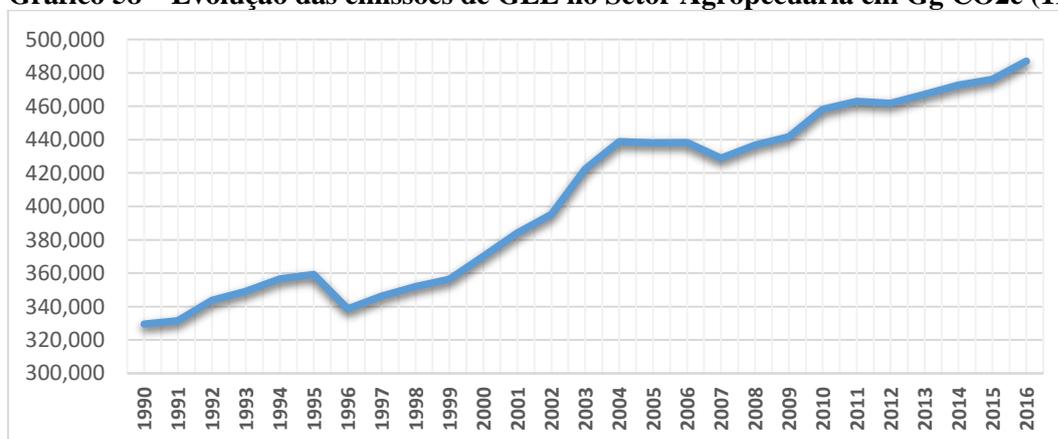
⁵⁶ LULUCF - Land Use, Land Use Change and Forests, na sigla em inglês.

Gráfico 57 – Distribuição da emissão de GEE por setores no Brasil (2016)

Fonte: Brasil (2020). Elaboração da autora.

Setor Agropecuária

A atividade agropecuária é responsável por uma grande parcela da emissão de GEEs no Brasil, com emissões crescentes no período 1990 a 2016 (Gráfico 58).

Gráfico 58 – Evolução das emissões de GEE no Setor Agropecuária em Gg CO₂e (1990 a 2016)

Fonte: Sistema de Registro Nacional de Emissões - Sirene⁵⁷. Elaboração da autora.

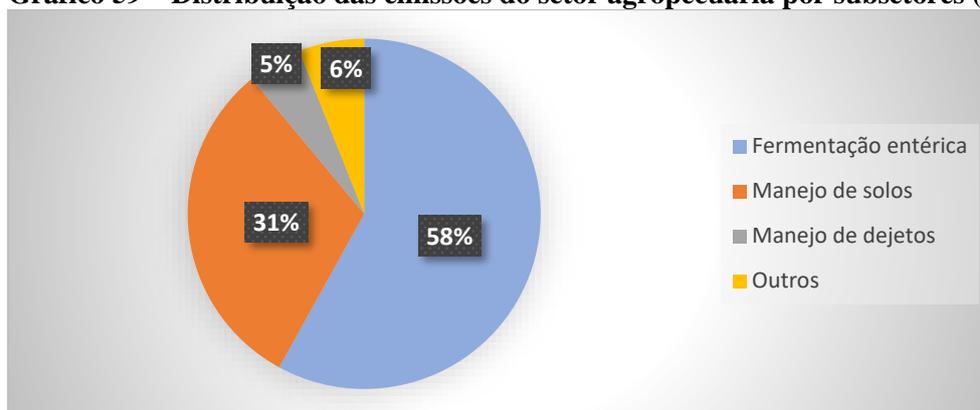
Em 2016, o setor contribuiu com 33,2% do total das emissões, totalizando 487.005 Gg CO₂e, um aumento de 6,3% em relação a 2010. A fermentação entérica do rebanho de ruminantes é responsável pela maior parte das emissões (58%), seguida do manejo de solos⁵⁸

⁵⁷ Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/emissoes/emissoes-de-gee-por-setor-1>. Acesso em 10 nov. 2021.

⁵⁸ As emissões (N₂O) decorrem do uso de fertilizantes nitrogenados, incorporação de resíduos de colheita, deposição de dejetos animais diretamente no solo (dejetos não manejados), mineralização de nitrogênio resultante da perda de matéria orgânica do solo e pelo manejo de solos orgânicos (MCTIC, 2020b).

(31%). O manejo de dejetos é responsável por 5% das emissões, enquanto os demais subsetores (cultivo do arroz, queima de resíduos agrícolas⁵⁹, calagem e aplicação de ureia) totalizam 6% das emissões (Gráfico 59). Portanto, as emissões da agricultura são relativas, sobretudo, ao processo de produção agrícola e à utilização de adubos nitrogenados. As emissões resultantes dos processos de conversão do uso e cobertura da terra e manejo do solo são contabilizadas no setor LULUCF (MCTIC, 2020b).

Gráfico 59 – Distribuição das emissões do setor agropecuária por subsetores (2016)



Fonte: Brasil (2020). Elaboração da autora.

As emissões provenientes da fermentação entérica vêm aumentando em seu total, devido ao crescimento do rebanho bovino, mas tiveram redução por cabeça de gado em 8,2%, entre 1990 e 2016, devido a introdução de forragens com melhor digestibilidade. Em relação ao manejo de dejetos animais, calcula-se que entre 2010 e 2016 foram tratados cerca de 9,3 milhões de m³ de dejetos para produção de biogás, o que contribuiu na redução de emissões provenientes desse subsetor (MCTIC, 2020b).

No subsetor manejo de solos, a adoção de fixação biológica de nitrogênio em larga escala no País, principalmente no cultivo da soja, contribuiu para a redução das emissões resultantes do uso de fertilizantes nitrogenados. Entre 2010 e 2016 a adoção da fixação biológica de nitrogênio, em uma área de 10 milhões de ha, resultou na redução de 10.000 Gg CO₂e (MANZATTO *et al.*, 2020).

Com a transição da colheita manual (que utilizava o fogo) para a colheita mecanizada da cana-de-açúcar, observou-se, entre 2010 e 2016, uma redução de 72,8% nas emissões derivadas da queima de resíduos desse cultivo. A redução ocorreu mesmo com o aumento de 12,6% na área colhida. Já emissões por calagem e aplicação de ureia mostraram aumento no período, acompanhando a expansão das lavouras no País (MCTIC, 2020b).

⁵⁹ Principalmente em decorrência da queima realizada na pré-colheita da cana-de-açúcar.

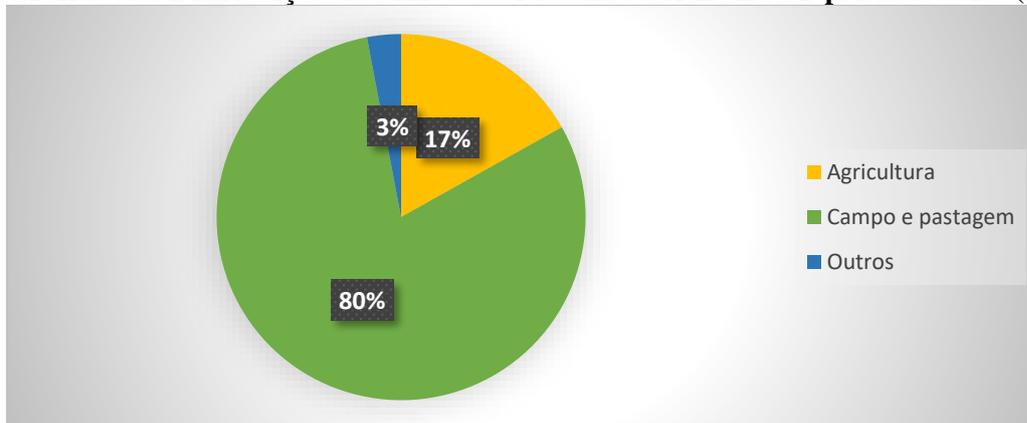
Setor uso da terra, mudança do uso da terra e florestas (LULUCF)

O setor LULUCF traz as emissões antrópicas associadas à mudança do uso e cobertura da terra, queima de biomassa (queimadas) e da produção madeireira⁶⁰. Compreende seis subsetores: (1) Floresta, (2) Agricultura, (3) Campo e Pastagem, (4) Área Alagada, (5) Assentamento e Outra Terras e (6) Produtos Florestais Madeireiros. Portanto, dois subsetores estão relacionados à atividade agropecuária:

- Agricultura - compreende áreas com lavouras e terras em pousio. As emissões se devem principalmente ao processo de conversão de vegetação natural para agricultura (desmatamento);
- Campo e pastagem - inclui os campos naturais, pastagens naturais e plantadas e outras formações lenhosas. As emissões também se devem ao processo de conversão de vegetação natural para pastagem.

O setor LULUCF contabilizou emissões líquidas⁶¹ que totalizaram 397.357 Gg CO₂e em 2016. Os subsetores Floresta e Produtos Florestais resultaram em 398.593 Gg CO₂e de remoções brutas⁶². Já os subsetores Campo e Pastagem e Agricultura foram responsáveis pela maior parte das emissões brutas: 81% e 17%, respectivamente (Gráfico 60).

Gráfico 60 – Distribuição das emissões brutas no setor LULUCF por subsetores (2016)



Fonte: Brasil (2020). Elaboração da autora.

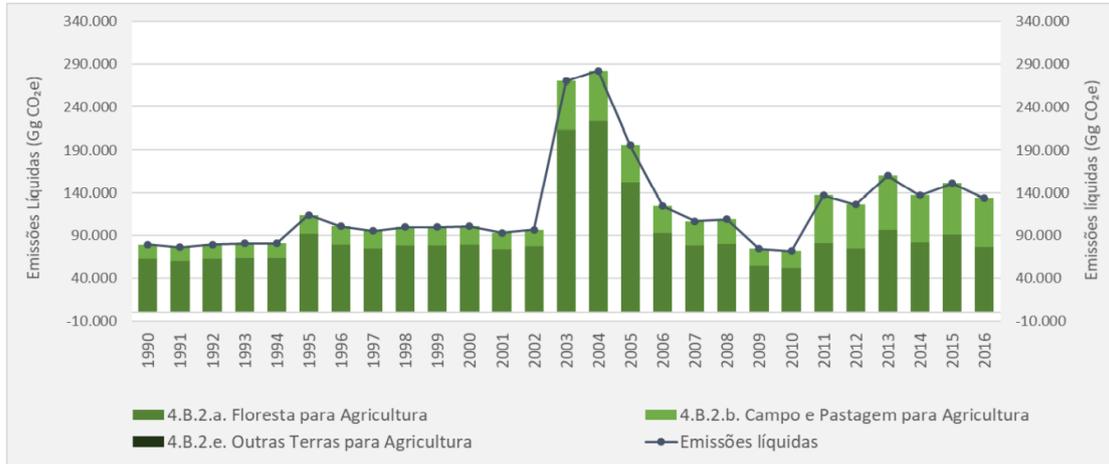
⁶⁰ Consideraram-se as conversões de vegetação natural para uso antrópico (protegidas ou não) para reflorestamento (floresta plantada), vegetação secundária, pastagem, agricultura, assentamento, reservatório, mineração e solo exposto (MCTIC, 2020b).

⁶¹ Para este setor, são contabilizadas as emissões e remoções brutas, cujo balanço resulta em emissões ou remoções líquidas. Os relatórios sobre emissões ainda não contemplam as remoções das Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reservas Legais (RL). Aperfeiçoamentos na metodologia estão sendo buscados para contabilizar as remoções proporcionadas por essas áreas de vegetação nativa, mantidas nas propriedades rurais (MMA, 2021b).

⁶² As remoções de CO₂ refletem o crescimento das florestas e dos reflorestamentos (MCTIC, 2020b).

O Gráfico 61 traz o histórico das emissões e remoções líquidas resultantes da conversão de áreas de floresta, campo e pastagem e outras terras para agricultura.

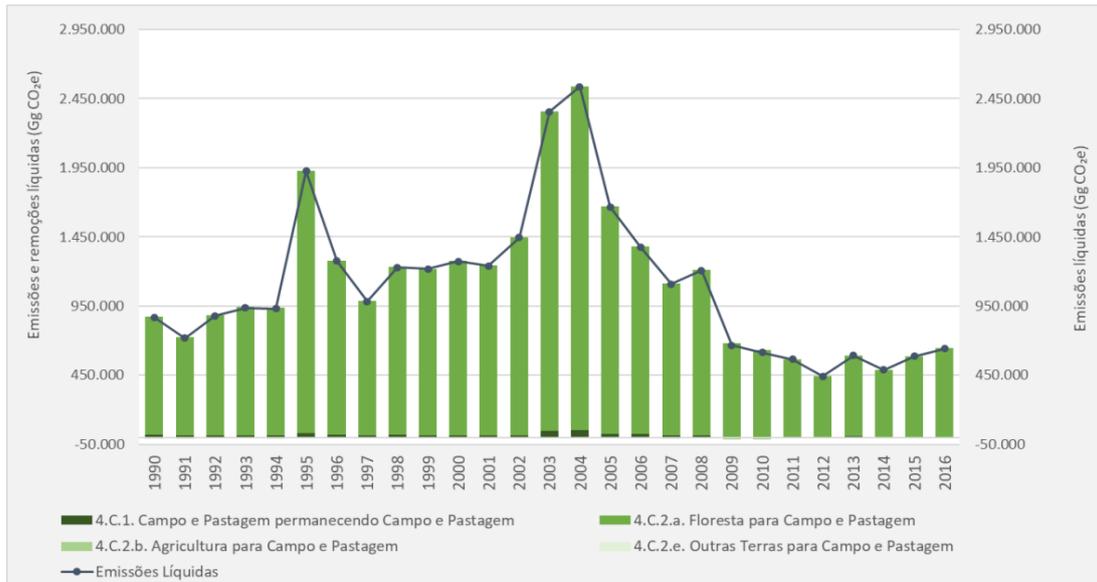
Gráfico 61 - Emissões e remoções líquidas de áreas convertidas para agricultura do subsetor Agricultura, em CO₂e (1990 a 2016)



Fonte: Brasil (2020)

O Gráfico 62 traz o histórico das emissões e remoções líquidas resultantes da conversão de áreas de agricultura, floresta e outras terras para campo e pastagem, bem como de campo e pastagem permanecendo nessa subcategoria.

Gráfico 62 - Emissões e remoções líquidas de subcategorias do subsetor Campo e Pastagem, em CO₂e (1990 a 2016)



Fonte: Brasil (2020)

Vulnerabilidade da agropecuária à mudança do clima

A agricultura é também uma atividade altamente vulnerável⁶³ às mudanças climáticas, já que o clima e sua variabilidade são os principais fatores de risco para os cultivos. Calcula-se que cerca de 80% da variabilidade da produtividade agrícola ocorre devido à variabilidade climática sazonal e interanual, influenciada por fatores climáticos diversos – temperatura, chuva, umidade do solo e do ar, ventos e radiação solar (ASSAD *et al.*, 2016).

As mudanças climáticas previstas e em curso deverão impactar significativamente diversos agroecossistemas em todo o globo, especialmente em regiões tropicais. O aumento da temperatura média global poderá elevar a ocorrência de estresses térmicos e hídricos e, conseqüentemente, diminuir a produtividade (ZHAO *et al.*, 2017). No Brasil, pode ocorrer maior desertificação em regiões semiáridas, aumento do período de secas em regiões de maior pluviosidade, como na Amazônia e aumento da frequência e intensidade de eventos extremos de seca, chuva e ventos fortes em diversas regiões (IPCC, 2014). Assim, mesmo com os avanços tecnológicos alcançados, poderá haver aumento no consumo de água para irrigação e impacto nos vetores de algumas doenças, predadores, polinizadores e na disseminação de plantas nocivas aos processos produtivos (ASSAD *et al.*, 2016).

Estudos indicam que a aptidão agrícola de áreas para determinados cultivos poderá ser alterada, levando ao deslocamento de lavouras ou inviabilizando a produção de alimentos em determinadas áreas. Assad *et al.* (2016) estimaram os impactos dos cenários esperados de mudança climática sobre a agricultura brasileira para as suas principais culturas, por meio do Simulador de Cenários Agrícolas da Embrapa (SCenAgri- EMBRAPA). Os autores avaliaram os impactos do aquecimento global na agricultura a partir de simulações em diferentes cenários, com dados do IPCC e concluíram que, caso não se busque soluções de manejo e adaptação, haverá a redução de áreas aptas ao plantio para todas as culturas estudadas⁶⁴: a partir de -2.7%, para a cana-de-açúcar, até -39.31%, para soja.

A mudança climática poderá, desta forma, levar à migração das culturas adaptadas ao clima tropical para as áreas mais ao sul do país ou para zonas de altitudes maiores, para compensar a diferença climática. Por outro lado, poderá ocorrer a redução das áreas de cultivo

⁶³ Vulnerabilidade é compreendida como o grau em que um sistema é suscetível ou incapaz de lidar com os efeitos adversos das mudanças climáticas, incluindo variabilidade climática e extremos climáticos, em razão de três atributos: exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa (LINDOSO *et al.*, 2011).

⁶⁴ São elas: soja, milho, milho safrinha, arroz, feijão, cana, algodão, trigo, sorgo e feijão-caupi (Assad, 2016).

aptas às plantas de clima temperado no país. Além disso, muitas regiões estariam cada vez mais dependentes de irrigação complementar no período mais seco (ASSAD *et al.*, 2016). A Caatinga é um bioma especialmente vulnerável às mudanças climáticas, uma vez que as condições atuais já são bastante difíceis e até impeditivas à regeneração natural (KILL e PORTO, 2019).

No Brasil, a agricultura é frequentemente exposta aos efeitos dos extremos climáticos, afetando tanto os agricultores de grande porte quanto os pequenos agricultores. Por exemplo, as enchentes de 2010 no Sul do Brasil destruíram um sétimo da produção de arroz no Rio Grande do Sul, enquanto as adversidades climáticas em 2010-2011 levaram a um *déficit* na produção de cana-de-açúcar que forçou o setor a fazer grandes importações de etanol para atender à demanda (LAPOLA *et al.*, 2014).

Contribuição para a mitigação de emissões

Embora o setor agropecuário seja responsável por grande parte das emissões, por outro lado, os agroecossistemas também podem desempenhar um papel fundamental na mitigação das emissões de GEE ao se adotar a produção de baixa emissão de carbono (ABC) que contribui para o estoque de carbono, quando a matéria orgânica é acumulada no solo e quando a biomassa acima do solo age como um sumidouro de carbono (PRETTY, 2008). Entre as práticas de uma agricultura de baixo carbono, estão o sistema plantio direto, a fixação biológica de nitrogênio, o tratamento de dejetos animais e a recuperação de pastagens degradadas (MCTIC, 2020a)

Avanços tecnológicos que levam à economia do fator terra contribuem para a mitigação ou redução da emissão de GEE, sendo que este potencial, no Brasil, é maior na pecuária do que na agricultura. Por exemplo, na pecuária as emissões podem ser reduzidas com a recuperação de pastagens degradadas e uma maior taxa de lotação (cabeças por área), já que o pasto pouco produtivo leva a maior emissão de GEE por quantidade de carne ofertada (MALAFAIA *et al.*, 2014).

Os sistemas integrados (Integração Lavoura-Pecuária-Floresta – ILPF) e pastagens bem manejadas elevam a taxa de lotação, melhoram a qualidade nutricional para os bovinos e podem levar a um balanço positivo, com sequestro de carbono em níveis semelhantes à vegetação nativa (TELLES *et al.*, 2021; GUIMARÃES JÚNIOR *et al.*, 2016). A Embrapa também desenvolveu o conceito da “carne carbono neutro”, com diretrizes para produção de carne com neutralização dos GEE emitidos durante o processo produtivo, por meio do sequestro de carbono realizado por árvores na pastagem (ALVES *et al.*, 2015).

Outra importante contribuição do setor para a mitigação de GEE, são as chamadas culturas energéticas para a produção de biocombustíveis (etanol, biodiesel e outros) como alternativa às fontes fósseis, além da geração de energia elétrica a partir da biodigestão de resíduos (BERGIER *et al.*, 2012).

5. POLÍTICAS AMBIENTAIS E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

A política ambiental é o conjunto de iniciativas governamentais coordenadas, envolvendo a articulação com atores não governamentais, voltadas à redução dos impactos negativos da ação antrópica sobre o meio ambiente, tendo em vista a proteção, conservação e melhoria da qualidade dos recursos ambientais (BURSZTYN e BURSZTYN, 2013; LUSTOSA, CÁNEPA e YOUNG, 2003). De acordo com a CF/1988, a política ambiental compreende o conjunto de mecanismos e instrumentos legais, administrativos e financeiros utilizados pelo Poder Público para garantir à sociedade o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida (Art. 225).

O rol de instrumentos disponíveis para o desenvolvimento de políticas públicas de meio ambiente é extenso e diversificado – inclui licenças, taxas, subsídios, estabelecimento de padrões, acordos voluntários, sistemas de informação e zoneamentos, entre outros. Esses instrumentos se dividem em quatro tipos principais: (1) instrumentos regulatórios ou de comando e controle (C&C); (2) instrumentos econômicos (IEs); (3) instrumentos de cooperação e acordos voluntários; e (4) instrumentos de informação. São comuns, também, instrumentos híbridos, que reúnem características de mais de uma tipologia (MOURA, 2016). As características, vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de instrumentos ambientais estão sintetizadas no Quadro 12.

Quadro 12 – Instrumentos de política ambiental

INSTRUMENTOS	Vantagens	Desvantagens	Exemplos
Instrumentos regulatórios ou de comando e controle (C&C) A regulação ambiental com o uso de instrumentos de C&C busca direcionar o comportamento da sociedade e dos agentes econômicos por meio de permissões ou proibições previamente estabelecidas, baseadas em restrições legais, regulamentações ou normatizações.	Previsibilidade (determinação dos comportamentos), simplicidade (regras claras), segurança no planejamento e aplicação imediata. Mensagem política de atuação forte e rigorosa, que previne comportamentos indesejáveis.	Falta de flexibilidade, ausência de incentivos para melhorias progressivas, custos de implementação (<i>enforcement</i>) para fazer cumprir a lei.	<ul style="list-style-type: none"> - Padrões de poluição - Restrição de atividades - Controle do uso dos recursos naturais - Controle de processos - Zoneamento ambiental - Penalidades - Rodízio de automóveis

<p>Instrumentos Econômicos (IEs) Os IEs direcionam e incentivam indiretamente comportamentos favoráveis ao meio ambiente, por meio de custos ou benefícios associados às alternativas de ação.</p>	<p>Flexibilidade, liberdade de escolha para os agentes econômicos, estímulos à inovação, capacidade de incentivo dinâmico (contínuo e progressivo), menores custos de implementação e possibilidade de arrecadar recursos.</p>	<p>Podem ser de mais difícil aprovação pelo legislativo; alguns geram resistência dos agentes afetados por implicarem em custos (não oportunidades); podem ser mais difíceis de operacionalizar por envolverem distintas áreas do governo (econômica e ambiental); necessitam de avaliações e adaptações periódicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Taxas e tarifas - Subsídios - Certificados de emissão transacionáveis - Impostos (ICMS ecológico) - Compras públicas sustentáveis - Cobrança do uso de recursos naturais (<i>royalties</i>) - Sistemas de devolução - Pagamento de serviços ambientais
<p>Instrumentos voluntários e de cooperação Abrangem os diversos instrumentos de caráter voluntário e de cooperação que envolvem negociação entre os entes envolvidos.</p>	<p>Flexibilidade, redução de burocracia entre instituições, sinergia alcançada pela soma de esforços e possibilidade de minimizar custos para as partes envolvidas.</p>	<p>Dificultam a definição de metas ou cenários de referência. Caso não se convertam em medidas práticas, podem se converter em ações retóricas e pouco efetivas ou acordos vazios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Auditoria ambiental voluntária - Acordos de cooperação técnica - Consórcios públicos - Programas de adesão voluntária - Termos de ajustamento de conduta - Protocolos de intenções
<p>Instrumentos de informação Buscam orientar, influenciar ou persuadir os agentes públicos ou privados a atuarem de forma benéfica ao meio ambiente, por meio da disponibilização de informações e da disseminação de valores favoráveis ao meio ambiente.</p>	<p>Permitem melhor planejamento e tomada de decisão; orientam e estimulam a participação pública e o controle social; podem levar a resultados perenes, quando resultam em mudanças culturais e de valores.</p>	<p>Os resultados podem ser lentos e são de difícil mensuração; custos de monitoramento, manutenção de sistemas de informação e obtenção de dados podem ser altos; os sistemas e estudos necessitam de atualização contínua e de capacidade de disseminação para serem mais bem utilizados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de informação e monitoramento - Selos e rótulos ambientais - Divulgação de estudos, pesquisas e avaliações - Sistemas de alerta ambiental - Programas educativos - Marketing ambiental

Fonte: Adaptado de Moura (2016).

5.1 A Política ambiental brasileira

A política ambiental brasileira vem se estruturando gradualmente desde a década de 1930, quando foram elaborados normativos pioneiros relativos à gestão dos recursos naturais, tais como o Código de Águas (Decreto nº 24.643/1934) e o Código Florestal (Decreto nº 23.793/1934)⁶⁵, ambos instituídos em 1934. Outro marco legal fundamental foi a instituição da Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA (Lei nº 6.938/81), que criou o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e estabeleceu princípios, diretrizes, instrumentos e atribuições para os diversos entes da Federação que atuam na política ambiental nacional. O documento foi

⁶⁵ Substituído pela Lei nº 12.651/2012.

considerado inovador, não somente por tratar de um tema ainda pouco discutido, mas por seu caráter descentralizador. Além disso, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), também criado pela PNMA, aprovou diversas resoluções que vem norteando diferentes temáticas ambientais (MOURA, 2016).

A Constituição Federal de 1988 (CF/88) incluiu o Capítulo do Meio Ambiente (Art. 225), que trouxe avanços significativos ao declarar o “meio ambiente ecologicamente equilibrado” como direito do cidadão. Além disso, a CF/88 apresentou outras referências ao tema nos princípios gerais da atividade econômica (Art. 170, inciso VI) e em diversos dispositivos esparsos, tais como os referentes ao direito de propriedade, à gestão urbana e ao gerenciamento dos recursos hídricos. Para o cumprimento destas novas garantias constitucionais, foi necessário o desenvolvimento de legislação federal específica.

Outro marco legal que merece destaque foi a Lei Complementar Nº 140/2011, que disciplina o Artigo 23 da CF/88, o qual estabelece que a atuação em matéria administrativa ambiental é competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios. A LC 140/2011 fixou normas para a cooperação entre os entes federados, no intuito de harmonizar e uniformizar a atuação entre eles, evitar sobreposições e tornar a gestão ambiental mais eficiente. A lei buscou tornar mais claro o papel de cada ente ao definir as atribuições específicas e as comuns, além de trazer os conceitos de atuação supletiva e atuação subsidiária. A LC 140/2011 previu, ainda, os instrumentos de cooperação, tais como consórcios públicos, convênios, acordos de cooperação técnica e comissões entre os entes federativos, os quais compõem um rol não taxativo. Esses instrumentos não apresentam inovações, mas a previsão expressa da possibilidade de utilizá-los busca estimular os entes federativos a discutir e celebrar compromissos diretamente (MOURA, 2017).

Quanto ao processo de estruturação institucional relacionado à gestão ambiental, em 1967 foi criado o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), vinculado à pasta de Agricultura, o qual tinha como competência prioritária fazer cumprir o Código Florestal e toda a legislação pertinente à proteção dos recursos naturais renováveis, além de passar a gerenciar as áreas protegidas (UCs) criadas. Em 1973, foi criada a Secretaria Especial de Meio Ambiente (Sema), vinculada ao Ministério do Interior. Em 1985 foi criado o Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (extinto posteriormente). Em 1989 ocorre a criação do Ibama – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e, logo em seguida, em 1990, da Secretaria de Meio Ambiente da Presidência da República (Seman/PR), a qual, em 1992, é substituída pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). Gradualmente se estruturam, também, as instituições estaduais e municipais de meio ambiente

A Agência Nacional de Águas (ANA) foi criada no ano 2000, com o objetivo de implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei no 9.433/97) e, em 2007, foi criado o Instituto Chico Mendes para Conservação da Biodiversidade (ICMBio), autarquia que passou a responder pelo gerenciamento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), entre outras atribuições (MOURA, 2016).

Dentre as competências do MMA, estão: a política nacional do meio ambiente; a política de preservação, conservação e utilização sustentável de ecossistemas, biodiversidade e florestas; estratégias, mecanismos e instrumentos econômicos e sociais para a melhoria da qualidade ambiental e o uso sustentável dos recursos naturais e políticas para a integração do meio ambiente e a produção econômica (Art. 1º). Dessa forma, observa-se a “transversalidade” da política ambiental, sendo prevista a necessidade de integrá-la com os setores relacionados à produção econômica, como a agropecuária.

Em 2019⁶⁶ ocorreram mudanças institucionais na estrutura interna do MMA e alguns de seus órgãos vinculados: a ANA é renomeada para Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico e passa a ser vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), enquanto o Serviço Florestal Brasileiro passa a ser vinculado ao MAPA.

Observa-se, que na estrutura vigente do MMA, dada pelo Decreto 10.455/2020, não há um setor específico para tratar o tema da agricultura sustentável, como já ocorreu na estrutura que vigorou no MMA até 2020. Naquela estrutura havia uma Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável⁶⁷, onde se tratava de temas como a transição agroecológica dos sistemas de produção agrícola e outras questões relacionadas à interdependência entre agricultura e meio ambiente, frequentemente em ação conjunta com o antigo MDA ou a SEAD/PR.

O Ibama exerce o papel de polícia ambiental no âmbito federal, atuando nas ações de controle, monitoramento, fiscalização (principalmente em relação ao desmatamento) e no licenciamento ambiental federal. Além disso, é responsável pela análise, registro e controle de substâncias químicas, agrotóxicos e de seus componentes e afins. Nesse sentido, além de manter o registro da venda de agrotóxicos, que vem sendo feito por meio de relatórios periódicos (ver item 4.5), caberia ao Instituto, também, atuar no controle de resíduos de agrotóxicos no meio ambiente. No entanto, o Ibama ainda não implantou mecanismos para monitorar resíduos de

⁶⁶ Alterações feitas por meio da Lei nº 13.844/2019, que estabelece a organização básica dos órgãos da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências.

⁶⁷ A Secretaria existia na antiga estrutura do MMA, dada pelo Decreto Nº 8.975/2017, o qual foi revogado pelo Decreto 10455/2020, que rege a estrutura vigente.

agrotóxicos (em corpos hídricos superficiais, água da chuva, solo e ar), com o objetivo de aferir a situação em campo em relação aos riscos estimados informados pelas empresas de agrotóxicos. O principal obstáculo estaria na falta de estrutura para realização de análises laboratoriais, dada a carência de suporte analítico e de uma unidade própria de pesquisa (TCU, 2017).

O *Planejamento Estratégico Integrado do Ministério do Meio Ambiente de suas Entidades Vinculadas 2020-2023* (Portaria Conjunta Nº 266/2020) foi elaborado conjuntamente para o MMA, Ibama e ICMBio e traçou 14 objetivos estratégicos. Destacam-se os seguintes temas: melhoria da qualidade ambiental, com ênfase nas áreas urbanas; uso sustentável e a repartição de benefícios da Biodiversidade; redução do desmatamento e incêndios nos biomas; e medidas para o enfrentamento da mudança do clima e seus efeitos, tendo em vista uma economia de baixo carbono. Esses temas correspondem a 4 programas finalísticos incluídos no PPA 2020/2023.

Estrutura de pessoal

Além da estrutura institucional, é importante observar alguns aspectos importantes quanto à estrutura de pessoal dos órgãos ambientais federais. Por exemplo, os gastos com pessoal civil, referentes ao pagamento dos servidores do MMA e demais órgãos que atuam na área ambiental, passaram de R\$ 1 bilhão em 2016 para cerca de R\$ 0,8 bilhão em 2021. A análise dos gastos também indica uma significativa redução em passagens e diárias, o que aponta para menor presença de pessoal no campo, em atividades de fiscalização (VIANA, 2022). Araújo (2020), ao analisar os gastos do MMA em 2019 e parte de 2020, também constatou quadro de reduzida capacidade de execução nas atividades finalísticas do órgão.

Quanto ao número de servidores dos órgãos ambientais federais, auditoria da CGU (BRASIL, 2017) já se apontava o escasso quantitativo de fiscais ambientais e falhas em logística no processo de fiscalização do Ibama. No período de 2013 a 2016 registrou-se redução de cerca de 42% no orçamento da fiscalização ambiental e no período 2010 a 2016 verificou-se que o número de fiscais do Ibama teve redução de aproximadamente 26% de pessoal (agentes e fiscais).

Nesse sentido, o Ibama informou que 55% do seu quadro de servidores efetivos estava vago em 2021 (IBAMA, 2022). Por outro lado, concurso realizado para o Instituto, em 2022, resultou na contratação de 568 novos servidores, o que aponta para a recuperação do quadro e dos gastos com servidores na área ambiental, particularmente para a fiscalização.

Cabe apontar que algumas mudanças ocorridas no período recente (sobretudo, a partir de 2019) levaram ao enfraquecimento da agenda ambiental no governo federal (FONSECA, I. F.; LINDOSO, D. P.; BURSZTYN; CAPELARI *et al*, 2020), o que indica a necessidade de fortalecer a política para que suas competências ou prerrogativas fundamentais sejam cumpridas. Essas competências incluem o *enforcement* necessário para a efetividade dos instrumentos de comando e controle, tais como a fiscalização e o monitoramento ambiental. Embora custosas em um país com a dimensão do Brasil, essas tarefas ainda são imprescindíveis para o gerenciamento de conflitos na implementação da política ambiental.

Gasto do governo federal em meio ambiente

Não apenas o arcabouço legal e institucional, mas também o volume de recursos continuamente aplicado pelos governos na área ambiental, é uma informação relevante para se avaliar o grau de prioridade dado ao tema na agenda pública. Ou seja, os valores executados em ações voltadas ao meio ambiente pelas políticas setoriais, conduzidas pelas diversas pastas ministeriais, consiste em um indicador do grau de sinergia ou cooperação entre estas políticas e a de meio ambiente.

Nesse sentido, pesquisa conduzida pelo Ipea⁶⁸ (MOURA *et al*, 2017; VIANA *et al*, 2020) vem buscando apurar o montante de recursos do orçamento federal aplicados na área ambiental. A pesquisa adota a Classificação de Atividades Ambientais (CEA), que faz parte do Sistema de Contas Econômicas e Ambientais (SCEA) desenvolvido pela ONU (ONU, 2016). A pesquisa analisa o Gasto Ambiental Federal (GAF)⁶⁹, composto de recursos orçamentários⁷⁰ aplicados em meio ambiente em áreas como saneamento, recursos florestais, recursos hídricos, mudanças climáticas e resíduos sólidos, entre outras.

⁶⁸ A pesquisa contempla os gastos em meio ambiente do governo federal, portanto, não inclui os demais níveis de governo, nem o setor privado. Além disso, não registra os diversos aportes financeiros que resultaram de projetos de cooperação internacional na área de meio ambiente, por instituições como Banco Mundial e PNUD, pois estes não entram no orçamento federal, sendo executados diretamente pela fonte do recurso, ou ainda, por uma agência executora não governamental (Viana *et al*, 2020).

⁶⁹ Gasto ambiental é a despesa efetuada para financiar atividades cujo propósito fundamental é a prevenção, controle, redução e eliminação da contaminação, assim como a promoção, fomento e cuidado com o meio ambiente (ONU, 2016). Considera-se como gasto ambiental federal (GAF) o dispêndio diretamente efetuado pelo governo federal, bem como a transferência negociada de recursos a outros níveis de governo – estadual e municipal – ou a instituições privadas, referentes a programas e ações desenvolvidos em atividades ambientais (MOURA *et al*, 2017).

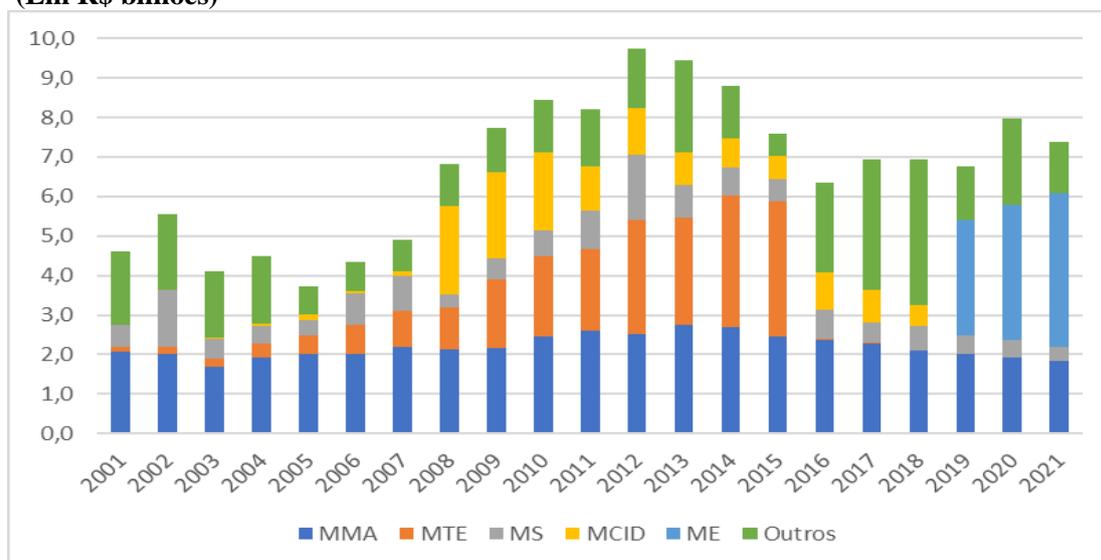
⁷⁰ Estão incluídas na estimativa do GAF todas as instituições governamentais de administração direta e indireta, bem como os gastos em custeio e capital (MOURA *et al*, 2017)

Em análise de série histórica longa, do período entre 2001 e 2021, Viana (2023) apurou que o governo federal gastou em meio ambiente o total de R\$ 140,79 bilhões no período, uma média de R\$ 7 bilhões/ano ao longo de 21 anos. Tais valores representam, em média, 0,10% do PIB/ano e apenas 0,26% do gasto total do governo federal ao ano. Quando se compara o gasto ambiental apenas ao gasto efetivo não financeiro do governo federal (ou seja, excluindo-se pagamentos em juros e amortizações da dívida pública e outros gastos que não redundam em bens ou serviços), esse percentual chega a 0,61%. Tais números indicam uma baixa participação da política ambiental na disputa por recursos entre as demais políticas de governo.

Os maiores gastos entre 2001 e 2021 foram nos temas: i) manejo de recursos aquáticos, em especial com o pagamento do seguro-defeso ao pescador artesanal (R\$ 40,25 bilhões); ii) outras atividades de proteção ambiental, que incluem a gestão do MMA, de suas instituições vinculadas, da ANA e do SFB (R\$ 34,81 bilhões); e iii) gestão de efluentes líquidos e águas residuais (R\$ 32,98 bilhões). O MMA foi responsável pela maior parcela dos gastos (um terço), seguido do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e do Ministério das Cidades (MCID) (VIANA, 2023).

O Gráfico 63 apresenta a evolução dos gastos em meio ambiente do governo federal no período 2001 a 2021. São destacados os cinco principais órgãos orçamentários em volumes despendidos: o MMA (R\$ 46,21 bilhões, 32,82% do total), MTE (R\$ 22,28 bilhões, 15,83%), MS (14,31 bilhões, 10,17%), MCID (R\$ 13,60 bilhões, 9,66%) e ME (R\$ 10,24 bilhões, 7,28%). Os gastos dos demais órgãos aparecem em “outros”.

Gráfico 63 - Gastos em meio ambiente do governo federal por órgão orçamentário (2001 - 2021)
(Em R\$ bilhões)



Fonte: Siga Brasil.

Elaboração: Viana (2023).

Observa-se que os gastos ambientais, que vinham caindo desde 2012, tiveram uma tendência de recuperação a partir de 2020, sendo que em valores absolutos, em 2020 e 2021 os gastos foram os maiores desde 2015. No entanto, ao se comparar o triênio 2019-2021 em relação ao triênio 2016-2018, a análise dos gastos revela que houve acentuada redução dos gastos em saneamento (perda de cerca de R\$ 1,2 bilhão) e no gasto com pagamento de pessoal que trabalha na área ambiental (MMA e suas autarquias), decorrente da perda de servidores, o que pode redundar no enfraquecimento da ação desses órgãos (VIANA, 2023).

Por outro lado, no triênio 2019-2021 em relação ao triênio 2016-2018 houve aumento de gastos em proteção do ar e do clima, relacionados ao financiamento de projetos do Fundo Clima (aumento de quase R\$ 550 milhões). Houve também aumento no manejo de recursos aquáticos (cerca de R\$ 3 bilhões), relacionados principalmente ao pagamento do seguro defeso. No entanto, o pagamento desse seguro tem sido relacionado a processos fraudulentos, que vem sendo investigados, o que indica desvio de finalidade na aplicação do recurso. Por fim, aumentaram os recursos aplicados em proteção da biodiversidade e recursos paisagísticos (cerca de R\$ 600 milhões). No entanto, tal aumento não resultou em maior efetividade no controle do desmatamento e dos incêndios florestais na Amazônia, que se intensificaram no período (VIANA, 2023).

Legislação ambiental brasileira e agricultura

A legislação ambiental brasileira, bem como o direito ambiental que se estruturou a partir da doutrina e jurisprudência em torno da questão, são temas bastantes amplos e complexos (MACHADO, 2020), os quais não caberia examinar aqui, por fugir ao escopo desse estudo.

No que se refere à agricultura, pode-se afirmar que a maioria da legislação ambiental impacta, direta ou indiretamente essa atividade, por tratar da gestão dos recursos naturais que estão na base dos sistemas produtivos agrícolas. Deste conjunto, uma série de leis tratam, também, da adequação ambiental do imóvel rural, as quais regulam desde o uso e descarte de agrotóxicos até a proteção da vegetação nativa, passando pelo licenciamento ambiental de atividades de maior potencial degradador dos recursos naturais.

Assim, para os propósitos desse estudo, são apresentadas, em um rol não exaustivo, as leis federais brasileiras mais diretamente relacionadas à interface entre as temáticas ambiental e agrícola, por ordem cronológica – excluídas as expressamente revogadas (Quadro 13). Em

seguida, algumas dessas legislações são descritas e analisadas em maior detalhe, relacionando-as com as questões agrícolas.

Quadro 13 – Legislação brasileira relacionada à interface ambiental e agrícola

LEGISLAÇÃO	EMENTA
Lei 6.225/1975	Dispõe sobre discriminação, pelo Ministério da Agricultura, de regiões para execução obrigatória de planos de proteção ao solo e de combate à erosão e dá outras providências.
Lei 6.938/1981 ⁷¹	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Lei 7.802/1989	Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
Lei 9393/1996	Permite que, através de Ato Declaratório Ambiental, o proprietário pleiteie a isenção do Imposto Territorial Rural – ITR de áreas de preservação permanente coberta com vegetação nativa e reserva legal averbada.
Lei 9.433/1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Lei no 10.831/2003	Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências.
Lei 11.105/2005	Estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio e dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB.
Lei 11.460/2007	Dispõe sobre o plantio de organismos geneticamente modificados em unidades de conservação.
Lei 12.651/2012	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (revogou o antigo Código Florestal, Lei 4.771/1965).
Decreto 7.794/2012	Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Pnapo)
Lei nº 12.805/ 2013	Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
Lei Nº 14.119/2021	Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA)

Fonte: Elaboração da autora, com base na legislação consultada.

5.2 Política Nacional do Meio Ambiente – Lei 6.938/1981

A Política Nacional de Meio Ambiente – PNMA (Lei no 6.938/1981) estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população. A PNMA é o principal

⁷¹ Regulamentada pelo Decreto nº 99.274/1990.

instrumento de estruturação do arcabouço institucional de meio ambiente no Brasil, que se organiza sob a forma de um Sistema Nacional de Meio Ambiente – Sisnama, atuante nas três esferas de governo (Quadro 14).

Quadro 14 – Estrutura do Sisnama

1.	Conselho de Governo – órgão superior
2.	Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) – órgão consultivo e deliberativo
3.	MMA – órgão central
4.	Ibama – órgão executor
5.	Órgãos estaduais de meio ambiente – órgãos seccionais
6.	Órgãos municipais de meio ambiente – órgãos locais

Fonte: Lei no 6.938/81.

A criação do Sisnama reforça que a proteção ao meio ambiente é um objetivo comum, o que implica em uma gestão tripartite e coordenação de esforços entre União, estados e municípios. Como aponta Milaré (2009), o Sisnama, que representa a articulação da rede de órgãos ambientais existentes em todas as esferas da administração pública, não existe por si só: mistura abstração e concretude. O todo funciona a partir de partes reais, e a alma do sistema seria, justamente, a comunicação, a cooperação e a interação entre as partes.

Como visto, a LC 140/2011 reforça o ideal cooperativo e estabelece que os três entes federativos são solidariamente responsáveis pela gestão ambiental no âmbito do Sisnama. Também traz maior objetividade e transparência na definição das atribuições de competência ambiental comum dos entes federativos, evitando a sobreposições de papéis e possibilitando uma maior segurança jurídica. Como aponta Araújo (2013) a LC 140/2011 reforçou a necessidade de fortalecer a atuação dos órgãos ambientais estaduais e municipais, visto que, para o funcionamento adequado do Sisnama, estes devem contar com recursos condizentes (humanos e materiais) para enfrentar a magnitude e a complexidade dos diferentes problemas ambientais. Nesse sentido, apesar de ter sido instituído há mais de quatro décadas, o Sisnama ainda não se encontra efetivamente estruturado e articulado como um sistema nacional.

A PNMA também trouxe um conjunto de treze instrumentos voltados ao alcance dos objetivos relativos à proteção do meio ambiente, entre os quais: o licenciamento ambiental, o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental e a criação de áreas protegidas (Unidades de Conservação). Em 2006, por meio da Lei nº 11.284/2006, foram incluídos os instrumentos econômicos de proteção ambiental – como concessão florestal, servidão ambiental, seguro ambiental e pagamento por serviços ambientais – tendo em vista que a PNMA já previa em seus objetivos a “imposição, ao poluidor e predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos naturais com fins

econômicos” (art. 4º, VII). Muitos desses instrumentos possuem legislações ou regulamentações do Conama específicas para sua implementação.

Licenciamento Ambiental

Dentre os instrumentos de comando e controle previstos na PNMA (Lei 6.938/81), destaca-se o licenciamento ambiental, o qual possui caráter preventivo e corretivo e tem como objetivo assegurar que os empreendimentos econômicos realizam suas atividades sem causar prejuízos ao meio ambiente. No processo de licenciamento, o órgão ambiental competente pode autorizar ou negar a instalação, ampliação, alteração ou operação de empreendimentos ou atividades utilizadores dos recursos ambientais considerados efetiva ou potencialmente poluidores ou degradadores. Nem todas as atividades estão sujeitas ao licenciamento ambiental – a Resolução Conama 237/97 apresenta uma lista não exaustiva de empreendimentos sujeitos ao licenciamento, cabendo a órgão ambiental competente do Sisnama definir os critérios de complementação dessa relação. O licenciamento também não possui caráter definitivo e pode ser revisado (MOURA, 2016).

Ainda não foi aprovada lei federal específica para regulamentar o licenciamento ambiental, conforme previsto na CF/1988⁷². A Lei 6.938/81 apenas disciplinou o tema de forma genérica, sendo que o instrumento vem sendo regulado por meio de normas infralegais, como as resoluções do Conama, o que tem levado à insegurança jurídica no uso do instrumento. Tramitam no Congresso Nacional, desde 1988, diversos Projetos de Lei sobre o tema. Em 2021 foi apresentado o PL N° 2159/2021, que dispõe sobre o licenciamento ambiental e se encontrava em tramitação no Congresso Nacional até a data consultada⁷³.

Licenciamento ambiental rural

Nas atividades agropecuárias, empreendimentos com impactos que causem degradação ambiental sujeitos ao licenciamento podem estar relacionados ao desmatamento, uso de agrotóxicos ou manejo do solo, entre outros. A PNMA respalda as UFs⁷⁴ na elaboração

⁷² Lei ordinária prevista na Constituição Federal, conforme o Art. 225, inciso IV – “exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade”.

⁷³ Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/148785>. Acesso em 25 mar. 2022.

⁷⁴ De acordo com a LC nº 140/2011, o licenciamento ambiental é de competência da União no caso de empreendimentos ou atividades localizados ou desenvolvidos em dois ou mais estados, devendo ser realizado pelo Ibama.

de políticas próprias para a regulamentação do licenciamento ambiental em áreas rurais, assim como a Resolução CONAMA 237/97 (Art. 5º), que regulamenta diversos aspectos do licenciamento ambiental previsto na PNMA.

De forma simplificada, o licenciamento ambiental rural é uma autorização para que determinada atividade produtiva seja desenvolvida em áreas rurais. Em geral, esse tipo de licenciamento tem como objetivo principal garantir as Reservas Legais (RLs) e Áreas de Preservação Permanente (APPs) em uma propriedade rural e combater o desmatamento ilegal.

O estado de Mato Grosso foi o primeiro a realizar o licenciamento ambiental rural no País, iniciado em 1995, por meio do Sistema de Licenciamento Ambiental de Propriedades Rurais (SLAPR), com uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e Sensoriamento Remoto. Um dos principais objetivos do SLAPR foi a identificação e delimitação de RL e APPs, bem como o combate às queimadas e desmatamentos ilegais nas propriedades rurais. Outro objetivo foi o de utilizar a tecnologia para promover o planejamento da paisagem rural, de forma a criar corredores ecológicos com as áreas destinadas à preservação. Embora tenha mostrado resultados positivos para conter o desmatamento ilegal em seu início, a pressão econômica do agronegócio no estado acabou por “capturar” o instrumento, transformando-o em um processo burocrático utilizado para adequar ou legitimar novos desmatamentos e uma ocupação desordenada. Ainda assim, considera-se que o SLPR tenha oferecido resistência a uma maior degradação e contribuído para a gestão ambiental das propriedades rurais em Mato Grosso (AZEVEDO, 2009).

De acordo com amplo estudo conduzido pelo MMA em 2016 sobre os procedimentos de licenciamento ambiental adotados em todas as UFs, diversos estados, além de Mato Grosso, instituíram procedimentos para o licenciamento ambiental rural, tais como o Acre, Pará, Rondônia e Roraima (MMA, 2016b)

Após o advento do Cadastro Ambiental Rural (CAR), instituído pelo novo Código Florestal (Lei de Proteção da Vegetação Nativa, Nº 12.651/2012, Art. 29), muitas UFs substituíram o licenciamento ambiental rural pelo preenchimento do CAR, visto que a inscrição no CAR já exige um mapa georreferenciado, com os limites da propriedade e localização das áreas de APP e RL, entre outras informações. Ele permite identificar os passivos (diferença entre a vegetação a ser preservada e a vegetação existente) a serem recuperados em cada propriedade rural. A supressão de novas áreas de vegetação nativa, por exemplo, será autorizada pelo órgão ambiental somente se o imóvel estiver inscrito no CAR, sendo que a inscrição é de responsabilidade dos órgãos ambientais municipais ou estaduais.

O Acre, por exemplo, instituiu o Licenciamento Ambiental Rural (Larac) e a respectiva Certificação Ambiental Rural por meio da Portaria Normativa Imac nº 3/2004. Contudo a Certificação Ambiental Rural não está mais sendo emitida pelo órgão ambiental, o Instituto de Meio Ambiente do Acre (Imac), tendo sido substituída pelo CAR. No estado do Amazonas, quando o empreendimento está situado em área rural, o processo de licenciamento é vinculado ao CAR, no qual o empreendedor já deve ter sua situação regularizada. O mesmo ocorre no Maranhão, Mato Grosso e São Paulo, cujos processos de licenciamento ambiental do grupo agrossivipastoril têm como pré-requisito a inscrição no CAR (MMA, 2016b). A inscrição no CAR não exige os empreendedores de realizarem o licenciamento de atividades de maior impacto ambiental, conforme previstas pelos órgãos ambientais competentes, tais como granjas de grande porte, usinas sucroalcooleiras e de laticínios, entre outras.

5.3 Código Florestal - Lei nº 12.651/2012

O Código Florestal brasileiro pode ser visto como um importante instrumento para a gestão das propriedades rurais: ao mesmo tempo em que promove a proteção da vegetação nativa, a lei incentiva o uso mais produtivo e eficiente da terra ao favorecer a conservação dos solos e dos corpos hídricos, o que gera benefícios econômicos à produção agrícola. Como analisam Chiaveri *et al*, 2020:

Mais do que simplesmente uma ferramenta de proteção da vegetação nativa no país, o código é também um instrumento de transformação da produção de alimentos. Seus dispositivos criam incentivos para que os produtores rurais invistam em tecnologias e práticas que promovam ganhos de produtividade, o que permite melhor aproveitamento dos recursos naturais. (p.14)

Desde a década de 1930, o país possui legislação florestal considerada inovadora. O primeiro Código Florestal (Decreto Nº 23.793/1934) objetivava, principalmente, regulamentar a exploração econômica dos recursos florestais, mas também estabeleceu regras para a conservação ambiental das florestas, com a finalidade de proteger os corpos hídricos e os solos. No entanto, apenas a partir dos anos 1990, com a CF/1988, houve maior exigência para o cumprimento de suas regras (BENJAMIN, 2014).

A partir de então, a legislação florestal passou por diversas reformulações até chegar, em 2012, à atualmente vigente – Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12.651/2012), conhecida por nova Lei Florestal ou novo Código Florestal⁷⁵. A nova lei manteve os principais instrumentos do código anterior – as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e as de Reserva

⁷⁵ A título de simplificação, passaremos, daqui adiante, a nos referir à Lei 12.652/2012 como Código Florestal.

Legal (RL) – mas alterou suas métricas. Além disso, foram introduzidos novos instrumentos de gestão e regularização ambiental.

Em seus princípios, o novo Código Florestal reconhece a função estratégica da atividade agropecuária e a importância do papel das florestas e da vegetação nativa, buscando compatibilizar a preservação da água, do solo e da vegetação com o uso produtivo da terra, tendo em vista o crescimento econômico dos mercados de alimentos e bioenergia.

A lei reconhece os direitos de propriedade rural, mas estabelece as limitações necessárias para preservar a vegetação nativa, bem de interesse comum à sociedade (Art. 2º). Chiavari e Lopes (2016) destacam quatro limitações de propriedade presentes na lei, relevantes para a proteção do meio ambiente: as APPs, a Reserva Legal, as áreas de uso restrito e a prévia autorização do órgão ambiental competente para a supressão da vegetação nativa. Dessa forma, o descumprimento do Código Florestal é considerado uso irregular da propriedade, aplicando-se o as sanções administrativas, civis e penais cabíveis.

No entanto, de forma compensatória, de acordo com a Lei Nº 9.393/1996⁷⁶, ficam isentas da cobrança de Imposto Territorial Rural (ITR): (1) as áreas de preservação permanente e de reserva legal; (2) áreas de interesse ecológico para a proteção dos ecossistemas, assim declaradas mediante ato do órgão competente; (3) sob regime de servidão ambiental; e (4) cobertas por florestas nativas, primárias ou secundárias em estágio médio ou avançado de regeneração (art. 10, II).

É importante enfatizar que o novo Código Florestal estabelece as diretrizes gerais na matéria, mas cabe aos estados elaborar normas e procedimentos próprios para a regulamentação da lei, sendo que sua aplicação é de responsabilidade comum da União, estados, Distrito Federal e municípios, prevendo-se, ainda, a colaboração com a sociedade civil.

Como mencionado, os principais instrumentos da Lei Florestal que impactam as propriedades rurais e, conseqüentemente, a produção agropecuária são as APPs e a RL, cuja aplicação varia conforme o tamanho da propriedade rural, medida em módulos fiscais⁷⁷. Esses instrumentos são importantes por reconhecerem, conforme a CF/1988, que cabe não apenas ao poder público, mas a toda a sociedade o dever de preservar o meio ambiente (Art.225).

⁷⁶ Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, sobre pagamento da dívida representada por Títulos da Dívida Agrária e dá outras providências.

⁷⁷ Módulo fiscal é uma unidade de medida agrária instituída pela Lei nº 6.746/1979, expressa em hectares. Corresponde à área mínima necessária a uma propriedade rural para que sua exploração seja economicamente viável. É fixada pelos municípios, podendo variar de 5 a 110 hectares.

As APPs são constituídas por áreas ecologicamente frágeis, que devem ser preservadas para proteção dos recursos hídricos, dos solos, da biodiversidade e para a segurança e o bem-estar das populações (Art. 3º, II). Elas abrangem áreas como: faixas marginais de rios, lagos e reservatórios, bem como declividades superiores a 45°. Como regra geral, não pode haver exploração econômica dos recursos florestais em APPs. Estas áreas devem ser mantidas e, quando necessário, restauradas pelo proprietário rural.

A RL é um percentual da área da propriedade rural com a função de assegurar o uso econômico sustentável dos recursos naturais e promover a conservação da biodiversidade (Art. 3º, III). A RL deve ser mantida com vegetação nativa e sua delimitação depende da região e do tipo de vegetação: na Amazônia Legal varia de 80% em áreas de florestas, 35% no cerrado e áreas de transição e 20% em campos gerais. No restante do país é de 20% (Art. 12). Na RL admite-se a exploração econômica mediante manejo florestal sustentável.

Tanto as APPs quanto a RL podem ser ampliadas ou reduzidas por razão de interesse social ou de acordo com critérios específicos previstos na Lei, tais como percentual de Unidades de Conservação no município, realização de obras de infraestrutura pública e outros. Além disso, na pequena propriedade rural, voltada à agricultura familiar, são permitidas algumas práticas produtivas nessas áreas.

Já as áreas de uso restrito constituem-se em pantanais e áreas de inclinação entre 25° e 45°, nas quais é permitida apenas a exploração sustentável (Arts. 10 e 11).

Cadastro Ambiental Rural (CAR)

O Cadastro Ambiental Rural – CAR⁷⁸ é um instrumento fundamental para o cumprimento do novo Código Florestal, ao auxiliar o processo de regularização ambiental de propriedades e posses rurais. Trata-se de um registro público eletrônico nacional, obrigatório para todas as propriedades rurais, que busca integrar as informações ambientais, tendo em vista o controle e a fiscalização para combate ao desmatamento (Art. 29).

O CAR reúne informações georreferenciadas do imóvel – com delimitação das APPs, RLs, remanescentes de vegetação nativa, área rural consolidada, áreas de interesse social e de utilidade pública – permitindo identificar os passivos (diferença entre a vegetação a ser preservada e a vegetação existente) a serem recuperados em cada propriedade rural. Consiste,

⁷⁸ Regulamentado pelo Decreto N° 7.830/2012.

portanto, em uma ampla base de dados para controle, monitoramento e planejamento ambiental e econômico das propriedades rurais.

Do ponto de vista ambiental, o CAR identifica os imóveis rurais inteiramente destinados à preservação da vegetação nativa, utilizados para compensar as áreas de APP e RL exigidas pelo Código Florestal e garantir a produção agropecuária em outras propriedades. Estes imóveis podem não ser captados pelos Censo Agropecuários, visto não apresentarem atividade produtiva aparente (EMBRAPA TERRITORIAL, 2020).

A implementação do CAR é de responsabilidade de cada ente da Federação, ou seja, dos estados e municípios. A supressão de novas áreas de vegetação nativa será autorizada pelo órgão ambiental competente somente se o imóvel estiver inscrito no CAR, sendo que a inscrição é de responsabilidade dos órgãos ambientais municipais ou estaduais – posteriormente, as informações são integradas no Sistema de Cadastro Ambiental Rural (Sicar).

A inscrição no CAR é condição obrigatória para o exercício de diversos direitos por parte do proprietário rural, como: a adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA); o recebimento de crédito agrícola, em qualquer de suas modalidades; a obtenção de autorização para o desmatamento; a manutenção de atividades em áreas consolidadas e o cômputo de APP em áreas de RL.

Para se inscrever no CAR, além de comprovar a propriedade é necessário apresentar a planta georreferenciada do imóvel, com a localização das áreas a serem protegidas. Além disso, deve-se comprovar o histórico de ocupação do imóvel, já que a regularização pode seguir dois caminhos diferentes, como visto.

Para os imóveis com até quatro módulos fiscais, a inscrição no CAR é simplificada, sendo exigida apenas a apresentação de um croqui do imóvel, com as áreas de APPs e RL (art. 8º). O proprietário também poderá contar com assessoria técnica e jurídica do poder público. Para estes imóveis também valem os dois caminhos diferentes a serem seguidos para a regularização ambiental: o das áreas consolidadas até 22/07/2008, que gozam de benefícios ainda maiores nesses casos⁷⁹, e o aplicável aos demais, cuja regularização segue as regras gerais da Lei Florestal.

⁷⁹ Por exemplo, não se exige que a reserva legal com atividade consolidada nos imóveis até 4 módulos seja recuperada ou compensada (art.67).

Programa de Regularização Ambiental (PRA)

O Programa de Regularização Ambiental - PRA tem o objetivo de adequar as propriedades rurais aos termos da Lei. Os proprietários que aderirem ao PRA, com seus respectivos termos de compromisso para ajuste à lei, estão isentos de autuações por infrações quanto ao desmatamento em APPs e RL cometidas antes de 22/07/2008, em áreas consideradas consolidadas⁸⁰. Nessas propriedades, as APPs podem ser reduzidas, de acordo com o tamanho da propriedade (medida em módulos fiscais). Ou seja, a lei criou um regime jurídico com regras mais flexíveis, a fim de obter a regularização ambiental dessas propriedades. As áreas consolidadas até a data limite podem ser regularizadas mediante adesão ao PRA e assinatura de termo de compromisso com apresentação do respectivo Projeto de Recomposição de Áreas Degradadas e Alteradas (PRADA), instrumento em que o proprietário ou possuidor de imóvel rural mostra o que vai fazer para adequar seu imóvel à Lei Florestal. No segundo caminho, para os casos gerais, a lei estabelece apenas a suspensão imediata das atividades irregulares e a recomposição da vegetação nativa.

A lei Nº 13.887/2019 estendeu até 31/12/2020 a inscrição no CAR para adesão ao PRA, estabelecendo, ainda que, caso os Estados e o Distrito Federal não tenham implantado o PRA até aquela data, o proprietário rural poderia aderir ao PRA implantado pela União – o chamado “PRA Federal”, que ainda suscita dúvidas quanto à sua implementação (CHIAVERI *et al*, 2020).

Os proprietários de áreas consolidadas que optarem por não aderir ao PRA não poderão usufruir do benefício da suspensão das infrações administrativas e conversão da recuperação ou compensação da reserva legal em serviços ambientais. A compensação pode ser feita por diversas modalidades: doação de imóvel rural em Unidade de Conservação de domínio público, servidão ambiental ou aquisição de título de CRA de área equivalente em outro imóvel rural (Art. 66).

Cabe aos estados estabelecer regras mais específicas sobre o que não está detalhado na lei, por exemplo, quais são as práticas conservacionistas permitidas em áreas de APP de relevo, nas áreas consolidadas. No entanto, diversas UFs ainda não emitiram normas próprias

⁸⁰Área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris (Art. 3º, IV).

para a adequação de suas leis à nova legislação florestal, o que pode atrasar o processo de conformidade e regularização ambiental das propriedades.

Incentivos econômicos

A lei prevê tanto o fomento à pesquisa científica e tecnológica como a criação de incentivos econômicos voltados para a preservação e recuperação das florestas e para a promoção de atividades produtivas sustentáveis (Art. 1º, V e VI). Nesse sentido, incentiva a criação de programas de conservação ambiental que conciliem a produtividade agropecuária e florestal: (1) o pagamento por serviços ambientais (PSA), prioritariamente destinados aos agricultores familiares; (2) a compensação pela conservação ambiental, que permitiria, por exemplo, a obtenção de crédito agrícola com juros menores, a redução do Imposto sobre a Propriedade Rural (ITR) e acesso a linhas de financiamento para recuperação de áreas degradadas e (3) incentivos para ações de recuperação, conservação e uso sustentável da vegetação nativa, tais como: participação preferencial nos programas de apoio à comercialização da produção agrícola e recursos para a pesquisa científica e tecnológica e a extensão rural relacionadas à melhoria da qualidade ambiental (Art. 41).

Instrumentos de negociação

Foram criadas modalidades que permitem a negociação do excedente de área de reserva legal em uma propriedade: a Cota de Reserva Ambiental - CRA⁸¹, título que possibilita a comercialização de excedentes de áreas preservadas em uma propriedade rural para compensar os *deficits* (passivos) em outra; o arrendamento de área sob regime de servidão ambiental ou reserva legal; a doação ao poder público de área localizada no interior de UC e o cadastramento de outra área equivalente e excedente à reserva legal em imóvel de mesma titularidade.

Implementação do Código Florestal nas Unidades da Federação

Foge ao objetivo deste trabalho avaliar detidamente a implementação do Código Florestal em todas as Unidades da Federação no país. No entanto, dado seu impacto no que se

⁸¹ Regulamentada pelo Decreto nº 9.640/2018.

refere à produção agropecuária, é importante analisar, de forma sucinta, o estágio alcançado no cumprimento dos seus principais elementos, com foco no que se refere à atividade agrícola.

Estima-se que o passivo ambiental para o cumprimento do Código Florestal é de cerca de 16 milhões de ha de RL e quase 5 milhões de ha de APPs, principalmente nos biomas Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica (EMBRAPA, 2018).

Até 01/08/2022, o Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (Sicar) registrava 6.705.321 imóveis cadastrados, abrangendo uma área de 624.844.520 ha. Dos imóveis cadastrados, 52% haviam solicitado adesão ao PRA para regularização ambiental (SFB, 2022). O Sicar reúne as propriedades cadastradas, com imagens de satélite de alta resolução, segundo as diretrizes do Código Florestal. Os registros devem atualizar toda alteração na vegetação nativa ou transação fundiária. A Figura 2 ilustra um imóvel rural cadastrado no CAR, com perímetros delimitando áreas de vegetação nativa, nascentes e cursos d'água.

Figura 2 – Perímetro de um imóvel rural registrado no CAR



Fonte: Embrapa Territorial (2021) com dados do Sicar.

A regularização dos imóveis rurais para se adequar ao novo Código Florestal envolve diversos instrumentos, sendo implementada em três etapas principais:

1) Inscrição no CAR - o cadastro deve ser analisado e validado pelo órgão estadual de meio ambiente. Os pequenos proprietários contam com o apoio do poder público nesse processo.

2) Regulamentação do PRA - Os estados devem editar normas próprias para regulamentar o PRA previsto na lei federal⁸²

3) Implementação do PRA - Para implementar os PRAs os estados devem dispor de sistema operacional em funcionamento, termos de compromissos assinados e projetos de regularização em

⁸² Na regulamentação dos PRAs, a União estabelecerá normas de caráter geral, e os Estados e o Distrito Federal ficarão incumbidos do seu detalhamento por meio da edição de normas de caráter específico, em razão de suas peculiaridades territoriais, climáticas, históricas, culturais, econômicas e sociais, conforme preceitua o [art. 24 da Constituição Federal](#). (Lei nº 12.651/ 2012 , Art.59, § 1º).

execução e monitoramento. O proprietário rural de imóvel com excedente de RL ao exigido na lei poderá negociar essa área com imóveis pendentes de regularização, via mecanismos de compensação.

O Quadro 15 sintetiza a situação das UFs em relação a essas três etapas, com informações de 2022. Note-se que o processo é sequencial, mas que algumas atividades podem ocorrer simultaneamente.

Quadro 15 – Implementação do Código Florestal nas UFs - 2022

UF	Inscrição das propriedades no CAR	Análise e validação dos cadastros	Regulamentação do PRA	Implementação do PRA
Acre	✓	✓	✓	✓
Alagoas	✓	✓	x	x
Amapá	✓	✓	✓	x
Amazonas	✓	✓	✓	x
Bahia	✓	✓	✓	✓
Ceará	✓	✓	✓	x
Distrito Federal	✓	✓	✓	x
Espírito Santo	✓	✓	x	x
Goiás	✓	✓	x	x
Maranhão	✓	✓	x	x
Mato Grosso	✓	✓	✓	✓
Mato Grosso do Sul	✓	✓	✓	✓
Minas Gerais	✓	x	✓	x
Pará	✓	✓	✓	✓
Paraíba	✓	✓	x	x
Paraná	✓	✓	✓	x
Pernambuco	✓	x	✓	x
Piauí	✓	x	x	x
Rio de Janeiro	✓	✓	✓	x
Rio Grande do Norte	✓	✓	x	x
Rio Grande do Sul	✓	✓	x	x
Rondônia	✓	✓	✓	✓
Roraima	✓	x	x	x
Santa Catarina	✓	✓	x	x
São Paulo	✓	✓	✓	x
Sergipe	✓	✓	x	x
Tocantins	✓	✓	x	x

Fonte: Chiaveri *et al* (2022).

Desafios para o cumprimento do Código Florestal

O Brasil detém a segunda maior área florestal no mundo, com cerca de 500 milhões de hectares, atrás apenas da Rússia (SFB, 2019). Esta área, distribuída entre florestas nativas e plantadas (Tabela 18), corresponde a cerca de 60% do território brasileiro e a 12% da área global de florestas (FAO, 2020a).

Tabela 18 – Áreas de florestas no Brasil

Tipo de floresta	Área total (ha)	% das Florestas	% da área do Brasil
Florestas naturais	488.066.946	97,60	57,31
Florestas plantadas	9.839.686	1,67	1,16
Total	497.906.632	100	58,47

Fonte: SFB (2019).

Estima-se em 218 milhões de hectares as áreas de vegetação nativa em propriedades rurais, o que equivaleria a 25% do território nacional (Embrapa Territorial, 2020). Assim sendo, a gestão florestal nas propriedades rurais é fundamental para a preservação ambiental no País. Além disso, a produção em florestas plantadas – em torno de 9,3 milhões de ha – reduz a pressão sobre as matas nativas e contribui para a captura de CO² (SFB, 2019).

No entanto, percebe-se que, apesar do longo tempo desde sua implantação, ainda há dificuldades no efetivo cumprimento da legislação florestal. Como visto (item 4.1), houve progresso na redução da taxa de desmatamento, que mostrou tendência à redução durante o período 2008 a 2017 no bioma Amazônia, mas a partir de 2018 esta volta a crescer. De fato, o Brasil foi o país que mais perdeu área florestal no mundo na última década, cerca de 1,5 mil km² de floresta a cada ano, no período 2010-2020 (FAO, 2020a).

Tais dificuldades de cumprimento do Código Florestal decorrem de um conjunto de fatores. Primeiramente, há um conhecimento insuficiente da lei por parte dos proprietários rurais. Além disso, pode-se dizer que o novo Código Florestal se tornou bastante complexo, após suas diversas alterações, tanto na sua interpretação quanto em sua aplicação, mesmo pelos juristas. Conforme Benjamim (2014), poucas leis editadas a partir de 1988 apresentaram tantas dificuldades e incertezas para o intérprete como o novo Código Florestal.

A maior dificuldade decorre do estabelecimento de dois diferentes regimes jurídicos: um geral (mais restritivo) e um especial (mais flexível) aplicável às áreas consideradas consolidadas até 22/07/2008, como mencionado. Além disso, nos imóveis menores, com até quatro módulos fiscais, as obrigações são ainda mais flexíveis. Como analisaram Chiaveri e Lopes (2016), a aplicação dessas regras diferenciadas traz uma enorme complexidade, pois além de ser necessária a comprovação do histórico de ocupação do imóvel rural, algumas propriedades podem ser enquadradas, simultaneamente, nos dois regimes. Fluxogramas elaborados pelas autoras, ilustram a dificuldade do processo para o cumprimento da lei, em suas diversas etapas e caminhos possíveis. A complexidade da lei decorreria do processo em que foi elaborada, com a disputa entre grupos heterogêneos, com objetivos opostos:

Embora pareça evidente que a lei deva estabelecer de forma clara e precisa como as regras devem ser cumpridas, este não é o caso da Lei nº12.651/2012. A estrutura, a linguagem, o desenho e o conteúdo das regras do novo Código Florestal são resultado de um consenso entre diferentes interesses e, por isso, muitas vezes são incompreensíveis ao destinatário da norma. (p.22).

Um segundo ponto de dificuldade, refere-se à descentralização da gestão e monitoramento da lei para o nível estadual, pois cabe à Lei Florestal definir as diretrizes e regras gerais, enquanto às Unidades da Federação compete elaborar normas e procedimentos próprios, mais específicos. Portanto, os processos podem variar em cada estado. Por exemplo, Chiavari e Lopes (2016), ao analisarem a legislação florestal de quatro estados que editaram normas próprias de regulamentação, verificaram que os processos estabelecidos variam em cada estado e seguem caminhos diferentes do proposto pela lei federal, além de serem adotadas nomenclaturas próprias. Como implicação prática, as autoras concluem que o produtor rural, terá que compreender um grande e complexo arcabouço jurídico, resultante da somatória dos procedimentos federais e estaduais.

Um conjunto de projetos governamentais realizam o monitoramento da cobertura florestal (Tabela 19). No entanto, persistem as dificuldades quanto às deficiências na fiscalização e aplicação de multas.

Tabela 19 - Projetos de monitoramento da cobertura florestal no Brasil

Projeto	Objetivo	Instituição responsável
Programa de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite – PMDBBS	Fiscalização e combate a desmatamentos ilegais	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA)
Projeto PRODES - Projeto de Monitoramento do Desmatamento por Satélite	Realizado na Amazônia Legal e no Cerrado para produzir taxas anuais de desmatamento	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica	Monitoramento da Mata Atlântica	Convênio entre a Fundação SOS Mata Atlântica e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Programa de Monitoramento Ambiental dos Biomas Brasileiros - PMABB	Monitoramento dos biomas Brasileiros	MMA, em parceria com INPE, Embrapa e IBAMA
Inventário Florestal Nacional – IFN	Subsidiar a análise da existência e qualidade das florestas do país. O primeiro inventário está em andamento e deverá ser realizado a cada 5 anos.	Ação coordenada pelo SFB com as Unidades da Federação

Fonte: Elaboração da autora, com dados de SFB (2019)

5.4 Programas de combate e prevenção às queimadas

O monitoramento por sensoriamento remoto tem sido um dos principais instrumentos de detecção e controle de queimadas, dada a extensão territorial do País e a dificuldade de se fazer fiscalizações *in loco*. O Programa Queimadas, mantido pelo INPE com recursos do governo federal (MMA), realiza, por meio de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, o monitoramento e a modelagem da ocorrência e propagação de queimadas. Além disso, avalia o tipo de vegetação atingida, risco, extensão e severidade dos focos de incêndio. Os dados são atualizados diariamente no portal⁸³, com acesso livre às informações. O programa também atua em apoio ao Centro Integrado Multiagências de Coordenação Operacional e Federal em Brasília e ao Prevfogo do Ibama, para orientar as equipes em campo no combate ao fogo, em tempo real. Outros produtos oferecidos são o Boletim Diário das Áreas Protegidas e Territórios Indígenas, os polígonos de área queimadas e alertas de risco de fogo, com base na análise de dados meteorológicos (INPE/PRODES, 2023b).

Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo),

O Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo) foi criado em 1989⁸⁴, atribuindo ao Ibama a competência de coordenar as ações necessárias à organização, implementação e operacionalização das atividades relacionadas com a educação, pesquisa, prevenção, e controle e combate aos incêndios florestais e queimadas, avaliando seus efeitos sobre os ecossistemas, a saúde pública e a atmosfera.

As atividades do Prevfogo relacionam-se ao treinamento e capacitação de produtores rurais e brigadistas, monitoramento, pesquisa e campanhas educativas. São realizadas em cooperação com as Superintendências Estaduais do Ibama, bem como com órgãos estaduais de meio ambiente. Os principais programas e projetos do Prevfogo estão sintetizados no Quadro 16.

Quadro 16 – Programas e projetos do Prevfogo

- | |
|--|
| <p>a) Fortalecimento do Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais – com apoio de recursos do BNDES, visa a redução do número de ocorrências e intensidade dos incêndios florestais e queimadas não autorizadas no bioma Amazônia.</p> <p>b) Projeto Cerrado/Jalapão – projeto do MMA, implementado por órgãos executores federais e estaduais. Desenvolve atividades para melhorar a prevenção e controle de incêndios e queimadas no Bioma Cerrado, em particular, na região do Jalapão (Tocantins).</p> |
|--|

⁸³ Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal>. Acesso em 12 nov. 2021.

⁸⁴ Por meio Decreto 97635/1989, posteriormente revogado pelo [Decreto 2.661/1998](#). A Portaria 85/2001 elevou o Prevfogo ao nível de Centro Especializado.

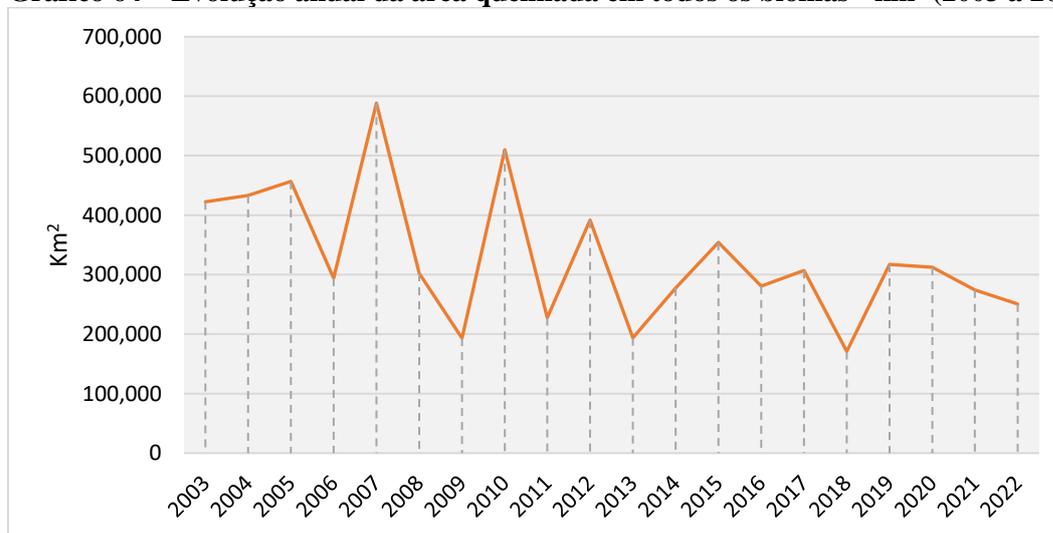
- c) Programa Amazônia sem Fogo – O programa, conduzido pelo MMA, visa à redução dos incêndios florestais e a melhoria das condições de vida dos produtores residentes nas comunidades rurais da Amazônia. Para tanto, inclui ações de capacitação e promove a difusão de alternativas às práticas agrícolas fogo.
- d) Programa de Ação Interagências – Visa ampliar a capacidade de resposta do Ibama em todo o território nacional, no controle de queimadas, prevenção e combate aos incêndios florestais. Desenvolve parcerias entre instituições governamentais (como o Inpe, órgãos estaduais e municipais de meio ambiente) e não governamentais para uma estratégia de ações conjunta.
- e) Projeto São Francisco – Projeto piloto de controle de queimadas em municípios da bacia do rio São Francisco. Conta com o financiamento do MMA e da Codevasf.

Fonte: Ibama (2019)

Evolução da área queimada no Brasil

O Gráfico 64 traz o histórico anual da área total queimada em todos os biomas, segundo dados do Inpe (2023). Os números indicam que a área queimada oscilou bastante no período 2003 a 2021, com o pico máximo em 2007, quando foram queimados 588.387 km², e a menor taxa alcançada em 2018, com 170.981 km². De modo geral, houve redução de 40,6% no período, que se inicia em 2003 com uma área queimada de 422.362 km² e chega a 2022 com 250.707 km².

Gráfico 64 – Evolução anual da área queimada em todos os biomas - km² (2003 a 2022)

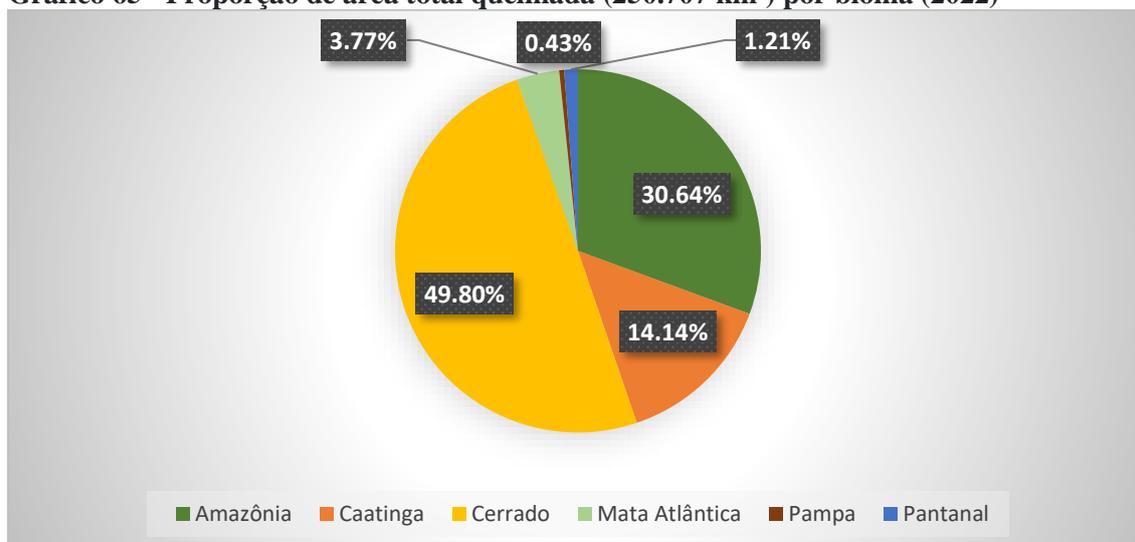


Obs.: Dados de área queimada de resolução de 1km.

Fonte: Inpe (2023).

Quanto à distribuição por biomas, observa-se que o Cerrado tem sido o bioma com mais área queimada ao longo da série histórica, com 124.855 km² queimados em 2022. Em seguida, os biomas com mais áreas queimadas naquele ano foram: Amazônia (76.818 km²), Caatinga (35.461 km²), Mata Atlântica (9.456 km²), Pantanal (3.028 km²) e Pampa (1.089 km²). O Gráfico 65 traz a área total queimada em 2022, correspondente a 250.707 km², distribuída por biomas.

Gráfico 65 - Proporção de área total queimada (250.707 km²) por bioma (2022)



Obs.: Dados de área queimada de resolução de 1km.

Fonte: Inpe/ (2023). Elaboração da autora.

5.5 Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC foi criado pela Lei Nº 9.985/2000 e regulamentado pelo Decreto Nº 4.340/2002 com o objetivo de estruturar o conjunto das Unidades de Conservação (UCs) federais, estaduais e municipais no Brasil. A lei define UC como “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção” (Art. 2º, I).

A Lei do SNUC instituiu dois grupos de UCs: (i) Unidades de Proteção Integral, com o objetivo básico de preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, salvo exceções e (ii) Unidades de Uso Sustentável, nas quais é possível compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais (Art. 7º).

De acordo com o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação – CNUC⁸⁵, somando-se as UCs em todas as esferas administrativas (federal, estadual e municipal), o Brasil possui um total de 2.500 UCs nos dois grupos de manejo (Proteção Integral e Uso Sustentável), ocupando uma área de 255,4 milhões de ha, o que corresponde a 18,68% de área continental

⁸⁵ Disponível em: [Unidades de Conservação - CNUC_2021_2º Semestre.csv - Portal Brasileiro de Dados Abertos](#). Acesso em 23/03/2022.

protegida e 26,48% de área marinha protegida no País. As UCs federais representam cerca de 40% do total de UCs, sendo compostas por 149 no grupo de Proteção Integral e 855 no grupo de Uso Sustentável, com uma área total de 171,7 milhões de ha.

No que se refere à agricultura, nas UCs de Uso Sustentável é permitida a realização de algumas práticas econômicas, tais como o extrativismo e a agricultura de baixo impacto, desde que atendidos os requisitos específicos para as categorias que compõem esse grupo.

A Tabela 20 reúne as UCs de Uso Sustentável com suas características gerais e finalidade, bem como o número e área de UCs federais deste tipo criadas no País. No total, existem 855 UCs de Uso Sustentável federais, ocupando uma área de 121,6 milhões de ha. Observa-se que, quanto ao número, destacam-se as RPPNs, com 670 unidades. Quanto à área, a APA é a categoria que ocupa a maior extensão, com um total de 89,7 milhões de ha. Não foram criadas, ainda, UCs na categoria Reserva de Fauna. É importante notar que quando se considera as UCs de uso sustentável (tais como APA, ARIE e RPPN), há uma sobreposição da área de UCs com a área de imóveis rurais.

Tabela 20 – Unidades de Conservação de Uso Sustentável – nível federal (2021)

Características	Finalidade	Número	Área (ha)
<i>Área de Proteção Ambiental - APA</i>			
Área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. É constituída por terras públicas ou privadas.	Proteger a diversidade biológica	37	89.717.572
<i>Área de Relevante Interesse Ecológico - ARIE</i>			
Área em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional. É constituída por terras públicas ou privadas.	Manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.	13	34.088
<i>Floresta Nacional – FLONA</i>			
Área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas. Posse e domínio são públicos, sendo admitida a permanência de populações tradicionais que a habitam quando de sua criação. A visitação pública e pesquisas são permitidas.	Uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração	67	17.814.854

	sustentável de florestas nativas.		
<i>Reserva Extrativista – RESEX</i>			
Área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte. É de domínio público, com uso concedido às populações extrativistas tradicionais. A visitação pública é permitida.	Proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.	66	13.509.163
<i>Reserva de Fauna - REFAU</i>			
Área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias. É de posse e domínio públicos. A visitação pública pode ser permitida.	Estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos.	-	-
<i>Reserva de Desenvolvimento Sustentável – RDS</i>			
A Reserva de Desenvolvimento Sustentável é uma área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica. É de domínio público, sendo permitidas visitação e pesquisas.	Preservar a natureza e assegurar os meios necessários para a reprodução e a melhoria dos modos e da qualidade de vida e exploração dos recursos naturais das populações tradicionais, bem como valorizar, conservar e aperfeiçoar o conhecimento e as técnicas de manejo do ambiente, desenvolvido por estas populações.	2	102.618
<i>Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN</i>			
Área privada, gravada com perpetuidade.	Conservar a diversidade biológica.	670	488.545
TOTAL		855	121.666.839

Fonte: Lei N° 9.985/2000; CNUC, 2021⁸⁶

Projetos de assentamento rural ambientalmente diferenciados

Os projetos de assentamento da Reforma Agrária⁸⁷ convencionais têm como objetivo principal a redistribuição e colonização de terras, sendo que as questões relativas à produção sustentável estão em segundo plano. Já a modalidade dos chamados “projetos ambientalmente

⁸⁶ Disponível em: [Unidades de Conservação - CNUC 2021_2º Semestre.csv - Portal Brasileiro de Dados Abertos](#). Acesso em 23/03/2022.

⁸⁷ A Reforma Agrária, como política pública, fundamenta-se na Constituição Federal/1988, Art. 184, sendo regulada por diferentes normas, como a Lei 4.504/1964 (Estatuto da Terra), Lei 8.629/1993 e Lei Complementar 76/1993. A implantação da política é atribuição do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e se dá por meio da criação de projetos de assentamento, tendo como beneficiárias famílias agricultoras sem acesso à terra.

diferenciados”, além desse propósito, visa também à proteção do meio ambiente e ao desenvolvimento das populações tradicionais que os ocupam. Observa-se que em todas as modalidades⁸⁸ de assentamentos os titulares são obrigados a cumprir a legislação ambiental, em especial quanto à manutenção e à preservação das áreas de reserva legal e de preservação permanente (IN MAPA/Incra, Nº 99/2019 Art. 31, III).

A implantação de projetos de assentamentos ambientalmente diferenciados, criados pelo Incra, bem como o reconhecimento de algumas áreas ambientalmente protegidas como elegíveis para a implantação de assentamentos, contribui para a expansão de sistemas sustentáveis de produção, ao aliar práticas agroextrativistas à conservação ambiental. Ou seja, essas modalidades permitem a convergência de políticas públicas antes dissociadas: reforma agrária e meio ambiente (SANTILLI, 2005).

Os projetos ambientalmente diferenciados se dividem em dois grupos: aqueles estabelecidos em UCs de Uso Sustentável, seguindo as diretrizes estabelecidas nas respectivas categorias, e os projetos estabelecidos em modalidades criadas pelo Incra com a finalidade de uso sustentável, são eles:

- Três categorias de UCs de Uso Sustentável são reconhecidas pelo Incra para a realização de projetos de assentamento, viabilizando o acesso das famílias e populações tradicionais que residem nesses locais aos direitos básicos do Programa de Reforma Agrária: as Reservas Extrativistas (Resex), as Florestas Nacionais - Flona e as Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS).
- Existem, também, quatro modalidades de projetos do Incra que visam promover a produção de alimentos mediante práticas agroextrativistas aliadas à conservação ambiental: os Projetos de Assentamento Agroextrativista (PAE), os Projetos de Desenvolvimento Sustentável (PDS), os Projetos de Assentamento Florestal (PAF) e os Projetos Descentralizados de Assentamento Sustentável (PDAS).

Uma das principais características dos assentamentos ambientalmente diferenciados é sua forma de titulação, que ocorre de maneira coletiva sobre o uso e posse da terra (direito real de uso). A modalidade confere segurança fundiária às populações que se baseiam no extrativismo e na agricultura familiar e proporciona a experiência de cooperação entre as famílias beneficiárias, que participam na gestão conjunta das áreas. Portanto, essas

⁸⁸ As demais modalidades de assentamento rural vigentes (muitas já foram revogadas), são: Projeto de Assentamento Federal (titulação de responsabilidade da União), Projeto de Assentamento Estadual (titulação pelas UFs), Projeto de Assentamento Municipal (titulação pelos municípios), Território Remanescentes Quilombola, Reconhecimento de Assentamento de Fundo de Pasto e Reassentamento de Barragem. Disponível em: [Modalidades \(incra.gov.br\)](http://incra.gov.br). Acesso em 23/03/2022.

modalidades de assentamentos compatibilizam a realização de projetos de reforma agrária e a produção de alimentos com a necessidade de preservação do meio ambiente, em um modo diferenciado de ocupação do território, que foge ao modelo da propriedade individual e privada (GUIMARÃES *et al.*, 2019).

Até 2021, foram criados 662 assentamentos rurais ambientalmente diferenciados, beneficiando cerca de 196.581 famílias, em uma área total de 42,6 milhões de hectares, o que corresponde à quase metade (48,7%) da área total de projetos de assentamentos rurais do Incra no Brasil (87,5 milhões de ha). A Tabela 21 traz os assentamentos rurais em UCs de Uso Sustentável, bem como nas demais modalidades de projetos ambientalmente diferenciados criados pelo Incra. O Programa Nacional de Educação para Reforma Agrária (Pronea) do Incra tem contribuído disseminar os pressupostos da agroecologia nos assentamentos rurais (AGUIAR, 2010).

Tabela 21 – Incra: projetos de assentamento rural ambientalmente diferenciados (2021)

<i>a) Projetos de assentamento em Unidades de Conservação de Uso Sustentável</i>				
Modalidade	Características	Nº de projetos	Área (ha)	Famílias assentadas
Reservas Extrativistas - Resex	Utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência.	74	13.938.650,01	58.874
Floresta Nacional - Flona	Área de posse e domínio público com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas.	12	5.637.102,87	2.760
Reserva de Desenvolvimento Sustentável - RDS	Área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais.	15	9.555.403,55	7.607
Subtotal (a)		101	29.131.156,43	69.241
<i>b) Outros projetos de assentamento do Incra relacionados à produção sustentável</i>				
Modalidade	Características	Nº de projetos	Área (ha)	Famílias assentadas
Projeto de Assentamento Agroextrativista - PAE	Projeto ambientalmente diferenciado destinado à exploração de áreas dotadas de riquezas extrativas, por meio de atividades economicamente viáveis, socialmente justas e ecologicamente sustentáveis, a serem executadas pelas	419	9.848.301,24	102.681

	populações que ocupem tradicionalmente a respectiva área.			
Projeto de Desenvolvimento Sustentável - PDS	projeto ambientalmente diferenciado de interesse social e ecológico destinado a populações que baseiam sua subsistência no extrativismo, na agricultura familiar e outras atividades de baixo impacto ambiental.	135	3.141.958,24	23.412
Projeto de Assentamento Florestal - PAF	Projeto de Assentamento Florestal - PAF - projeto ambientalmente diferenciado destinado ao manejo de recursos florestais em áreas com aptidão para a produção florestal familiar comunitária e sustentável, especialmente aplicável ao bioma Amazônia.	6	271.858,68	1.209
Projeto Descentralizado de Assentamento Sustentável - PDAS	Visa o desenvolvimento da agricultura familiar no entorno dos centros urbanos, por meio de atividades economicamente viáveis, socialmente justas, de caráter inclusivo e ecologicamente sustentáveis. As atividades agrícolas devem garantir a produção de hortifrutigranjeiros para os centros urbanos.	1	243.958	38
Subtotal (b)		561	13.506.076,16	127.340
Total Geral (a + b)		662	42.637.232,59	196.581

Fonte: Incra (2021)⁸⁹; IN MAPA/Incra nº 099/2019

A análise sobre a efetividade dos projetos ambientalmente diferenciados implantados no País, em seu conjunto, carece de estudos amplos e aprofundados. Encontram-se estudos pontuais, em projetos realizados em alguns estados, que demonstram ora o sucesso, ora falhas ou alcance limitado das iniciativas implementadas (ALY JUNIOR, 2011; DUVAL E FERRANTE, 2016; COSTA e PORRO, 2019).

⁸⁹ Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/reforma-agraria/assentamentos-relacao-de-projetos>. Atualizado em 17/01/2021. Acesso em 23/03/2022.

6. POLÍTICAS AGRÍCOLAS E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

6.1 A política agrícola brasileira

O Estatuto da Terra (Lei Nº 4.504/1964) foi o primeiro normativo a reger a política agrícola no Brasil, conceituando-a como “o conjunto de providências de amparo à propriedade da terra, que se destinem a orientar, no interesse da economia rural, as atividades agropecuárias, seja no sentido de garantir-lhes o pleno emprego, seja no de harmonizá-las com o processo de industrialização do país” (art. 1º, § 2º). A partir do Estatuto da Terra, foram implementadas diversas medidas de apoio à atividade agropecuária, tais como: a instituição do Sistema Nacional de Crédito Rural, a ampliação da Política de Garantia de Preços Mínimos, a criação da Embrapa e da Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (Embrater).

Em 1991 foi estabelecida a Lei nº 8.171/1991, conhecida como Lei da Política Agrícola, que “fixa os fundamentos, define os objetivos e as competências institucionais, prevê os recursos e estabelece as ações e instrumentos da política agrícola, relativamente às atividades agropecuárias, agroindustriais e de planejamento das atividades pesqueira e florestal” (Art.1º).

A política agrícola e o meio ambiente

A CF/1988, no Capítulo III, sobre a Política Agrícola e Fundiária e da Reforma Agrária, traz como um dos requisitos para o cumprimento da função social da propriedade rural a “utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente” (art. 186, II)⁹⁰. Do mesmo modo, o Estatuto da Terra (Lei Nº 4.504/1964) já dispunha que a propriedade da terra desempenha integralmente a sua função social quando, entre outros critérios, “assegura a conservação dos recursos naturais” (art. 2º, §1º).

Por sua vez, a Lei da Política Agrícola (Lei nº 8.171/1991), trata direta ou indiretamente do tema ambiental em diversos dispositivos, colocando a proteção do meio ambiente entre seus objetivos e como um dos seus instrumentos (arts. 3º, IV e 4º, IV). A Lei

⁹⁰ A Lei Nº 8.629/1993, que regulamenta os dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, considera adequada a utilização dos recursos naturais disponíveis quando a exploração se faz respeitando a vocação natural da terra, de modo a manter o potencial produtivo da propriedade. A preservação do meio ambiente ocorre quando são mantidas as características próprias do meio natural e da qualidade dos recursos ambientais, na medida adequada à manutenção do equilíbrio ecológico da propriedade e da saúde e qualidade de vida das comunidades vizinhas (art. 9º).

traz um capítulo (VI) inteiramente dedicado à proteção ao meio ambiente e conservação dos recursos naturais, estabelecendo que o Poder Público deverá (Art.19):

- I - integrar, a nível de Governo Federal, os Estados, o Distrito Federal, os Territórios, os Municípios e as comunidades na preservação do meio ambiente e conservação dos recursos naturais;*
- II - disciplinar e fiscalizar o uso racional do solo, da água, da fauna e da flora;*
- III - realizar zoneamentos agroecológicos que permitam estabelecer critérios para o disciplinamento e o ordenamento da ocupação espacial pelas diversas atividades produtivas, bem como para a instalação de novas hidrelétricas;*
- IV - promover e/ou estimular a recuperação das áreas em processo de desertificação;*
- V - desenvolver programas de educação ambiental, a nível formal e informal, dirigidos à população;*
- VI - fomentar a produção de sementes e mudas de essências nativas.*

A Lei da Política Agrícola define que a fiscalização e o uso racional destes recursos também cabem aos proprietários de direito e aos beneficiários da reforma agrária. As bacias hidrográficas são definidas como as unidades básicas de planejamento, uso, conservação e recuperação dos recursos naturais. A prestação de serviços e aplicações de recursos públicos em atividades agrícolas devem ter por premissa básica o uso tecnicamente indicado, o manejo racional dos recursos naturais e a preservação do meio ambiente (Art.22). Além disso, a Lei especifica que a pesquisa agrícola e a assistência técnica e extensão rural devem respeitar e viabilizar a preservação do meio ambiente (art. 12, IV e art.16).

Ao tratar do crédito rural, a lei estabelece que este deve: “incentivar a introdução de métodos racionais no sistema de produção, visando ao aumento da produtividade, à melhoria do padrão de vida das populações rurais e à adequada conservação do solo e preservação do meio ambiente” (art. 48, III). Também no que se refere à mecanização agrícola, a lei dispõe que o Poder Público deve “divulgar e estimular as práticas de mecanização que promovam a conservação do solo e do meio ambiente” (art. 96, VI).

Cabe destaque, ainda, ao Art. 103, que estabelece que o Poder Público, concederá incentivos especiais ao proprietário rural que:

- I - preservar e conservar a cobertura florestal nativa existente na propriedade;*
- II - recuperar com espécies nativas ou ecologicamente adaptadas as áreas já devastadas de sua propriedade;*
- III - sofrer limitação ou restrição no uso de recursos naturais existentes na sua propriedade, para fins de proteção dos ecossistemas, mediante ato do órgão competente, federal ou estadual.*
- IV – promover a substituição do sistema de pecuária extensivo pelo sistema de pecuária intensivo (Redação dada pela Lei nº 13.158, de 2015).*
- V – adotar o sistema orgânico de produção agropecuária, nos termos da Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003 (Incluído pela Lei nº 13.158, de 2015).*

Portanto, percebe-se uma convergência entre o direito agrário e ambiental em diversos pontos, no que se refere ao uso sustentável dos recursos naturais. Como analisam Dosso e Freiria, “Não se pode falar em proteção do meio ambiente sem falar em proteção às águas, à terra, à fauna e à flora, fatores integrantes do setor agrário. Assim, são elementos que agem conjuntamente, são interdependentes” (2018, p.155).

Entende-se que as normas não modificam automaticamente a realidade, e que implementação plena desse aparato jurídico passa por um caminho complexo, com custos associados ao *enforcement* – os quais envolvem processos burocráticos, esforços fiscalizatórios e estrutura jurídica sólida, capaz de opor resistência à pressão dos agentes econômicos. Além disso, torna-se necessário construir e apontar o caminho que induza às condutas desejáveis. Mas, ainda que os dispositivos legais não estejam sendo integralmente cumpridos, é relevante que as leis que regem o tema agrícola no Brasil destaquem as questões ambientais e estabeleçam incentivos econômicos para que os sistemas produtivos avancem em bases mais sustentáveis.

Estrutura institucional

Na estrutura vigente até 2022 no Ministério da Agricultura (MAPA), dada pelo Decreto Nº 10.827/2021, constava o desenvolvimento rural sustentável entre suas áreas de competência, tendo o Incra, a Conab e Embrapa como instituições vinculadas ao órgão.

O Serviço Florestal Brasileiro (SFB), anteriormente vinculado ao MMA, passou a integrar a estrutura do MAPA, o qual passou a exercer, portanto, as atividades voltadas ao manejo sustentável de florestas e à produção florestal sustentável, bem como ao gerenciamento das concessões florestais em áreas públicas. O SFB conta, entre suas diretorias, com uma de Regularização Ambiental, voltada principalmente à adequação das propriedades rurais ao Código Florestal (Lei 12.651/2012), o que inclui o gerenciamento do CAR, integrado ao Sistema Nacional de Informações Florestais; e o apoio técnico à implementação dos programas de regularização ambiental e a programas de pagamento por serviços ambientais.

6.2 Programa Nacional de Bionsumos

Os bioinsumos são produtos de origem biológica com baixo impacto no meio ambiente, por serem atóxicos ou de baixa toxicidade, que podem ser utilizados para beneficiar a produção sustentável na agropecuária. Oferecem, ainda, uma alternativa de uso sustentável para

ativos da biodiversidade brasileira. Dado o potencial do setor, no qual o Brasil caminha para tornar-se referência mundial (tanto como produtor, quanto como consumidor), o desenvolvimento do uso dos bioinsumos está sendo visto como a “terceira onda da agricultura brasileira”, depois do Plantio Direto e dos Sistemas Integrados de Lavoura-Pecuária-Floresta (VIDAL *et al*, 2020).

Um dos usos mais conhecidos dos bioinsumos no País é a aplicação de inoculantes bacterianos para a fixação biológica de nitrogênio (FBN), principalmente no cultivo de soja. Outros exemplos, são o uso de biofertilizantes e os biodefensivos, utilizados no controle biológico de pragas.

Biodefensivos

Os biodefensivos, ou agentes biológicos de controle, são desenvolvidos a partir de um ingrediente ativo natural (agentes biológicos ou substâncias químicas naturais) para uso no controle de pragas e doenças. Esses ativos são geralmente atóxicos ou de baixa toxicidade, agindo na eliminação da praga alvo (alta seletividade) sem agredir o meio ambiente. Desta forma, permitem a manutenção de insetos benéficos (inimigos naturais) nos cultivos e diminuem a necessidade do uso de pesticidas prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana⁹¹.

De acordo com o MAPA, agentes biológicos de controle são organismos vivos, introduzidos no ambiente para o controle de outros organismos considerados nocivos para as culturas (Ato MAPA N° 29/2011)⁹². Os agentes biológicos são constituídos por agentes microbiológicos (ácaros, insetos e nematoides) e microbiológicos (vírus, bactérias e fungos). As substâncias químicas naturais que atuam no controle de pragas e doenças são formadas pelos semioquímicos⁹³ (feromônios e aleloquímicos) e bioquímicos (hormônios e enzimas) (Tabela 22)

⁹¹ Disponível em: <https://croplifebrasil.org/publicacoes-areas/produtos-biologicos/>. Acesso em out. 2021.

⁹² Disponível em < <ato-no-29-de-7-de-julho-de-2011-agentes-biologicos-de-controle.pdf> (www.gov.br)>

⁹³ O grupo dos semioquímicos (significam “sinais químicos”) é composto substâncias que incluem os feromônios (atuam na comunicação entre insetos da mesma espécie), e os aleloquímicos (atuam na comunicação entre insetos de espécies diferentes). Essas substâncias são vantajosas por serem mais precisas quanto ao local e momento de controle (INC MAPA, Avisa e Ibama 1/2006).

Tabela 22 – Classificação dos produtos biológicos de controle de pragas e doenças

Substâncias químicas naturais		Agentes biológicos de controle	
Semioquímicos Compostos que induzem respostas comportamentais nos organismos-alvo <ul style="list-style-type: none"> ▪ Feronômios ▪ Aleloquímicos 	Bioquímicos Compostos de origem natural que controlam pragas e doenças <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hormônios reguladores de crescimento ▪ Enzimas 	Microbiológicos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Seres microscópicos ▪ Vírus ▪ Bactérias ▪ Protozoários ▪ Fungos 	Macrobiológicos <ul style="list-style-type: none"> ▪ Seres macroscópicos ▪ Insetos ▪ Ácaros ▪ Nematoides

Fonte: MAPA (2019). Elaboração da autora.

A prática de uso desses produtos não é nova, na verdade, existe há séculos na agricultura e, ao se contrapor ao modelo agroquímico de manejo da agricultura industrial, tem sido chamada de controle alternativo de pragas e doenças (JORGE e SOUZA, 2017). A novidade é que o controle biológico passou a ser intensivo em tecnologia, com o emprego de formulações específicas de microrganismos, uso de macroorganismos selecionados e aplicação em grandes áreas com o uso de drones.

Além do uso na agricultura, o controle biológico também pode ser usado na veterinária e na saúde pública. Por exemplo, a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia criou um bioinseticida para combater as larvas da dengue (mosquito *Aedes aegypti*), um produto inofensivo à saúde humana e ao ambiente⁹⁴.

Os produtos de base biológica também podem ser produzidos no Brasil e mesmo nas próprias fazendas que os utilizam, processo conhecido como *on farm*. Assim, os bioinsumos têm custos entre 20% a 70% menores, quando comparados aos dos agrotóxicos industrializados (VIVIAN e QUERINO, 2020).

Outra vantagem, é que as pragas geralmente não criam resistência, como pode ocorrer com o uso de agrotóxicos, que deixam de ser efetivos ao longo do tempo. Segundo levantamento realizado pelo professor Alexandre Pinto (Centro Universitário Moura Lacerda, Ribeirão Preto-SP), 29% dos produtores que utilizam o controle biológico buscam a tecnologia devido à ineficácia dos agrotóxicos e transgênicos, enquanto 26% o fazem devido ao surgimento de novas pragas. Apesar dessas vantagens, os biodefensivos ainda representam apenas 2% do mercado, visto que 98% das vendas correspondem aos agrotóxicos convencionais⁹⁵.

⁹⁴ Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/52713763/pesquisa-com-bioinsumos-mobiliza-mais-de-600-especialistas-da-embrapa>. Acesso em out. 2021.

⁹⁵ Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/46366490/brasil-e-lider-mundial-em-tecnologias-de-controle-biologico>. Acesso em 10/10/2021.

Os bio defensivos são produzidos por empresas a partir da seleção e multiplicação de organismos diversos, como fungos, bactérias, insetos e ácaros. Os mais utilizados no Brasil são os inseticidas, fungicidas e nematocidas. Estima-se que o desenvolvimento de um novo produto biológico leva em média 5 anos e necessita de cerca de US\$ 7 milhões de investimento⁹⁶.

Programa Nacional de Bioinsumos

O Programa Nacional de Bioinsumos, bem como seu respectivo Conselho Estratégico⁹⁷, foi instituído por meio do Decreto Nº 10.375/2020. O Programa visa aproveitar o potencial da biodiversidade brasileira para reduzir a dependência dos produtores rurais em relação aos insumos importados e ampliar a oferta de matéria-prima para setor. Coordenado pelo MAPA, o Programa pretende estimular a adoção de práticas que levem à implementação de sistemas sustentáveis de produção agropecuária e possui eixos temáticos nas áreas de produção vegetal, produção animal, pós-colheita e processamento.

De acordo com o Decreto Nº 10.375/2020, considera-se como bioinsumo:

(...) o produto, o processo ou a tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana, destinado ao uso na produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agropecuários, nos sistemas de produção aquáticos ou de florestas plantadas, que interfiram positivamente no crescimento, no desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, de plantas, de microrganismos e de substâncias derivadas e que interajam com os produtos e os processos físico-químicos e biológicos (Art. 2º).

O Programa teve origem na demanda do setor de orgânicos, apresentada no Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – Planapo II, por tecnologias e produtos que atendessem aos sistemas de produção orgânica, tanto animal quanto vegetal. O Programa buscou atender, ainda, à grande demanda pelo uso de bioinsumos em sistemas mistos e na produção agrícola convencional, além do emprego no processamento e conservação de produtos. Assim, o Programa foi construído em diálogo com o setor produtivo e representantes de diferentes setores, relacionados à produção, comercialização e consumo dos bioinsumos (VIDAL *et al*, 2020).

Entre as competências estabelecidas para o Programa Bioinsumos, estão: firmar parcerias com instituições públicas e privadas; fomentar projetos de cooperação nacional e

⁹⁶ Disponível em: <https://croplifebrasil.org/publicacoes/desenvolvimento-e-produtos-biologicos/>. Acesso em 10/10/2021.

⁹⁷ O Conselho foi empossado em 21/10/2020, tendo estabelecido seu Regimento Interno e realizado três reuniões. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos/o-programa/conselho-estrategico-do-programa-nacional>. Acesso em 10/10/2021.

internacional; revisar a legislação e as normas aplicáveis ao tema; editar manual de boas práticas para as fábricas de bioinsumos; estimular inovações na agropecuária; instituir o catálogo nacional de bioinsumos; informar sobre o potencial de uso dos bioinsumos para a redução dos impactos no meio ambiente e na saúde; propor opções de financiamento; sistematizar os dados sobre a produção e consumo de bioinsumos e fomentar pesquisas e inovação tecnológica sobre o tema (Art. 3º).

O Programa Nacional de Bioinsumos tem a finalidade de ampliar e fortalecer a utilização de bioinsumos no País para beneficiar o setor agropecuário e possui dez objetivos específicos, apresentados no Quadro 17.

Quadro 17 – Objetivos do Programa Nacional de Bioinsumos

- Atualizar as normas referentes aos bioinsumos, com escopo no Programa e seus registros
- Promover boas práticas de produção e de uso dos bioinsumos e garantir seu aperfeiçoamento contínuo e sustentável
- Promover campanhas periódicas de incentivo ao uso dos bioinsumos
- Criar e manter base de dados com informações atualizadas sobre bioinsumos e temas associados, considerados os aspectos normativos, tecnológicos, mercadológicos e de políticas públicas
- Apoiar processos de incubação de empresas e de pequenos negócios com foco na produção de bioinsumos e na organização de biofábricas
- Fomentar a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação em bioinsumos;
- Incentivar a adoção de sistemas de produção sustentáveis que assegurem o uso adequado de bioinsumos e elevem a renda dos produtores, principalmente com a expansão das seguintes tecnologias, dentre outras: (a) sistema orgânico de produção e de base agroecológica; (b) sistemas agroflorestais; (c) sistema de plantio direto; (d) recuperação de pastagens degradadas; (e) integração lavoura-pecuária-floresta; e (f) aquicultura sustentável
- Promover ações de estímulo à produção, ao processamento, à distribuição, à comercialização e ao consumo de bioinsumos
- Incentivar práticas e tecnologias de tratamento de resíduos sólidos para geração de insumos apropriados para uso na produção de bioinsumos
- Promover o estabelecimento de especificações de referência, mediante a realização de estudos de segurança e de testes de eficiência agrônoma para o registro de produtos.

Fonte: Decreto Nº 10.375/2020, Art. 5º

O Programa de Bioinsumos busca fomentar a produção de bioinsumos no Brasil por meio da instalação de “biofábricas” e diminuir a importação e o uso de fertilizantes e agroquímicos na produção agropecuária. O objetivo é implantar pelo menos uma biofábrica por região, sendo que já estão em construção duas unidades – uma em Goiás e outra em Minas Gerais⁹⁸.

A Embrapa presta apoio ao Programa, uma vez que dispõe de extenso trabalho de pesquisa dedicado ao controle biológico. A instituição investe em pesquisas no tema desde os

⁹⁸ Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos/o-programa>. Acesso em 10/10/2021.

anos 1980 e desde 2013 criou um Portfólio de Bioinsumos, que engloba pesquisas em: controle biológico de pragas, promoção do crescimento de plantas e bioativos. Além de diversas publicações disponíveis sobre o tema, a instituição conta com centenas de pesquisadores trabalhando em diversos projetos, alguns em parcerias com outras instituições, relacionados ao controle biológico e a inoculantes (responsáveis pela promoção do crescimento de plantas) situados em quase todos os seus 43 centros. Para difundir a tecnologia entre os produtores, a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia oferece, pelo menos duas vezes ao ano, cursos sobre controle biológico⁹⁹.

A Embrapa dispõe, ainda, de diversos bancos de germoplasma microbiano dedicados exclusivamente à preservação e caracterização de microrganismos, agentes de controle biológico de pragas e promotores de crescimento de plantas, mantidos em sete unidades da empresa¹⁰⁰.

Uma das ações previstas no do Programa é a consolidação de um catálogo nacional de insumos biológicos. Foi feita uma primeira versão, disponível na forma de aplicativo gratuito, que traz informações somente sobre 580 produtos biológicos destinados a combater 100 pragas e plantas invasoras¹⁰¹.

O programa conta com linhas de crédito para incentivar a adoção dos bioinsumos nas propriedades rurais e junto às cooperativas. O fomento está sendo feito por meio do crédito rural nas modalidades de custeio, para aquisição de bioinsumos. Para montagem de biofábricas a modalidade será de investimento no conceito *on farm*, ou seja, a multiplicação dos organismos vivos que compõem os bioinsumos é realizada dentro das próprias fazendas.

Como pode ser visto no Capítulo 7 (item 7.1), o Programa Bioinsumos conta com financiamento das seguintes linhas de crédito rural:

- Pronaf Bioeconomia, que no Plano Safra 2022/2023 foi alinhada com o Plano ABC+ e passou a ser chamada de Pronaf ABC+ Bioeconomia. Até a data consultada (22/08/2022), essa linha tinha realizado 3.944 contratos, com R\$ 253.566.073,00 de crédito concedidos.
- Programa ABC+, que conta com a linha de crédito ABC + Bioinsumos, que na mesma data tinha 4 contratos realizados, no valor total de R\$ 434.076,00¹⁰².

⁹⁹ Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/52713763/pesquisa-com-bioinsumos-mobiliza-mais-de-600-especialistas-da-embrapa>. Acesso em out. 2021.

¹⁰⁰ Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico>. Acesso em out. 2021.

¹⁰¹ Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos/o-programa/catalogo-nacional-de-bioinsumos>. Acesso em out. 2021.

¹⁰² Disponível em: [Matriz de Dados do Crédito Rural - Crédito Concedido \(bcb.gov.br\)](https://www.bcb.gov.br/indicadores/credito-rural). Acesso em 22/08/2022.

- Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica na Produção Agropecuária -Inovagro, com financiamento do BNDES, voltado para a incorporação de inovações tecnológicas nas propriedades rurais.
- Programa de Desenvolvimento Cooperativo para Agregação de Valor à Produção Agropecuária – Prodecoop – financiamento do BNDES voltado para a modernização de sistemas produtivos e de comercialização do complexo agroindustrial das cooperativas brasileiras. O Prodecoop conta com mais recursos para a aquisição de equipamentos para a produção dos bioinsumos.

O valor comprometido com o Inovagro foi de R\$ 664,56 milhões; enquanto o Prodecoop teve investimentos no valor de R\$ 804,02 milhões¹⁰³. Estes investimentos referem-se ao valor total destinado aos programas, que atuam em outras áreas além de bioinsumos.

Uso de bioinsumos no Brasil

De acordo com dados da Embrapa, o Brasil é líder mundial na adoção de bioinsumos, com mais de 23 milhões de hectares tratados em 2019, além de exportar tecnologias da área para outros países, inclusive, com a instalação de filiais de empresas brasileiras nos EUA¹⁰⁴. O crescimento no País acompanha o mercado mundial de defensivos biológicos, que tem crescido a índices cinco vezes superiores ao da indústria de agrotóxicos. Estima-se que a área de tratamento biológico deve alcançar entre 25% a 30% do mercado global de defensivos até 2027 (CROPLIFE BRASIL, 2020).

Como apontam Vivian e Quirino (2020), ainda não há um monitoramento sistemático sobre o uso do controle biológico na agricultura brasileira que permita gerar bases de dados quanto a sua expansão. Contudo, existe o registro de diversas experiências exitosas. Os usos mais expressivos do controle biológico no Brasil, segundo a extensão da área tratada, estão nas culturas da soja e cana-de-açúcar, com predominância de bioprodutos com ação inseticida, fungicida e nematicida (Vivian e Querino, 2020). No plantio de cana-de-açúcar, o uso dos bio defensivos chega a 4 milhões de hectares por ano no combate à broca-da-cana (*Diatrea saccharalis*) e à cigarrinha (*M. fimbriolata*) (Fontes e Valadares-Inglis, 2020). Outro exemplo

¹⁰³ Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/onde-atuamos/agropecuaria/credito-rural-desempenho-operacional>. Dados atualizados até 20/10/2021.

¹⁰⁴ Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/46366490/brasil-e-lider-mundial-em-tecnologias-de-controle-biologico>. Acesso em out. 2021.

é o uso de fungos antagonistas para o combate à vassoura-de-bruxa nos cacaueiros, por meio de biofungicida denominado Tricovab, permitindo o controle da doença¹⁰⁵. Além disso, há mais de 10 anos vem sendo utilizada a técnica do inseto estéril na fruticultura contra a mosca-do-mediterrâneo, principalmente no vale do Rio São Francisco, com a instalação da Biofábrica Moscamed Brasil, em Juazeiro-BA, que foi pioneira no país na aplicação da técnica (PARANHOS *et al.*, 2004).

Contudo, a expansão do uso de produtos de controle biológico no país ainda depende do enfrentamento de diversos desafios, principalmente no que se refere à perspectiva do produtor agrícola, visto que esses produtos apresentam maior complexidade técnica e dificuldade de manuseio, pois exigem condições especiais de transporte, armazenamento e liberação nas lavouras. A superação do baixo nível de orientação dos agricultores quanto ao uso de biológicos dependeria de um sistema nacional de extensão rural que se encontra enfraquecido na maioria dos Estados brasileiros (VIVIAN e QUERINO, 2020).

O Gráfico 66 traz o registro anual, feito pelo MAPA, de produtos agrícolas de controle considerados de baixo impacto, os quais possuem ingredientes ativos biológicos, microbiológicos, semioquímios, bioquímicos, extratos vegetais e reguladores de crescimento, podendo ser autorizados, em vários casos, na agricultura orgânica. Ao todo, são 578 produtos registrados até outubro de 2022.

Gráfico 66 – Produtos agrícolas de baixo risco registrados por ano (2000 a 2022)



Obs.1.: Inclui o total de produtos de baixo risco e os utilizados para a agricultura orgânica - produto formulado biológico, microbiológico, bioquímico, extrato vegetal, regulador de crescimento ou semioquímico.

Obs.2: Os dados para 2022 são parciais – atualizados até 07/10/2022.

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA¹⁰⁶

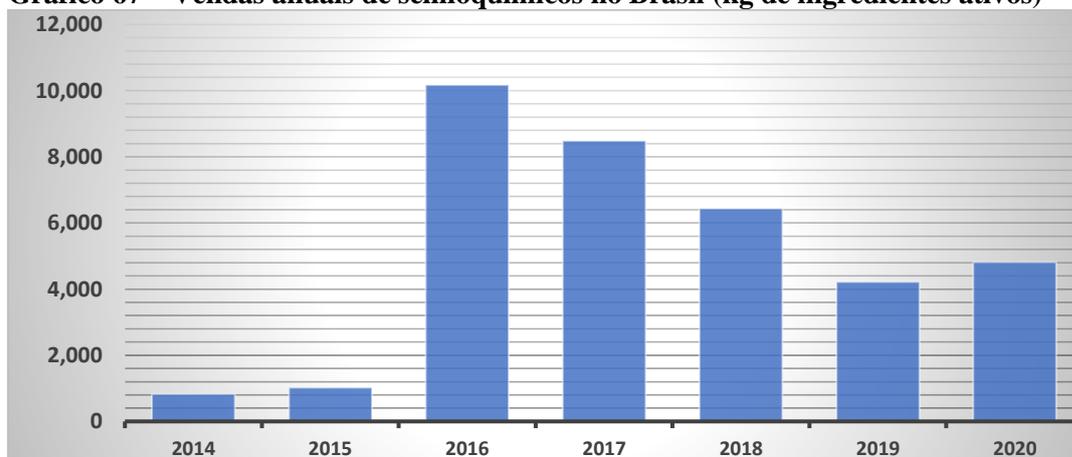
¹⁰⁵ Disponível em: <https://alavoura.com.br/materias/fungo-x-vassoura-de-bruxa/>. Acesso em 7/10/2022.

¹⁰⁶ Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/informacoes-tecnicas>. Acesso em 07/10/2022.

Apesar de o controle alternativo de pragas se basear em processos e recursos naturais, esses produtos são incluídos nos produtos regulados pela lei de agrotóxicos, componentes e afins. No entanto, recebem um tratamento diferenciado, inserido pelo Decreto no 4.074/2002, o qual define que produtos de baixa toxicidade e periculosidade devem ter a avaliação de registro priorizada. Além disso, atos normativos publicados pelo MAPA orientam a retirada do símbolo de caveira e da expressão “cuidado: veneno” em rótulos e bulas desses produtos, o que proporciona uma diferenciação de mercado e a possibilidade de uso em sistemas orgânicos e agroecológicos de produção (JORGE e SOUZA, 2017).

O Ibama disponibiliza dados sobre o consumo (vendas anuais) de produtos utilizados no controle biológico de pragas nos grupos de semioquímicos e agentes microbiológicos. O Gráfico 67 traz o histórico de vendas de semioquímicos no país, onde se observa que o consumo desses produtos teve um grande crescimento até 2016 (10.176,8 kg), com seu uso sendo reduzido progressivamente até 2019 e retomando o crescimento em 2020 (4.819,7 kg).

Gráfico 67 – Vendas anuais de semioquímicos no Brasil (kg de ingredientes ativos) – 2014 a 2020

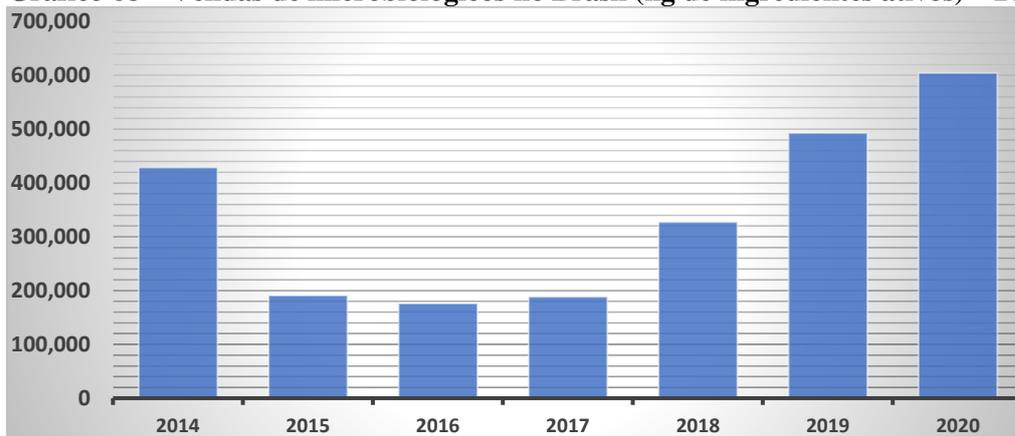


Obs.: Semioquímicos são compostos que induzem respostas comportamentais nos organismos-alvo, como feromônios e aleloquímicos.

Fonte: Relatórios do Ibama de comercialização de semioquímicos, microbiológicos e agentes biológicos de controle¹⁰⁷. Elaboração da autora.

O Gráfico 68 traz o consumo do grupo de agentes microbiológicos. Observa-se que, após períodos de oscilações, houve um aumento em cerca de 90% no uso desses produtos entre 2018 e 2020, quando o consumo passa de 327.607,5 kg de ingredientes ativos para 604.193,68 kg anuais.

¹⁰⁷ Disponível em: [Relatórios de comercialização de agrotóxicos \(ibama.gov.br\)](https://relatorios.ibama.gov.br/). Acesso 07/10/2022.

Gráfico 68 – Vendas de microbiológicos no Brasil (kg de ingredientes ativos) – 2014 a 2020

Obs.: Agentes biológicos de controle são organismos vivos, introduzidos no ambiente para o controle de outros organismos considerados nocivos para as culturas, sendo os agentes microbiológicos seres microscópicos.

Fonte: Relatórios do Ibama de comercialização de semioquímicos, microbiológicos e agentes biológicos de controle¹⁰⁸. Elaboração da autora.

A maior disponibilidade desses produtos é importante para agricultura não apenas pelo baixo impacto toxicológico e ambiental, mas também por beneficiar as culturas de suporte fitossanitário insuficiente (*minor crops*)¹⁰⁹, pois são registrados por pragas e não por cultura, como ocorre com os químicos¹¹⁰. Ou seja, podem ser utilizados em qualquer cultivo onde ocorra o alvo biológico para o qual o produto tenha sido registrado.

A comercialização e o uso de produtos microbiológicos vêm crescendo no país seguindo a tendência para o mercado global, onde os microrganismos para uso agrícola devem alcançar 60% do mercado total de biológicos e se consolidar como o principal segmento do setor nos próximos anos (VIVIAN e QUIRINO, 2020).

De acordo com a Croplife Brasil (2020), que representa os fabricantes no setor (composto por 24 empresas) a quantidade de produtos biológicos disponíveis no mercado brasileiro mais que duplicou desde 2017, movimentando mais de R\$ 675 milhões em 2019, sendo que em 2020 houve um aumento de 75% de faturamento, em relação a 2019. Estimativa da empresa de consultoria Dunhan Trimmer também aponta que, enquanto o mercado de biológicos do mundo está crescendo 9% ao ano, no País o aumento é de mais de 15%¹¹¹.

¹⁰⁸ Disponível em: [Relatórios de comercialização de agrotóxicos \(ibama.gov.br\)](https://relatorios.ibama.gov.br/). Acesso 06/04/2022.

¹⁰⁹ As “minor crops” são culturas para as quais prevalece a falta ou número insuficiente de agroquímicos registrados para manejo e controle de pragas e doenças. São enquadradas nessa definição boa parte das frutas e hortaliças e alguns cereais e leguminosas. Disponível em: <https://alavoura.com.br/colunas/panorama/brasil-tera-mapa-de-minor-crops-culturas-com-suporte-fitossanitario-insuficiente/>. Acesso em out.2021.

¹¹⁰ [MAPA registra recorde de 95 defensivos de controle biológico em 2020 — Português \(Brasil\) \(www.gov.br\)](https://www.gov.br/brasil/pt-br/imprensa/comunicado/2021/07/14/14). Acesso em set.2021

¹¹¹ Disponível em: [Brasil é líder mundial em tecnologias de controle biológico - Portal Embrapa](https://portal.embrapa.br/brasil-eh-lider-mundial-em-tecnologias-de-controle-biologico). Acesso em out. 2021.

Atribui-se o aumento da demanda pelos produtos de controle biológicos ao maior cultivo de orgânicos e ao aumento dos custos e riscos ambientais causados pelos agrotóxicos convencionais. Além disso, há maior conscientização dos agricultores quanto à importância de se preservar tanto os polinizadores quanto os inimigos naturais das pragas nas lavouras (VIVIAN e QUIRINO, 2020).

Agrotóxicos de menor toxicidade – “química verde”

Outro avanço no controle de pragas e doenças refere-se ao desenvolvimento da chamada “química verde”, com emprego de tecnologias para a produção de agrotóxicos mais eficientes, específicos e de menor efeito residual no ambiente. O conceito foi introduzido pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA (*Environmental Protection Agency – EPA*), na década de 1990, com o objetivo de promover o desenvolvimento de químicos com menor impacto ambiental. A química verde busca reduzir a poluição ambiental em sua origem, com o emprego de matérias-primas de menor toxicidade (CROPLIFE BRASIL, 2020). O Quadro 18 traz alguns exemplos de tecnologias de química verde em desenvolvimento ou já em uso nas lavouras brasileiras.

Quadro 18 – Exemplos de aplicação da química verde na agricultura

Produto	Aplicação	Tecnologia “verde”	Situação atual
Nanopartículas de óxido de zinco	Controle de doenças	Micronutriente de baixíssima toxicidade, com efeito benéfico para a planta	Já são produzidos em escala comercial para diferentes culturas
Nanopartículas de cério	Controle de doenças	Facilmente absorvido pelas plantas e não fica acumulado no solo	Tecnologia experimental
Nanoherbicida	Controle de ervas daninhas	Redução na dose (quantidade) de uso de herbicidas	Tecnologia experimental
N-acetil-cisteína (NAC)	Controle de doenças	Não apresenta efeito residual	Utilizado comercialmente na citricultura. Em teste para outras culturas.
Enzimas de microorganismos	Produção de coniferol	Reutilização de matéria orgânica	Tecnologia experimental

Fonte: Croplife Brasil (2020).

6.3 Conservação do solo agrícola

A gestão sustentável dos solos, segundo a FAO (2019), deve ser feita de forma integrada, envolvendo um conjunto de práticas concomitantes. Nesse sentido, a gestão dos solos por microbacias tende a ser mais eficiente. O Quadro 16 traz as diretrizes da FAO para a gestão sustentável dos solos.

Quadro 19 – Diretrizes para a gestão sustentável dos solos

1. Minimizar a erosão dos solos
2. Aumentar o teor de matéria orgânica no solo
3. Favorecer o equilíbrio de o ciclo de nutrientes no solo
4. Prevenir, minimizar e mitigar a salinização e alcalinização do solo
5. Prevenir e minimizar a contaminação dos solos
6. Evitar e minimizar a acidificação dos solos
7. Preservar e reforçar a biodiversidade do solo
8. Minimizar a impermeabilização do solo
9. Evitar e reduzir a compactação do solo
10. Melhorar a gestão da água no solo

Fonte: FAO (2019).

Política Nacional de Conservação do Solo Agrícola

Na década de 1970, foi instituída lei federal N° 6.225/1975¹¹² sobre proteção do solo agrícola, determinando ao Ministério da Agricultura a atribuição de discriminar as áreas aptas ao cultivo agrícola, a partir da elaboração de planos de proteção do solo e de combate à erosão definidos pelo governo. No mesmo ano, entrou em vigor o Decreto 76.470/1975, que criou o Programa Nacional de Conservação dos Solos, com o objetivo de promover, em todo o território nacional, a adoção das práticas de conservação do solo, tendo em vista a manutenção e o melhoramento da sua capacidade produtiva.

De acordo com a Lei 6.225/1975, os agricultores das regiões discriminadas só poderiam contratar o crédito rural se apresentassem o certificado comprobatório de execução dos planos de proteção do solo e combate à erosão. Além disso, teriam a obrigação de adotar as práticas conservacionistas recomendadas e de submeterem-se à orientação técnica de profissional credenciado pelo Ministério da Agricultura. No entanto, apesar de ainda estar em vigor, a lei N° 6.225/1975 não foi plenamente implantada no País (DOLABELLA, 2014).

Outro importante instrumento legal para a recuperação de áreas degradadas nas propriedades rurais foi estabelecido pelo Código Florestal (Lei n° 12.651), que obriga a recuperação dessas áreas por meio dos Programas de Regularização Ambiental - PRA.

Conservação do solo em microbacias hidrográficas

Em 1987, foi instituído o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas e Conservação de Solos na Agricultura, por meio do Decreto N° 94.076/1987¹¹³. O Programa,

¹¹² Dispõe sobre discriminação, pelo Ministério da Agricultura, de regiões para execução obrigatória de planos de proteção ao solo e de combate à erosão e dá outras providências. A lei foi posteriormente regulamentada pelo Decreto N° 77.775/1976.

¹¹³ Está em tramitação, na Câmara dos Deputados, o PL N.º 4.778/2019 que visa instituir a Política Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/>. Acesso em 17/06/2021.

sob supervisão do MAPA, visava “promover um adequado aproveitamento agropecuário dessas unidades ecológicas, mediante a adoção de práticas de utilização racional dos recursos naturais renováveis” (art. 1º), tendo em vista a preservação e uso sustentável dos recursos hídricos e do solo. O Programa foi desenvolvido em parceria com a Embrapa, prefeituras municipais, instituições de pesquisa agrícola, serviços de assistência técnica e extensão rural, ONGs, associações de produtores e cooperativas rurais. Foram desenvolvidos projetos no âmbito federal, mas teve maior adesão por parte de alguns Estados – Goiás, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e no Distrito Federal¹¹⁴. O Quadro 20 traz as ações prioritárias do programa.

Quadro 20 – Ações prioritárias do Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas e Conservação de Solos na Agricultura

- Capacitação de pessoal técnico e agricultores em Planejamento de Bacias Hidrográficas e Conservação de Solo e Água;
- Validação e difusão de tecnologias apropriadas em manejo e conservação de solo;
- Introdução de práticas de cobertura de solo;
- Práticas de agricultura orgânica e agroflorestais;
- Implantação de viveiros de plantas;
- Recomposição de matas ciliares e proteção de áreas frágeis;
- Práticas de preservação e uso sustentável dos recursos hídricos;
- Adequação de estradas vicinais de terra;
- Calagem e gessagem do solo agrícola;
- Práticas de contenção e controle de voçorocas;
- Demarcação de curvas de nível e construção de sistemas de terraceamento;
- Implantação de projetos demonstrativos de manejo integrado de pragas (MIP);
- Produção e difusão de material técnico/educativo;
- Apoio e realização de eventos técnicos (dias-de-campo, seminários, reuniões de trabalho);
- Recuperação de áreas degradadas;
- Introdução do Sistema Plantio Direto.

Fonte: MAPA (2021)

Em 2021, foi lançado o Programa Nacional de Conservação de Recursos Naturais e Desenvolvimento Rural em Microbacias Hidrográficas (Programa Águas do Agro), a partir dos aprendizados do Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas, de 1987. O Programa busca implementar estratégias conservacionistas (como plantio direto, adubação verde, terraceamento e curvas de nível) em microbacias identificadas como prioritárias devido à maior presença de solos descobertos, uso intensivo de irrigação e erosão acentuada. A execução do programa é dividida em fases de curto, médio e longo prazo, pelo período total de 10 anos de execução¹¹⁵.

¹¹⁴Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/programas-e-orientacoes>. Acesso em jun. 2021.

¹¹⁵ Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/programa-aguas-do-agro> Acesso em 20/06/2022.

Práticas de conservação do solo e dos recursos naturais

A adoção de práticas de conservação, como o plantio direto, adoção de curvas de níveis e proteção de nascentes são medidas fundamentais para evitar a degradação dos solos. O sistema de plantio direto (SPD), também conhecido internacionalmente como agricultura conservacionista, bem como a adoção de Sistemas agroflorestais (SAFs) ou de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) são as principais técnicas para conter ou reverter a erosão e agregar ao solo matéria orgânica que contribui para sua estrutura e fertilidade. Tais técnicas são consideradas uma verdadeira revolução conceitual na conservação dos solos tropicais, sendo adotadas em cerca 44,4 milhões de ha do território brasileiro, devendo atingir 60 milhões de ha até o ano 2025 (POLIDORO *et al*, 2020; IBAMA, 2022).

Apesar dos avanços no crescimento da implantação de técnicas de agricultura conservacionista no Brasil, de acordo com o Censo Agropecuário de 2017, 43,8% dos estabelecimentos agropecuários ainda não adotavam nenhuma prática de conservação. Em 56,2% dos estabelecimentos são realizadas práticas de conservação diversas, que incluem, entre outras, o SPD, a rotação de culturas, o plantio em curvas de nível e a recuperação de áreas de preservação permanente (Tabela 23).

Tabela 23 - Estabelecimentos agropecuários que realizam práticas agrícolas de conservação ou proteção dos recursos naturais

Práticas de conservação	Número de estabelecimentos	Proporção (%)
Sistema de Plantio Direto (SDP)	553.382	10,9%
Plantio em curvas de nível	480.428	9,4%
Rotação de culturas	946.607	18,6%
Pousio ou descanso de solos	699.180	13,7%
Estabilização de voçorocas	39.629	0,7%
Proteção e/ou conservação de encostas	204.246	4,0%
Recuperação de mata ciliar	122.507	2,4%
Reflorestamento para proteção de nascentes	116.962	2,3%
Manejo florestal	88.730	1,7%
Outras práticas de manejo*	1.245.991	24,5%
Nenhuma prática	2.224.000	43,8%
Total de estabelecimentos agropecuários	5.073.324	100%

* Outras práticas agrícolas, incluem: uso de terraços; uso de lavouras para reforma, renovação ou recuperação de pastagens; queimada; drenagem de solos; adubação verde; utilização de esterco; utilização de composto vegetal; aplicação de inoculantes; quebra-vento ou cordão; utilização de leguminosas em consórcio com as pastagens (IBGE, 2019)¹¹⁶.

Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

¹¹⁶ Observa-se, ainda, que o item referente a “outras práticas de manejo” agrega procedimentos diversos, sendo que está incluída a prática de queimada, que pode ser prejudicial aos recursos naturais. O ideal é que tais práticas se apresentassem com dados discriminados, para uma melhor análise.

Sistema de Plantio Direto (SPD) e Plantio Direto (PD)

O Sistema Plantio Direto (SPD) caracteriza-se por um conjunto de tecnologias de manejo do solo e de culturas, fundamentado em três princípios da agricultura conservacionista, como visto no item 2.4: (1) mínimo revolvimento do solo, restrito somente às linhas de semeadura; (2) cobertura permanente do solo (plantas vivas ou palhadas) e (3) diversificação de plantas na rotação de cultivos (FAO, 2014a).

Esses princípios diferenciam o SPD do Plantio Direto (PD), este último baseado apenas no revolvimento do solo restrito à linha de semeadura e manutenção dos resíduos vegetais na superfície, também denominado semeadura direta. Portanto, embora a técnica de PD possa ser praticada isoladamente e tenha benefícios mesmo quando aplicada a grandes monoculturas, o SPD amplia o enfoque da prática, tornando-a o sistema agrícola mais sustentável ao associá-lo às outras práticas conservacionistas, como a rotação de culturas ou consórcios – tais como leguminosas e gramíneas ou cereais e pastagens. Com isso, é possível elevar o número de safras, que pode chegar a três anuais, evitando-se o desmatamento com a abertura de novas áreas (MAPA, 2021).

O PD, também chamado de plantio direto na palha, é uma forma de manejo do solo que envolve ausência ou mínimo revolvimento do solo (não há a inversão das camadas do solo pelo uso de tratores com gradagem) e cobertura do solo com palhada (matéria orgânica formada pelos restos das safras anteriores). A prática, utilizada no Brasil desde a década de 1970, ou seja, há mais de 50 anos, aproxima-se da lógica dos ecossistemas naturais, nos quais os resíduos orgânicos decompostos são incorporados ao solo como adubo natural nos cultivos. O sistema trouxe benefícios agrícolas, ambientais e econômicos já que ajuda a manter as características físicas, químicas e biológicas do solo. A perda de água por evaporação é reduzida, enquanto se promove a infiltração de águas pluviais. O SPD aumenta a fertilidade do solo e a eficiência da adubação, reduzindo a necessidade de fertilizantes e agroquímicos (por exemplo, no controle de plantas invasoras) e a compactação do solo (Telles *et al.*, 2021). Calcula-se que o sistema reduz a erosão em cerca de 96% em comparação aos sistemas tradicionais (DERPSCH *et al.*, 2010).

O PD reduz o número de operações agrícolas, já que o desenvolvimento de máquinas e insumos apropriados permitem a colheita e o plantio direto na palha em uma única operação, o que contribui para diminuir os custos de produção. Calcula-se ganhos de produtividade de 30% em relação ao cultivo tradicional, que podem chegar a 50% em períodos de estiagem. O PD contribui, ainda, para reduzir a emissão de GEE, pois, ao agregar matéria orgânica ao solo,

umenta a fixação de carbono. Além disso, reduz em 66% o uso de combustíveis fósseis, já que evita a aração (operação agrícola que mais consome combustível), o que leva à redução de cerca de 40% na emissão de CO² (CARVALHO *et al.*, 2009; DERPSCH *et al.*, 2010).

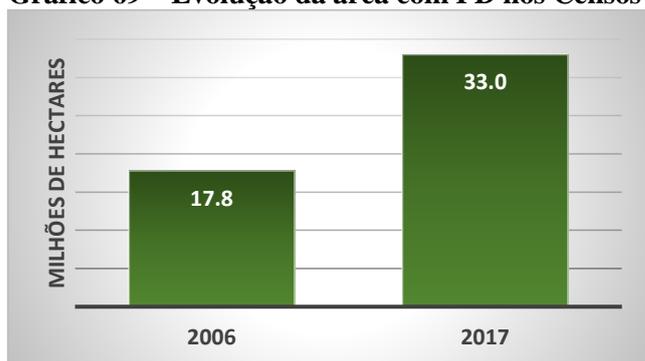
Por essas vantagens, o PD foi incluído no Plano ABC, cuja primeira etapa foi concluída em 2020. O Plano ABC+, com vigência até 2030, buscará implantar o SPD também nos cultivos de grãos e hortaliças (MAPA, 2021).

Um dos principais exemplos de contribuições do uso do PD na redução dos impactos ambientais está na mudança do sistema de cultivo da cana-de-açúcar. Ao passar para a colheita mecanizada, as novas técnicas evitam a prática da queima da palhada, que passa a ser incorporada ao solo após a colheita. A palhada também absorve a quase totalidade da vinhaça (efluente do processamento da cana). O lançamento desses efluentes nos corpos hídricos (cerca de 600 milhões de litros anuais) era um grande problema ambiental. Atualmente, dos 8,2 milhões de hectares irrigados no país, 35,5% correspondem à fertirrigação da cana com água de reuso (2,9 milhões de ha), a partir da vinhaça (ANA, 2021).

A área com plantio direto no Brasil teve um aumento de 85% entre 2006 e 2017: passou de 17,8 milhões de ha para 33 milhões, mesmo com um crescimento de apenas 9% no número de estabelecimentos que passaram a adotar a técnica (Gráfico 69). Em 2017, 553.382 estabelecimentos agropecuários (10,9% do total) estavam utilizando a técnica do PD (IBGE, 2017). Houve aumento principalmente nas regiões Centro-Oeste e Sul, bem como no estado do Pará, enquanto se observou decréscimos na área de PD nos estados do Piauí e da Bahia (TELLES *et al.*, 2021).

Considerando-se que o PD é praticado sobretudo nas lavouras temporárias¹¹⁷ que ocupavam uma área de 55,7 milhões de ha (IBGE, 2017), estima-se que o PD é praticado em cerca de 60% das lavouras temporárias no país. Além de ajudar na conservação dos recursos naturais, o PD tem sido de grande importância para a ampliação da área de segunda safra no País, ao reduzir o tempo de preparo do solo. O PD está presente atualmente em torno de 86% da área dos cultivos de milho, soja e feijão (EMBRAPA, 2018). Contudo, pode estar associado à alta aplicação de herbicidas, principalmente no cultivo da soja transgênica.

¹¹⁷ De acordo com o IBGE (2019), corresponde à área plantada (ou em preparo para o plantio) com culturas de curta duração (geralmente inferior a um ano) e que só produzem uma vez. Também são consideradas nesta categoria as áreas com horticultura, as que se encontravam em descanso, visando a sua recuperação, bem como a área total utilizada em sistema mandala de produção e as áreas plantadas com forrageiras para corte, utilizadas na alimentação dos animais.

Gráfico 69 – Evolução da área com PD nos Censos Agropecuários (2006 e 2017)

Fonte: IBGE (2006 e 2017). Elaboração da autora.

Programa Nacional de Levantamento e Interpretação de Solos do Brasil

Em 2018, foi estabelecido o Programa Nacional de Levantamento e Interpretação de Solos do Brasil – PronaSolos, por meio do Decreto No 9.414/2018, com vigência de atuação pelo período de 30 anos. O Decreto N° 10.269/2020 instituiu o Comitê Estratégico e o Comitê-Executivo do programa. O PronaSolos veio em atendimento ao Acórdão n°. 1942/2015 do TCU¹¹⁸, para o qual foi constituído grupo de trabalho coordenado pela Embrapa, que forneceu as orientações básicas e diretrizes gerais para a concepção de um programa nacional de levantamento e interpretação de solos. Antes do PronaSolos, os últimos levantamentos sistemáticos sobre os solos brasileiros, em nível nacional, datavam da década de 1980, oriundos de ações do extinto Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS), da Embrapa e do programa de inventário de recursos naturais do governo federal, conhecido como Projeto Radambrasil (POLIDORO *et al*, 2021).

O PronaSolos visa reunir instituições parceiras para pesquisa, documentação, inventário e interpretação dos dados de solos brasileiros, que serão totalmente mapeados até o ano de 2048¹¹⁹. Atualmente, o Brasil dispõe apenas de levantamentos de solo de caráter geral, com mapas de pequena escala – menos de 5% do território nacional conta com mapas de solos em escala 1:100.000 ou maior.

De acordo com Polidoro *et al* (2021), mais especificamente, o programa pretende:

- 1) Retomar os levantamentos de solos e interpretações de uso em todo o território brasileiro, em caráter multiescalar, sistemático, em atendimento às demandas oriundas das políticas dos governos federal e estadual para o meio rural (em escalas iguais ou mais detalhadas que 1:100.000);

¹¹⁸ O Acórdão do TCU teve origem no Relatório de Auditoria Operacional TC 011.713/2015-1, o qual apontou notável insuficiência de informações sobre solos e sua gestão no Brasil.

¹¹⁹Disponível em: <https://geoportal.cprm.gov.br/pronosolos/>. Acesso em 14/06/2021.

- 2) Estabelecer uma base de dados integrada, o Portal PronaSolos, onde as informações de solos até então geradas e as futuras serão organizadas em séries históricas, sistematizadas e adequadas para consulta a diferentes fins e usuários;
- 3) Prover o País de uma estrutura de governança pública capaz de normatizar, coordenar, executar, monitorar e avaliar os trabalhos sistemáticos de levantamentos de solos e suas interpretações de uso.

Ao mapear os solos em escalas detalhadas nas regiões priorizadas, será possível realizar o planejamento adequado do uso da terra e a mitigação dos processos de degradação do solo. Desta forma, serão feitas recomendações quanto aos modelos mais adequados para diferentes paisagens e climas, nas diferentes regiões do Brasil, contribuindo para a agricultura sustentável, bem como para a manutenção da capacidade dos reservatórios de água e para a conservação das estradas rurais. Desta forma, o programa poderá colaborar no planejamento de uso das terras de forma geral, em programas de orientação às atividades agropecuária, florestal, de conservação de solo e água e de preservação ambiental. O PronaSolos atua em conjunto com outros programas nacionais voltados para a agricultura sustentável, como o Plano ABC e programas de combate à desertificação (Polidoro *et al*, 2020). As informações já disponibilizadas pelo PronaSolos podem ser acessadas na plataforma do portal do programa, com dados georreferenciados¹²⁰.

A Figura 3 descreve a estrutura de governança do programa, dividida em três níveis: nacional estratégico, nacional tático e regional e estadual operacionais. A Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação, por meio do Departamento de Produção Sustentável e Irrigação (DEPROS/SDI/MAPA), funciona como Secretaria Executiva do Comitê Estratégico do PronaSolos. As instituições responsáveis pelas ações do programa incluem: MAPA, Embrapa, IBGE e Universidades Federais, no nível nacional e, no nível estadual, instituições de pesquisa agrícola e Universidades Estaduais. Além disso, são previstas parcerias público-privadas (PPP).

¹²⁰ Disponível em: <https://geoportal.cprm.gov.br/pronasolos/>. Acesso em nov. 2021.

Figura 3 – Estrutura de governança do PronaSolos

Obs.: Linhas tracejadas nas Gerências Executivas Estaduais indicam sua existência condicionada às demandas estaduais a serem avaliadas pelo Comitê Executivo.

Fonte: Polidoro *et al* (2021)

A Tabela 24 traz o orçamento estimado para implantação, manutenção e expansão da estrutura de governança do PronaSolos nas etapas de curto, médio e longo prazos, para ações de investimento e custeio.

Tabela 24 – Orçamento estimado para o PronaSolos (2018 a 2048)

Despesas	Valores a serem gastos nas diversas etapas (R\$)			
	Curto prazo (1 a 4 anos)	Médio prazo (5 a 10 anos)	Longo prazo (11 a 30 anos)	Total (30 anos)
Custeio	2.328.000	4.312.800	17.112.000	23.752.000
Investimento	8.224.000	5.394.000	12.656.000	26.274.000
Total	10.552.000	9.706.800	29.768.000	50.026.800

Fonte: Adaptado de Polidoro *et al* (2021)

Rede de Pesquisa SoloVivo

Outra iniciativa para a conservação do solo agrícola é da Rede de Pesquisa SoloVivo, coordenada pela Embrapa Solos, que envolve pesquisa, desenvolvimento, validação e transferência de tecnologias em qualidade de manejo do solo e da água embasada na agricultura conservacionista e no SPD. A equipe da rede de pesquisa desenvolveu, entre outros indicadores, o Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES), método de avaliação da qualidade da estrutura do solo, de acordo com seu estado de conservação ou degradação. O projeto conta

com apoio da Itaipu Binacional e realiza experimentos de longa duração (mais de 15 anos), tendo iniciado pesquisas nos estados do RS, PR, MS, SP e GO¹²¹.

6.4 Sistemas integrados de produção

Os sistemas integrados consistem em uma estratégia de produção baseada em consórcios ou combinações de espécies florestais variadas (nativas ou plantadas) com agricultura diversificada ou criação de animais, geralmente em modo intensivo e em escala reduzida (IBGE, 2019). Tais sistemas reúnem, dentro da mesma área (de forma simultânea, em rotação ou sucessão), uma produção diversificada, que pode incluir grãos, fibras, madeira ou carne, entre outros. Existem variadas possibilidades de combinação entre os componentes agrícola, pecuário e florestal, de acordo com o espaço e tempo disponíveis, resultando em diferentes sistemas integrados, tais como: lavoura-pecuária-floresta (iLPF), lavoura-pecuária (iLP), pecuária-floresta (iPF) ou agroflorestais (SAF)¹²².

Os sistemas integrados de produção fornecem uma série de serviços ecossistêmicos que ajudam a sustentar a produção agrícola, melhoram a subsistência dos agricultores e conservam a biodiversidade, diversificando, assim, as fontes de renda para os agricultores e contribuindo para a segurança alimentar. Os sistemas integrados aumentam a produtividade por área de forma sustentável, pois são manejados de forma a se tirar proveito das interações que se estabelecem entre os componentes, como o mutualismo ou cooperação (interação entre duas espécies que se beneficiam reciprocamente) e o comensalismo (relação em que uma espécie se beneficia de recursos da outra sem prejudicá-la). Ou seja, alcançam-se efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2007; BALBINO *et al.* 2011).

Por exemplo, as raízes e o material orgânico (folhas e galhos) de árvores de sombra, especialmente leguminosas, melhoram a reciclagem de nutrientes e a qualidade do solo e podem ajudar a reduzir a erosão do solo. As árvores de sombra também são úteis para proteger as culturas contra ventos fortes, altas temperaturas e períodos secos prolongados, além de contribuírem para a conservação da biodiversidade animal e vegetal (DE BEENHOUWER *et al.*, 2013).

Assim, a intensificação da produção em sistemas integrados traz diversos benefícios ao produtor e ao meio ambiente: melhoria do solo (devido ao aumento da ciclagem e maior

¹²¹ Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1021888/solovivo-rede-de-pesquisa>. Consulta em nov. 2021.

¹²² Disponível em: [Sistema de Produção - Portal Embrapa](#). Consulta em out.2022.

eficiência na utilização dos nutrientes)¹²³; redução dos custos de produção; diversificação produtiva; recuperação de áreas com pastagens degradadas; promoção do bem-estar animal (devido ao conforto térmico e proteção do sombreamento) e redução da pressão por abertura de novas áreas. Os sistemas integrados promovem, ainda, o sequestro de carbono da atmosfera, contribuindo para a mitigação do clima e a redução da emissão de GEEs (ALVES *et al*, 2015).

Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

A Lei 12.805/2013 instituiu a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (PNILPF) em apoio ao crescente interesse na utilização desses sistemas produtivos. Entre seus objetivos, estão: mitigar o desmatamento provocado pela conversão de áreas de vegetação nativa em áreas de pastagens ou de lavouras; apoiar a adoção de práticas e de sistemas agropecuários conservacionistas e diversificar a renda do produtor rural, conjugando a sustentabilidade do agronegócio com a preservação ambiental (Art. 1º). A Lei 12.805/2013 previu quatro modalidades de sistemas integrados, conforme a Tabela 25, que também traz o percentual de adoção dessas diferentes modalidades por parte dos agricultores brasileiros.

Tabela 25– Componentes, siglas e sistemas possíveis de integração

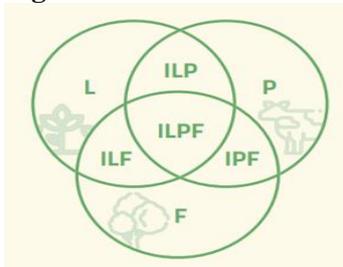
Componentes/Integração	Sigla	Sistema	Uso no Brasil (%)*
Lavoura-Pecuária	ILP	Agropastoril	83%
Lavoura-Floresta	ILF	Silviagrícola	1%
Pecuária-Floresta	IPF	Silvipastoril	7%
Lavoura-Pecuária-Floresta	ILPF	Agrossilvipastoril	9%

* Frequência de configurações adotadas pelos agricultores brasileiros, de acordo com levantamento realizado na safra 2015-2016

Fonte: Rede ILPF (2021)

A Figura 4 ilustra as diferentes combinações possíveis de integração entre os sistemas produtivos.

Figura 4 – As diferentes combinações de ILPF



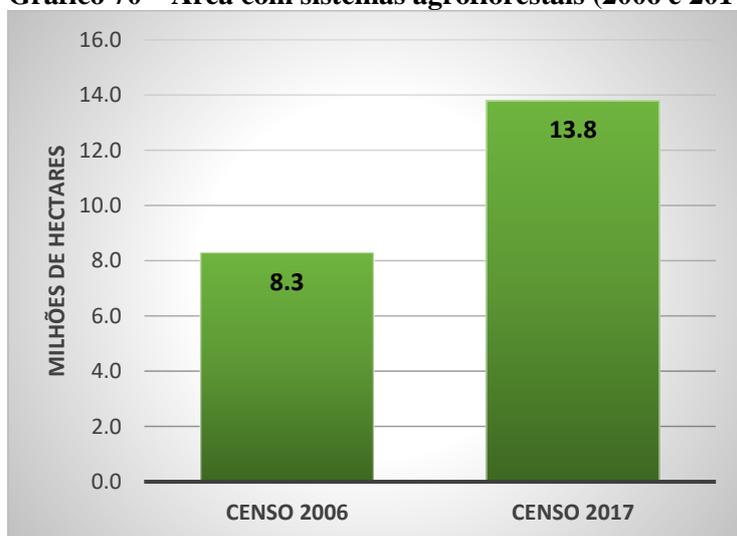
Fonte: Rede ILPF (2021)

¹²³A partir da definição de indicadores biológicos de qualidade do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária, Mendes *et al* (2020) observaram que esses sistemas favorecem a qualidade dos solos tropicais, revertendo o passivo ambiental.

Evolução da área de SAF e ILPF no Brasil

Os dois últimos Censos Agropecuários trazem dados sobre os sistemas agroflorestais (SAF) no país e mostram o crescimento dessa modalidade produtiva. No Censo 2006, 305,8 mil estabelecimentos declararam destinar 8,3 milhões de hectares de áreas para SAF. Já no Censo 2017, o Brasil passou a cerca de 490 mil estabelecimentos agropecuários com SAF (9,6% do total de estabelecimentos), em 13,8 milhões de hectares (IBGE, 2019). Ou seja, houve um crescimento de 66,2% na área de SAF entre os dois Censos (Gráfico 70).

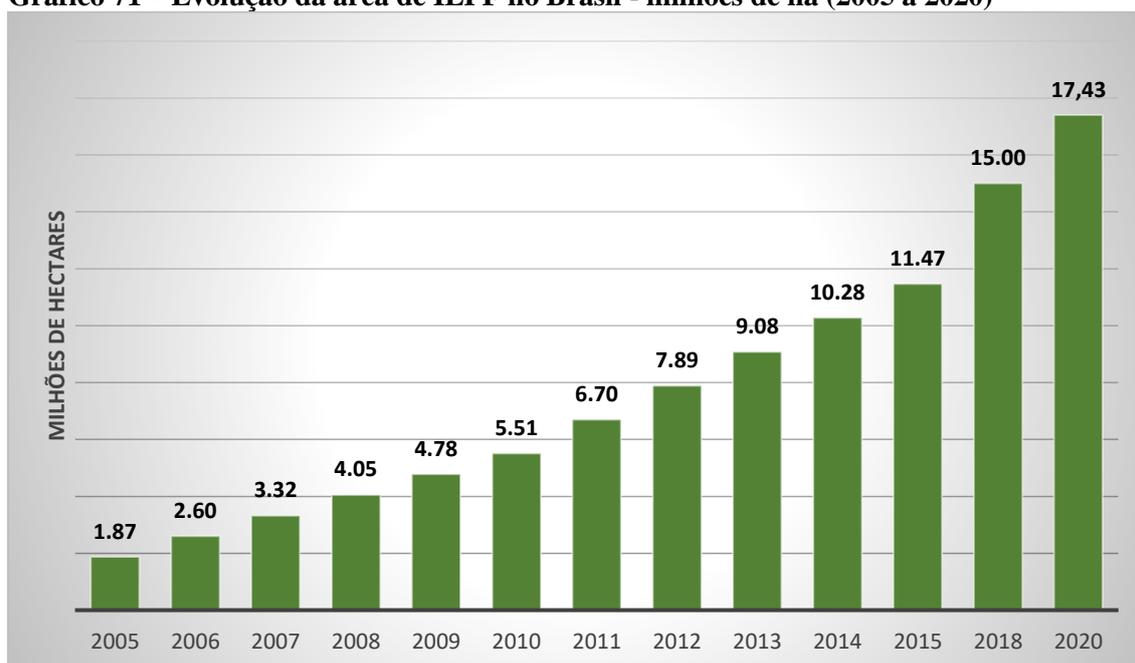
Gráfico 70 – Área com sistemas agroflorestais (2006 e 2017)



Fonte: IBGE (2006 e 2017). Elaboração da autora.

Já de acordo com a Rede ILPF¹²⁴ (2021), a área destinada aos sistemas de ILPF no Brasil passou de 1,87 milhão de hectares em 2005 para 17,43 milhões de hectares em 2020. Ou seja, ao longo de 15 anos a área ficou quase dez vezes maior (Gráfico 71).

¹²⁴ A Associação Rede ILPF, iniciada em 2012, é uma instituição privada e sem fins lucrativos, que tem como objetivo apoiar a implantação da ILPF no Brasil. É apoiada pelas empresas Bradesco, Ceptis, Cocamar, John Deere, Soesp, Syngenta e pela Embrapa, coordenadora científica da rede. Disponível em: [Rede ILPF - Página Inicial](#), Acesso em 08/04/2022.

Gráfico 71 – Evolução da área de ILPF no Brasil - milhões de ha (2005 a 2020)

Fonte: Rede ILPF (2021); Polidoro *et al* (2020). Elaboração da autora

A Embrapa vem tendo um papel importante no desenvolvimento dessa solução tecnológica em parceria com outras instituições¹²⁵. Outro fator a impulsionar o crescimento em ILPF e SAF foi o investimento feito pelo Plano ABC no período 2010 a 2020, que apoiou programa específico para ampliar a área de implantação desses sistemas produtivos (ver item 5.5).

6.5 Agricultura familiar e produção sustentável

A agricultura familiar é vista como fundamental na busca de um modelo de desenvolvimento rural mais sustentável para o Brasil. Ainda que considerada por alguns como de “pequena produção”, “agricultura de subsistência” ou “agricultura de baixa renda” a agricultura familiar é reconhecida como de grande importância, tanto na geração de renda para as famílias e na produção de alimentos fundamentais para a cesta básica brasileira, como para a difusão de práticas e conhecimentos menos impactantes ao meio ambiente (ABROMOVAY, 1997; GOMES, 2004).

A chamada Lei da Agricultura Familiar (Lei Nº 11.326/2006)¹²⁶ estabeleceu as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar (PNAF) e Empreendimentos Familiares Rurais, que tem entre seus princípios a sustentabilidade

¹²⁵ Disponível em: [Sistema de Produção - Portal Embrapa](#). Acesso em out. 2022.

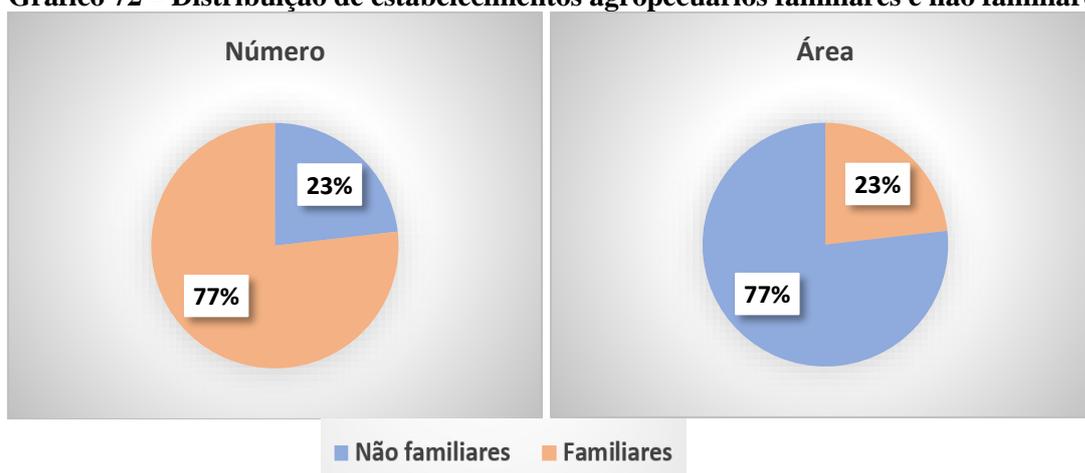
¹²⁶ Posteriormente, a Lei 11.326/2006, foi alterada pelas Leis 12.058/2009 e 12.512/2011.

ambiental, social e econômica (Art. 4º). A Lei institucionalizou a categoria agricultor familiar e empreendedor familiar rural, entendida como aqueles que atendam, simultaneamente, aos seguintes requisitos: (i) área até 4 (quatro) módulos fiscais; (ii) uso predominante de mão-de-obra da própria família; (iii) percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento e (iv) dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família. Além disso, também são beneficiários os pequenos silvicultores, aquicultores, extrativistas pescadores, povos indígenas e quilombolas que atendam aos requisitos da Lei.

Caracterização da agricultura familiar no Brasil

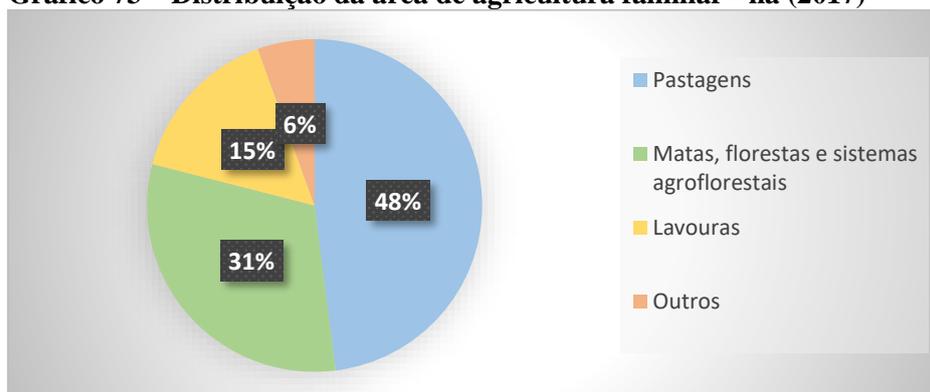
De acordo com o Censo Agropecuário 2017, 77% dos estabelecimentos agropecuários (3.897.408), se classificam como agricultura familiar, segundo os critérios da Lei Nº 11.326/2006. Os não familiares são aqueles que utilizam trabalho assalariado e geralmente fazem a gestão do empreendimento por meio de administradores. Em contraste, em relação à área a situação se inverte: a agricultura familiar ocupava uma área de 81 milhões de ha, o que representa apenas 23% da área total dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. Ou seja, embora represente quase três quartos do total de estabelecimentos, a agricultura familiar detém pouco menos de um quarto da área agrícola total (Gráfico 72).

Gráfico 72 – Distribuição de estabelecimentos agropecuários familiares e não familiares (2017)



Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

A área destinada à agricultura familiar era ocupada majoritariamente por pastagens (48%). Matas, florestas e sistemas agroflorestais representavam 31% e lavouras 15,5% da área (Gráfico 73).

Gráfico 73 – Distribuição da área de agricultura familiar - ha (2017)

Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

A Tabela 26 reúne as principais variáveis que caracterizam a agricultura familiar no Brasil, com base no Censo Agropecuário 2017.

Tabela 26 - Principais variáveis da agricultura familiar (2017)

Variável	Quantificação	
Estabelecimentos (número)	Total	5.073.324
	Agricultores familiares	3.897.408
	Familiars (%)	77%
Área dos estabelecimentos (ha)	Total	351.289.816
	Agricultores familiares	81.000.000
	Familiars (%)	23%
Valor bruto da produção agrícola (VBP) dos estabelecimentos (R\$)	Total	572,99 bilhões
	Agricultores familiares	107 bilhões
	Familiars (%)	23%
Pessoal ocupado total dos estabelecimentos	Total	15,1 milhões
	Agricultores familiares	10,1 milhões
	Familiars (%)	67%

Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

Embora represente apenas 23% do valor bruto da produção agrícola e ocupe somente 23% das terras agrícolas no Brasil, a agricultura de pequeno porte é responsável por uma grande fração da produção de alimentos básicos consumidos pelos brasileiros. Conforme o Censo Agropecuário 2017, nas culturas permanentes o segmento responde por 48% do valor da produção de café e banana; enquanto nas culturas temporárias, são responsáveis por 80% do valor de produção da mandioca, 69% do abacaxi e 42% da produção do feijão. Desta forma, a produção familiar é fundamental na garantia da Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) do Brasil. No entanto, a agricultura familiar ainda carece de maior acesso ao desenvolvimento tecnológico, que permita maior produtividade e melhoria de renda para os agricultores familiares.

Agricultura familiar e sustentabilidade

Carmo (1998) considera a agricultura familiar com o *locus* ideal para o desenvolvimento da agricultura ambientalmente sustentável, devido a suas características de produção diversificada e integrada de vegetais e animais em pequenas escalas e valorização da biodiversidade, com o uso de sementes crioulas.

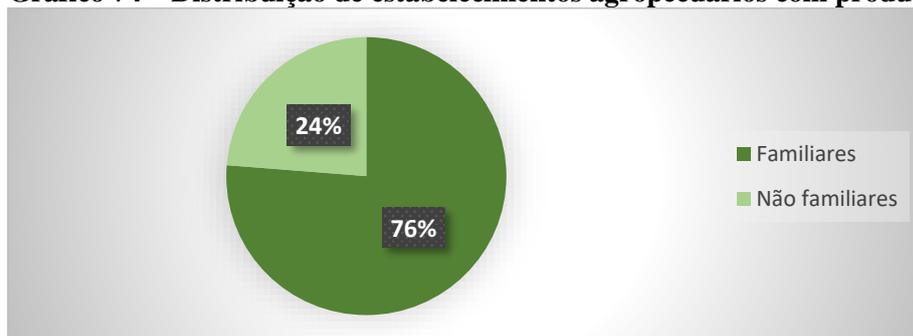
De fato, a diversificação da produção agropecuária e, conseqüentemente, das fontes de renda, é uma estratégia frequentemente adotada pelos agricultores para lidar com os riscos da produção (por exemplo, variações climáticas, oscilação de preços) e para explorar melhor os recursos produtivos da propriedade e, assim, garantir a segurança alimentar da família (SAMBUICHI *et al.*, 2016).

Diversos estudos têm demonstrado que a diversificação de culturas traz também uma série de benefícios ambientais, tais como: diminuição da incidência de pragas e agentes patogênicos, maior capacidade de controle de ervas daninhas, menor uso de insumos químicos, conservação do solo e da água, maior produção por área e maior estabilidade da produção frente às pressões ambientais, configurando-se, ainda, como medida adaptativa (ALTIERI, 2002; SANTOS, 2005; SAMBUICHI *et al.*, 2014).

Por outro lado, os agricultores familiares têm mais dificuldades para obter recursos, acesso a novas tecnologias, assistência técnica adequada e de se organizarem para a implementação de sistemas agrícolas sustentáveis. A certificação orgânica por exemplo, é um requisito ainda difícil de ser cumprido para os pequenos produtores (ASSIS, 2005; BARROS *et al.*, 2020).

Ainda assim, a categoria se destaca na produção de orgânicos. De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, dentre os 64.690 estabelecimentos agropecuários brasileiros que praticavam produção orgânica certificada, 76% são formados por agricultores familiares, o que demonstra a importância da categoria no setor de orgânicos no Brasil (Gráfico 74).

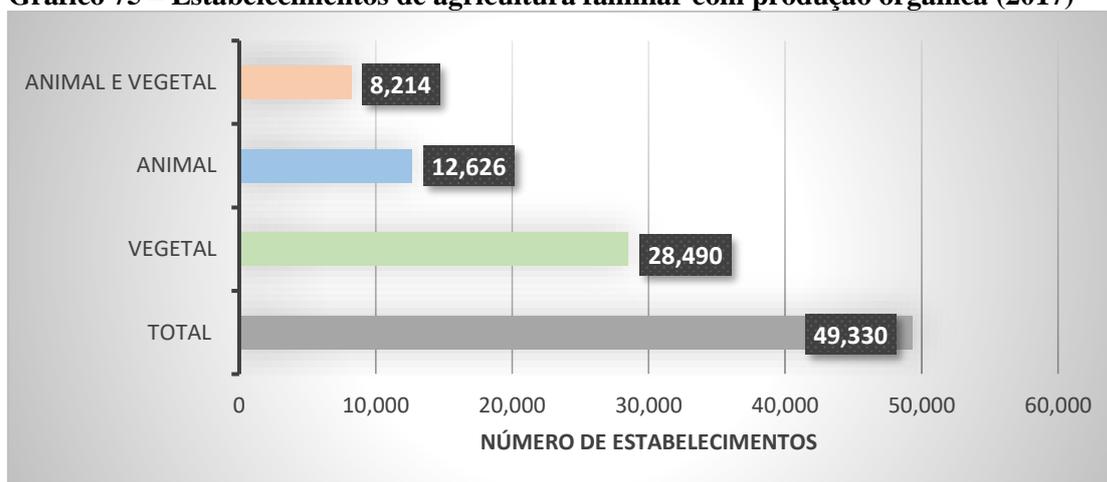
Gráfico 74 – Distribuição de estabelecimentos agropecuários com produção orgânica (2017)



Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

Dentre os 49.330 estabelecimentos de agricultura familiar que praticavam produção orgânica certificada, a maior parte (58%) realizava cultivos vegetais, enquanto 25% produziam animais com certificação orgânica e 17% faziam tanto produção vegetal quanto animal orgânicas (Gráfico 75).

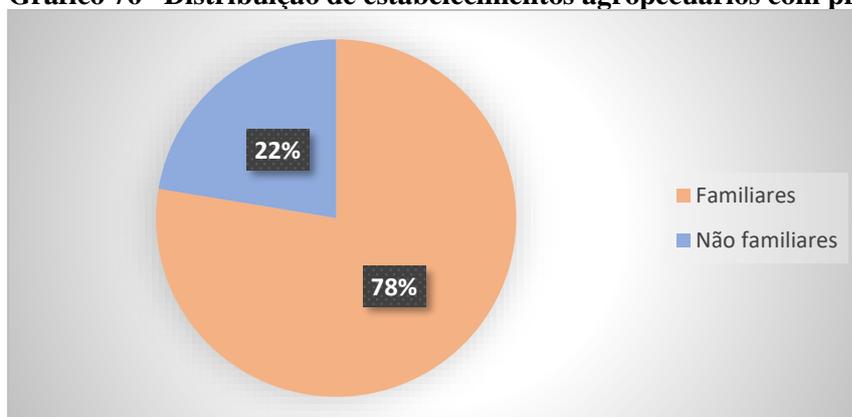
Gráfico 75 – Estabelecimentos de agricultura familiar com produção orgânica (2017)



Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

No que se refere ao uso de Sistemas Agroflorestais - SAF (área cultivada com espécies florestais, também utilizada para lavoura e pastoreio de animais), observa-se que dos 490.647 estabelecimentos que utilizavam esses sistemas no País, 78% são de agricultura familiar. Esses números indicam o uso intensivo de SAFs na agricultura familiar, os quais ocupavam uma área de 4.876.385 ha nos estabelecimentos familiares (Gráfico 76).

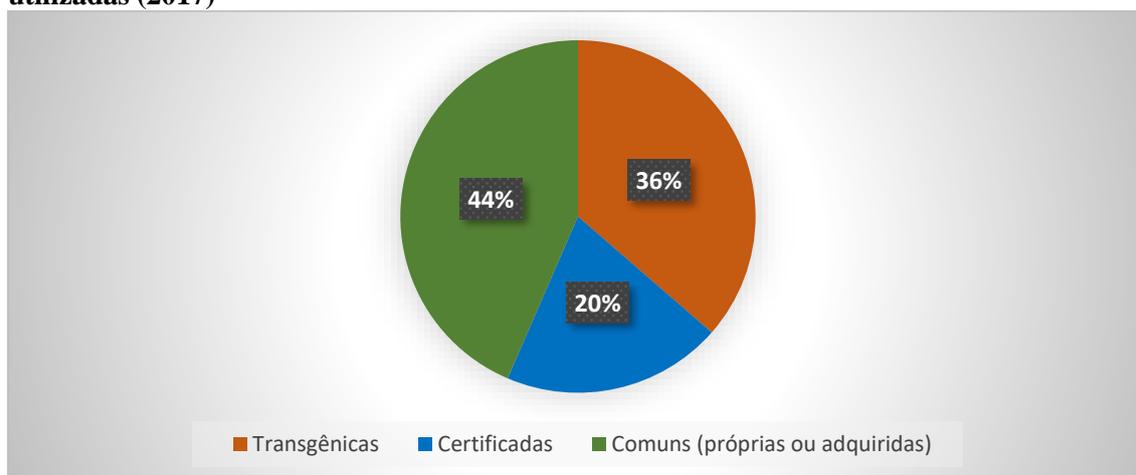
Gráfico 76– Distribuição de estabelecimentos agropecuários com produção em SAF (2017)



Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

A grande maioria dos agricultores familiares (81%) utiliza sementes comuns (próprias ou adquiridas), que incluem as chamadas sementes crioulas¹²⁷. Outros 10% utilizam sementes certificadas e 9% transgênicas. No que se refere à área, embora as sementes comuns (próprias ou adquiridas) ainda ocupem 44% da área, as sementes transgênicas já vem sendo utilizadas em 36% da área de agricultura familiar, sendo os 20% restantes ocupados com sementes certificadas (Gráfico 77).

Gráfico 77 – Distribuição da área de agricultura familiar de acordo com os tipos de sementes utilizadas (2017)



Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

O aumento do uso de sementes transgênicas entre os agricultores familiares também se reflete no crescimento do uso de agrotóxicos, já que estas sementes geralmente estão associadas ao uso conjunto de herbicidas. De fato, os dois últimos Censos Agropecuários indicam um aumento da proporção de estabelecimentos de agricultura familiar que utilizam agrotóxicos: de 29%, em 2006, passam a 33%, em 2017 (VALADARES *et al*, 2020).

As pequenas propriedades (que compõem a maior parte do grupo de agricultura familiar) também receberam menos orientação técnica do que as maiores. Por exemplo, em apenas 12,7% das propriedades com menos de 1 ha os produtores foram orientados quanto ao uso correto dos agrotóxicos, enquanto cerca de 90% dos estabelecimentos com 500 ha ou mais receberam orientação técnica para o uso desses insumos (IBGE, 2019).

Nesse sentido, Valadares *et al* (2020) apontam para o potencial risco do uso inadequado de agrotóxicos entre os agricultores familiares, grupo mais vulnerável às

¹²⁷ A Lei No 10.711/2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas assim definiu a cultivar local, tradicional ou crioula (art. 2º, XVI): “(...) *variedade desenvolvida, adaptada ou produzida por agricultores familiares, assentados da reforma agrária ou indígenas, com características fenotípicas bem determinadas e reconhecidas pelas respectivas comunidades e que, a critério do MAPA, considerados também os descritores socioculturais e ambientais, não se caracterizam como substancialmente semelhantes às cultivares comerciais*”.

intoxicações. Enquanto nas grandes lavouras (agronegócio) a aplicação tende a ser mecanizada, na agricultura familiar é utilizado o pulverizador manual, muitas vezes sem equipamentos de proteção e com preparo das caldas em locais inadequados. Além disso, a escolaridade desse grupo é, em geral, mais baixa, o que torna complexa a compreensão sobre os processos técnicos necessários para a correta aplicação dos agroquímicos. Como destacam os autores:

A disseminação do uso de agrotóxico torna difícil a conversão isolada dos produtores rurais a modelos de produção mais sustentáveis, como a agricultura orgânica. Além dos problemas relacionados à intoxicação e à dependência de insumos externos, a adoção crescente de agrotóxicos pela agricultura familiar pode representar não apenas um óbice para que os pequenos produtores trilhem o caminho economicamente promissor da produção orgânica, mas também pode, ainda, comprometer a vocação tradicional do setor para a produção diversificada de alimentos. (p.15).

O novo Código Florestal (Lei 12.651/2012) prevê que os agricultores familiares podem fazer o manejo sustentável da Reserva Legal e APP para exploração florestal eventual. Eles podem computar nessa área os plantios de árvores frutíferas, ornamentais ou industriais, compostos por espécies exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas da região em sistemas agroflorestais (Art. 46 e 57). Além disso, a Lei destaca o papel da agricultura familiar na preservação ambiental, ao estabelecer que o pagamento ou incentivo a serviços ambientais – como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas – será prioritariamente destinado a esse setor (Art. 41, I).

A Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais – PNPSA (Lei Nº 14.119/2021, Art. 2º, IV) também prioriza os serviços providos por comunidades tradicionais, povos indígenas, agricultores familiares e empreendedores familiares rurais, definidos nos termos da Política Nacional da Agricultura Familiar (ver Capítulo 7).

Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar - Pronaf

As políticas públicas para a agricultura familiar estão relacionadas principalmente à transferência de tecnologia e ao acesso ao crédito a partir do Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), criado por meio do decreto Nº. 1.946/1996. Até então, não havia nenhum tipo de política pública específica, com abrangência nacional, voltada para o financiamento dos agricultores familiares no Brasil (MOURA, 2017).

Posteriormente, o Decreto 3.991/2001, que dispõe sobre o Pronaf, especificou que o Programa tem por finalidade: “promover o desenvolvimento sustentável do meio rural, por intermédio de ações destinadas a implementar o aumento da capacidade produtiva, a geração

de empregos e a elevação da renda, visando a melhoria da qualidade de vida e o exercício da cidadania dos agricultores familiares” (Art. 1º) e tem entre seus princípios a “defesa do meio ambiente e preservação da natureza, baseado nos princípios da sustentabilidade” (Art. 4º).

O Pronaf financia projetos a pequenos agricultores e assentados da reforma agrária, oferecendo as taxas de juros mais baixas entre o sistema de crédito rural do país. O crédito pode ser utilizado tanto para o custeio da safra ou atividade agroindustrial, quanto para o investimento em máquinas, equipamentos ou infraestrutura de produção e serviços agropecuários ou não agropecuários. Além do crédito, o Pronaf oferece aos agricultores familiares os serviços de proteção da produção e da renda por meio do Seguro da Agricultura Familiar (SEAF) e do Programa de Garantia de Preços da Agricultura Familiar (PGPAF). Uma análise sobre os valores destinados ao Pronaf e às suas linhas “verdes” (voltadas à produção sustentável) pode ser vista no Capítulo 7.

Compras governamentais da agricultura familiar

a) Programa Alimenta Brasil/PAA

O Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) foi criado por meio da Lei 10.696/2003, com o objetivo de apoiar a comercialização da produção familiar e disponibilizar alimentos para promover a segurança alimentar e nutricional (SAN) (Delgado *et al*, 2005). A partir da instituição da Lei Nº 14.284/2021¹²⁸, o PAA foi substituído pelo Programa Alimenta Brasil, com finalidades semelhantes, entre as quais: incentivar a agricultura familiar e a produção sustentável, promover o acesso à alimentação pelas pessoas em situação de insegurança alimentar e nutricional com alimentação adequada e saudável e fortalecer as redes de comercialização locais (Art. 30).

De acordo com a Lei Nº 14.284/2021, o Programa Alimenta Brasil confere prioridade aos agricultores familiares incluídos no CadÚnico¹²⁹ e beneficiários do Auxílio Inclusão Produtiva Rural, previsto na mesma Lei. Por meio do programa, os órgãos públicos compram os alimentos da agricultura familiar, sem necessidade de licitação, dentro de cinco modalidades:

¹²⁸Institui o Programa Auxílio Brasil e o Programa Alimenta Brasil; define metas para taxas de pobreza; altera a Lei nº 8.742, de 7 de dezembro de 1993; revoga a Lei nº 10.836, de 9 de janeiro de 2004, e dispositivos das Leis nºs 10.696, de 2 de julho de 2003, 12.512, de 14 de outubro de 2011, e 12.722, de 3 de outubro de 2012; e dá outras providências.

Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14284.htm#art46 Acesso em 18/04/2022.

¹²⁹ Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico) – registro público eletrônico com a finalidade de coletar, processar, sistematizar e disseminar informações georreferenciadas para a identificação e a caracterização socioeconômica das famílias de baixa renda (Lei Nº 14.284/2021, Art. 45).

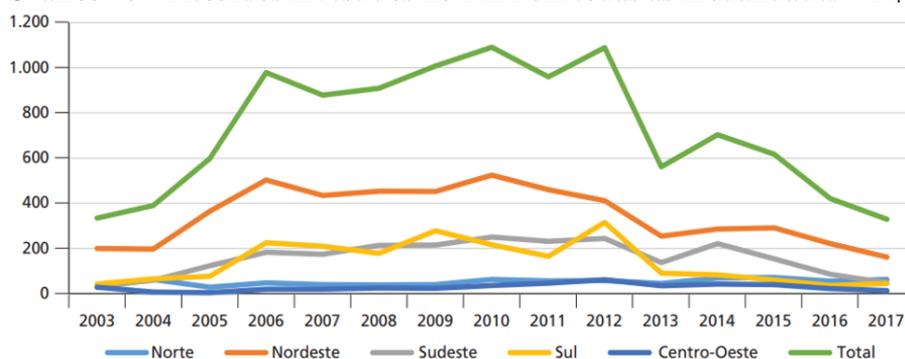
compra com doação simultânea, compra direta; incentivo à produção e ao consumo de leite; apoio à formação de estoques e compra institucional (Art. 33). Em relação ao antigo PAA, observa-se que as modalidades permanecem as mesmas, com exceção da modalidade “aquisição de sementes”, que não está prevista no Programa Alimenta Brasil.

Permanece o diferencial instituído pelo PAA, de remuneração com um acréscimo de até 30% para os produtos agroecológicos ou orgânicos, sobre o valor dos convencionais, observadas as condições definidas pelo Grupo Gestor do Programa Alimenta Brasil (Art. 34). A medida tem buscado estimular a produção sustentável e a transição para práticas orgânicas e agroecológicas na agricultura familiar. Essa estratégia de priorização resultou em um aumento significativo dos orgânicos nas compras do PAA: de 2013 a 2018 a proporção de orgânicos adquiridos pela Conab passou de 2,2% para 6%. Além disso, muitos produtores que praticavam a agricultura orgânica informalmente buscaram a certificação (LIMA *et al*, 2020).

Estudos sobre o PPA demonstram que o Programa conseguiu atingir as principais finalidades para as quais foi criado, gerando benefícios para os agricultores familiares e para a redução da insegurança alimentar e nutricional no País. Além disso, o PPA incentivou, o cooperativismo, a agroindústria familiar e o desenvolvimento local. Na perspectiva ambiental, o PAA fomentou a adesão às boas práticas de produção, a produção orgânica e agroecológica e a diversificação de culturas (SAMBUICHI *et al*, 2019a; SAMBUICHI *et al*, 2020; PERIN *et al*, 2021).

Cerca de R\$ 12 bilhões (em valores corrigidos) foram aplicados pelo governo federal em compras do PAA desde sua criação. No entanto, como se observa no Gráfico 78, a partir de 2014 houve contínua redução dos montantes aplicados no PAA, que chegou ao fim de 2018 nos menores patamares desde sua criação. Consequentemente, houve redução na quantidade de beneficiários fornecedores (agricultores familiares) e de alimentos adquirida pelo Programa ao longo dos anos (SAMBUICHI *et al*, 2019).

Gráfico 78 – Recursos investidos no PAA em todas as modalidades – R\$ milhões (2003 a 2018)



Fonte: Sambuichi *et al* (2019) Obs.: Valores corrigidos pelo INPC

b) Programa Nacional de Alimentação Escolar

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) teve início ainda na década de 1940, sendo conhecido como “merenda escolar”. Atualmente é coordenado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), autarquia vinculada ao Ministério da Educação. O PNAE realiza os repasses dos recursos federais aos entes federativos, em 10 parcelas, durante os meses letivos.

A Lei nº 11.947/2009 instituiu a obrigatoriedade de utilização mínima de 30% do total de recursos repassados para a aquisição de gêneros alimentícios produzidos pela agricultura familiar. Assim como o atual Programa Alimenta Brasil (antigo PAA), o PNAE também prioriza a aquisição de alimentos orgânicos ou agroecológicos, remunerando em até 30% a mais, em relação ao produto convencional, os alimentos orgânicos adquiridos para a alimentação escolar (Resolução CD/FNDE nº6/2020). Os Planos Nacionais de Produção Orgânica (Planapo I e II) também previram que 5% dos recursos do PNAE fossem destinados a aquisições de alimentos orgânicos e de base agroecológica (IPEA, 2019c).

Cerca de 35% do total destinado à alimentação escolar em 2019 foi destinado às compras da agricultura familiar (R\$ 1,4 bilhão)¹³⁰. Os dados referentes ao percentual de aquisições de orgânicos no PNAE ainda não estão disponíveis no sistema de dados do FNDE¹³¹.

6.6 Produção de sementes e mudas

As sementes de alto rendimento, incluindo-se as transgênicas, utilizadas em grande extensão na agricultura industrial moderna, caracterizam-se pela homogeneidade e baixa variabilidade genética. Seu uso também impõe diversas restrições e o pagamento de *royalties*, devido aos direitos de propriedade. Essas sementes foram desenvolvidas para uso conjugado com fertilizantes sintéticos e agrotóxicos, em pacotes tecnológicos que sustentam poderosos setores da agroindústria. No entanto, nem sempre esse caminho tem se mostrado o mais vantajoso para os próprios agricultores, que foram convencidos, por propaganda ou políticas governamentais, a substituírem suas sementes por insumos tido como “melhorados” (FERNANDES, 2017).

Por outro lado, as sementes nativas, tradicionais ou crioulas, mantêm suas características originais, pois não sofreram modificações genéticas. São assim chamadas por

¹³⁰ Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/pnae/pnae-eixos-de-atuacao/pnae-agricultura-familiar>. Acesso em 18/04/2022.

¹³¹ <https://www.fnde.gov.br/fnde/pt-br>. Acesso em 18/04/2022.

terem sido mantidas a partir do manejo por comunidades tradicionais, como indígenas, quilombolas e ribeirinhos. Elas têm a vantagem de se adaptar melhor à região onde ocorrem, devido ao processo de seleção natural que mantém os indivíduos mais vigorosos. Por esse motivo, são geralmente mais resistentes às pragas, demandando menor uso de agrotóxicos. Além disso, essas sementes podem ser armazenadas de uma safra para outra, ao contrário das sementes comerciais, que devem ser compradas anualmente (TRINDADE, 2006).

Apesar de marginalizadas, as sementes crioulas continuaram a ser cultivadas na agricultura familiar, assim como por povos indígenas e comunidades tradicionais, devido às suas preferências culturais e às vantagens vista nessas sementes, tais como a variabilidade e rusticidade, além da economicidade e autonomia para essas populações (FERNANDES, 2017). As sementes crioulas, geralmente cultivadas em sistemas agroecológicos, também podem apresentar qualidade nutricional superior às sementes melhoradas de cultivos convencionais (COELHO *et al.*, 2011).

Quanto todos os custos de produção são considerados, as sementes crioulas podem apresentar grande rentabilidade econômica, mesmo em comparação às sementes melhoradas ou transgênicas. Isto ocorre devido a menor necessidade de uso de insumos, como fertilizantes e agrotóxicos (CAPELESSO *et al.*, 2016; RÓTOLO, *et al.* 2015).

O uso de sementes crioulas ou nativas, também vem ao encontro dos objetivos do Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para Alimentação e Agricultura – Tirfaa, que tem como objetivo a conservação e o uso sustentável dos recursos genéticos de plantas para alimentação e agricultura e do qual o Brasil é signatário.

A Lei No 10.711/2003, regulamentada pelo decreto 10.586/2020, instituiu o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças com o objetivo de garantir a identidade e a qualidade do material de multiplicação e de reprodução vegetal produzido e comercializado no País (art. 1º). A Lei criou também o Registro Nacional de Sementes e Mudanças (Renasem), o Registro Nacional de Cultivares (RNC) e o Cadastro Nacional de Cultivares Registradas (CNCR), a serem mantidos pelo MAPA. A cultivar local, tradicional ou crioula foi assim definida pela lei:

(...) variedade desenvolvida, adaptada ou produzida por agricultores familiares, assentados da reforma agrária ou indígenas, com características fenotípicas bem determinadas e reconhecidas pelas respectivas comunidades e que, a critério do MAPA, considerados também os descritores socioculturais e ambientais, não se caracterizem como substancialmente semelhantes às cultivares comerciais (art. 2º, XVI)

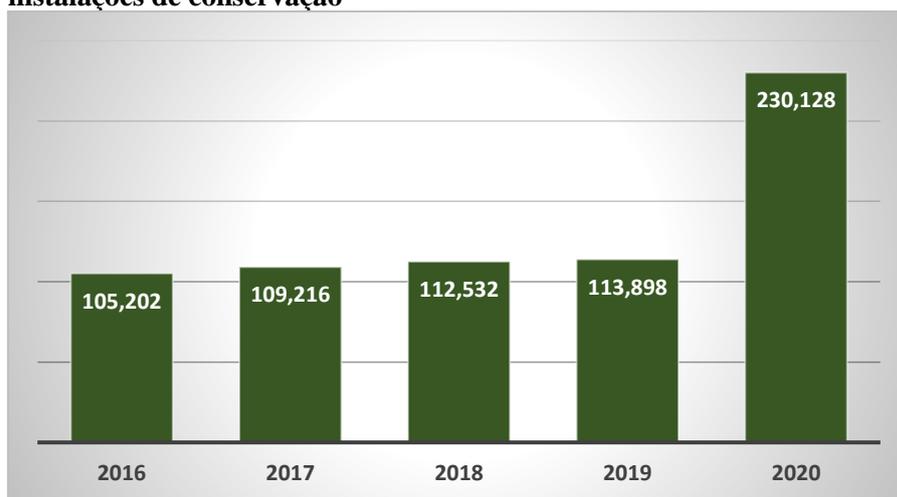
A Lei 10.711/2003 garantiu isenção de registro no Renasem aos agricultores familiares, assentados da reforma agrária e indígenas que multipliquem sementes ou mudas

para distribuição, troca ou comercialização entre si e permitiu que sementes e mudas de cultivar local, tradicional ou crioula sejam inseridas em programas públicos de financiamento ou distribuição e troca de sementes, visando agricultores familiares (arts. 8 e 48).

O Painel Brasileiro de Sementes¹³² permite a consulta pública sobre os dados da produção de sementes no País. É possível consultar a produção de sementes por espécies, cultivares e municípios e declarações de produção de sementes para uso próprio.

Os bancos de germoplasma mantidos pela Embrapa/Cenargen também têm sido de grande importância na conservação de recursos genéticos utilizados para a alimentação e agricultura, os quais são mantidos protegidos em instalações de conservação. O Gráfico 79 mostra que o número de amostras de sementes, materiais de plantação ou plantas vem crescendo anualmente, chegando a mais de 230 mil amostras em 2020.

Gráfico 79 - Número de recursos genéticos para a alimentação e agricultura protegidos em instalações de conservação



Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Cenargen (2020)¹³³

A Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Pnapo), instituída pelo Decreto no 7.794/2012, representou um avanço importante para a difusão do uso de sementes crioulas também entre produtores agroecológicos e orgânicos, ao permitir a multiplicação de sementes para distribuição, troca e comercialização entre os agricultores familiares e demais beneficiários da lei que trata da agricultura familiar (Lei No 11.326/2006).

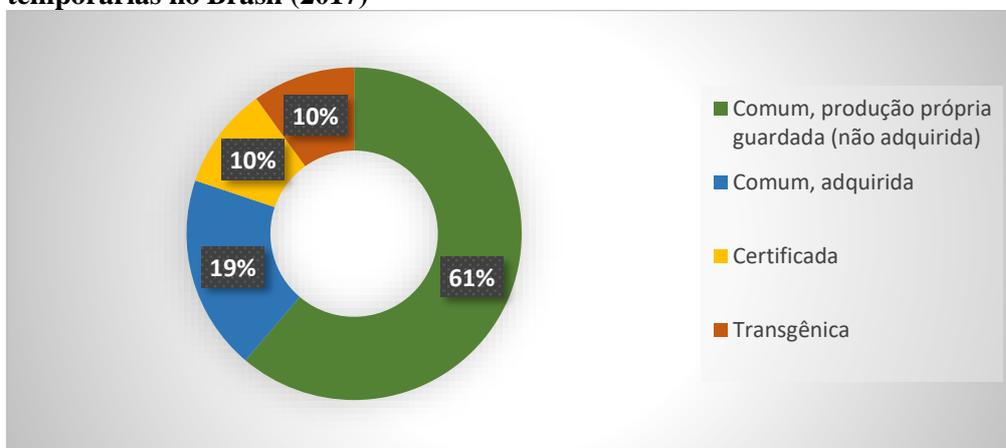
¹³² Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/painel-brasileiro-sementes>. Acesso em 09/05/2022.

¹³³ Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo2/indicador251> Acesso em 07/02/2022.

Outra iniciativa que apoiava a aquisição de sementes crioulas por parte da agricultura familiar foi o antigo PAA na modalidade “sementes”. No entanto, o novo Programa Alimenta Brasil, que substituiu o PAA em 2021, não prevê mais a modalidade “aquisição de sementes”.

De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, do total de 3.026.646 estabelecimentos agropecuários que praticavam a lavoura temporária, a grande maioria (80%) utilizava sementes comuns – sejam de produção própria, guardadas das lavouras anteriores, sejam adquiridas. As sementes certificadas são utilizadas por apenas 10% dos estabelecimentos, enquanto outros 10% utilizam sementes transgênicas (Gráfico 80).

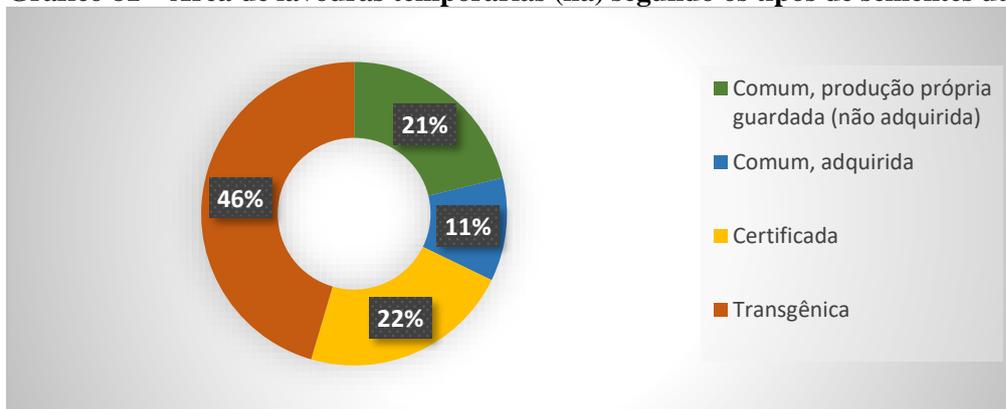
Gráfico 80 – Tipos de sementes utilizados nos estabelecimentos agropecuários, em lavouras temporárias no Brasil (2017)



Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

No entanto, quando se considera a área total de lavouras temporárias (67.658.174 ha), observa-se que 46% da área é plantada com sementes transgênicas, enquanto a área com sementes certificadas corresponde a 22% do total. As lavouras com sementes comuns (de produção própria ou adquiridas) ocupam 32% da área (Gráfico 81).

Gráfico 81 – Área de lavouras temporárias (ha) segundo os tipos de sementes utilizadas (2017)



Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

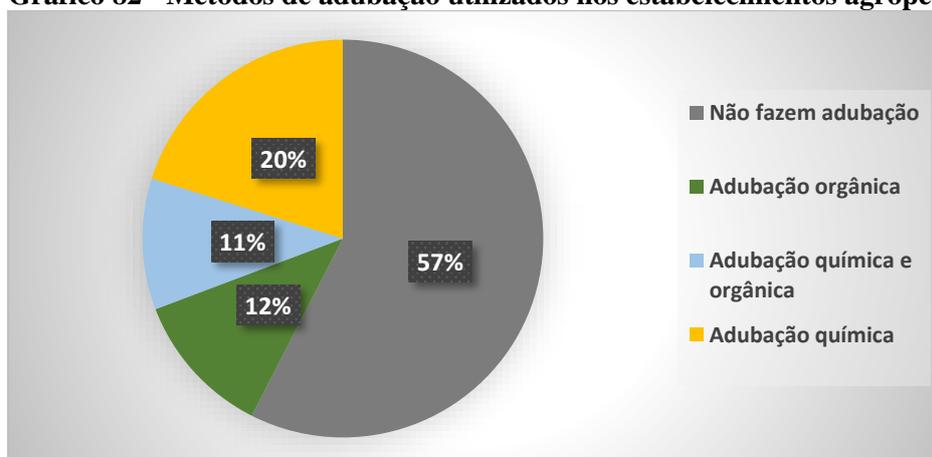
O Censo Agropecuário de 2017 demonstra, ainda, que 88% da área de lavouras temporárias plantada com sementes transgênicas é de agricultura não familiar, assim como 89% da área com sementes certificadas. Cerca de 81% dos agricultores familiares utilizam sementes comuns (próprias ou adquiridas), 10% utilizam sementes certificadas e 9% transgênicas.

6.7 Adubação e fertilização sustentáveis

Técnicas de fertilização ou adubação sustentáveis são fundamentais para reduzir o uso de fertilizantes químicos que podem ser prejudiciais ao meio ambiente. Além disso, promovem a melhoria da microbiota do solo e ajudam a dar destino adequado a resíduos vegetais, dejetos animais e subprodutos da mineração, os quais contêm macro e micronutrientes que podem ser reaproveitados na agricultura. As técnicas de adubação e fertilização sustentáveis geralmente estão integradas a outras práticas de produção sustentáveis. Por exemplo, a adubação verde frequentemente é associada às técnicas de plantio direto, integração LPF e à fixação biológica de nitrogênio.

De acordo com o Censo Agropecuário 2017, a maioria dos estabelecimentos agropecuários brasileiros (57%) não utiliza nenhum método de adubação. Dentre os 5.073.324 estabelecimentos pesquisados 20% fazem adubação química, 11% realizam adubação orgânica e química conjuntamente e apenas 12% declararam fazer uso de adubação orgânica (Gráfico 82).

Gráfico 82 - Métodos de adubação utilizados nos estabelecimentos agropecuários



Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

Fixação Biológica de Nitrogênio - FBN

Entre as técnicas de fertilização sustentáveis, destaca-se a de fixação biológica do nitrogênio (FBN), considerando-se que o uso do nitrogênio pelas plantas é, após a fotossíntese, o mais importante processo biológico do planeta (REIS JÚNIOR *et al*, 2011). Apesar de compor 80% da atmosfera, o nitrogênio não é utilizado diretamente pelas plantas, necessitando da ação de certas bactérias (diazotróficas ou fixadoras) que capturam o nitrogênio do ar e o transforma em formas assimiláveis pelas plantas – no processo conhecido como FBN (REIS e TEIXEIRA, 2005).

A promoção da FBN por meio da inoculação de bactérias associadas a diversas espécies, principalmente leguminosas (como feijão, ervilha e soja) proporciona redução nos custos de produção e menor impacto ambiental, pois melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Além disso, a técnica reduz o uso de fertilizantes nitrogenados industriais, que além de dispendiosos consomem grande quantidade de energia em sua produção, geram emissões de GEE e, em excesso, podem ser poluentes. A FBN, ao contrário, ajuda no sequestro de carbono, ao promover sua fixação no solo. Além disso, diferentemente da adubação química nitrogenada, cujo aproveitamento raramente ultrapassa 50%, a FBN atende às necessidades das plantas sem a liberação de excedentes que podem ser prejudiciais para o meio ambiente (REIS JÚNIOR *et al*, 2011).

No Brasil, Johanna Döbereiner, foi uma das principais pesquisadoras a contribuir para o avanço da aplicação da técnica da FBN. Seus estudos possibilitaram no avanço do programa Pró-Álcool e para colocar o Brasil em destaque na produção mundial de soja. A pesquisadora da Embrapa teve assento na Academia de Ciência do Vaticano e foi dos poucos brasileiros a serem indicados ao Prêmio Nobel¹³⁴.

A FBN já é considerada a principal fonte de nitrogênio da agricultura brasileira – atende a 76% da demanda doméstica e deverá chegar a 83% em 2025 (ANDA, 2021)¹³⁵. Um exemplo de uso em grande escala no país está no plantio da soja. O Brasil é o maior produtor mundial do grão, que ocupou, no período 2020/21, uma área plantada de 38,5 milhões de hectares, com uma produção de 136 milhões de toneladas (Conab, 2021). Estima-se que para cada tonelada de grãos de soja são necessários 80 kg de nitrogênio. A FBN está presente em 75% da área cultivada de soja, gerando uma grande economia na compra de fertilizantes

¹³⁴ Disponível em: <https://www.embrapa.br/memoria-embrapa/personagens/johanna-dobereiner> . Acesso em fev. 2023.

¹³⁵ Disponível em: <http://anda.org.br/arquivos/>. Acesso em set. 2021.

nitrogenados importados. Outras culturas que podem ser beneficiadas pela FBN no Brasil são a cana-de-açúcar, milho, feijão, arroz e trigo. Contudo, nessas culturas a tecnologia ainda é pouco utilizada (EMBRAPA, 2018; IBAMA, 2022).

O Plano para Agricultura de Baixo Carbono (ABC) em sua primeira etapa, realizada de 2010 a 2020, teve entre suas linhas de atuação a promoção da FBN nos estabelecimentos rurais. A meta inicial era de atingir uma área de 5,5 milhões de ha com o uso da tecnologia, a qual foi superada para 10,6 milhões de ha com FBN em 2017 (MAPA, 2012; MMA, 2021b).

Portanto, a FBN tem um impacto significativo tanto na economia do País, quanto na sustentabilidade da produção, considerando-se que cerca de 84% do nitrogênio mineral utilizado na agricultura brasileira é importado (ANDA, 2021) e que a fixação industrial do nitrogênio implica elevado custo energético. Estima-se que a FBN na soja brasileira representa uma emissão evitada de 69,3 toneladas de CO₂ por ano (IBAMA, 2022). Ao possibilitar a substituição de adubos químicos nitrogenados, a técnica oferece vantagens econômicas, sociais e ambientais para o produtor, para o consumidor e para o meio ambiente.

Adubação verde

A adubação verde consiste no cultivo de determinadas espécies de plantas consideradas melhoradoras do solo para a produção de biomassa, como fonte de nutrientes (principalmente nitrogênio) ou para a proteção do solo – por exemplo, para o controle de plantas espontâneas ou invasoras. Após o corte, as plantas a serem usadas na adubação verde são adicionadas ao solo, com o objetivo de aumentar a matéria orgânica e prepará-lo para a cultura de interesse comercial. São utilizados resíduos de plantios com raízes profundas (como o milho) que conseguem trazer para a superfície do solo nutrientes minerais do subsolo, o que ajuda na descompactação do solo e torna os nutrientes mais disponíveis para as culturas. Ao ser deixado sobre o solo, o adubo verde promove sua cobertura e proteção e, quando incorporado, melhora suas características físicas e químicas. Algumas espécies também ajudam a conter a erosão e atuam no controle biológico de pragas. A prática também pode ser feita em sistema de rotação, sucessão ou consórcio com outras culturas (SOUZA *et al.* 2012; ESPÍNDOLA *et al.*, 2005;).

Desta forma, a adubação reduz a perda de solo, promove a infiltração da água e melhora a fertilidade do solo, reduzindo o uso de insumos externos. Além disso, o manejo dos resíduos orgânicos pela adubação verde também promove maior acúmulo de carbono (húmus) no solo e a consequente redução de emissão de GEE. Além disso, as diferentes espécies de

adubos verdes tendem a contribuir favoravelmente para o aumento da biodiversidade do solo, diminuindo a pressão de pragas ou doenças (CALEGARI, 2014).

A adubação verde é fundamental em sistemas orgânicos de produção, uma vez que os fertilizantes químicos e adubos sintéticos concentrados são de uso proibido, conforme a Lei 10.831/2003.

Aproveitamento de resíduos

Os resíduos agroindustriais, quando dispostos inadequadamente, além de poluir o meio ambiente acarretam diversos problemas de saúde pública. Os impactos ambientais associados decorrem do grande volume de resíduos e subprodutos gerados na produção e processamento de diversas culturas e produtos agrícolas. Além disso, alguns subprodutos podem ser tóxicos, cumulativos ou de difícil degradação (SCHNEIDER *et al.*, 2012).

Estima-se que os resíduos dos setores agrícola e agroindustrial brasileiros superem a quantidade de nutrientes utilizada na agricultura brasileira na forma de fertilizantes (BENITES, 2022). Entre esses resíduos ou subprodutos estão o esterco animal, resíduos de matadouros, subprodutos da indústria de óleos e a vinhaça (subproduto do processamento da cana de açúcar que pode ser utilizado como biofertilizante).

Com base na literatura e em dados do IBGE, Schneider *et al.* (2012) estimaram os resíduos anuais gerados pela agroindústria¹³⁶ nas principais culturas agrícolas brasileiras. Considerando-se o ano 2009 como referência, o estudo calculou em 291,1 milhões de toneladas e 604,2 m³ de efluentes os resíduos gerados na agroindústria, sendo os efluentes resultantes principalmente do processamento da cana-de-açúcar. O estudo também calculou a quantidade de dejetos gerados pelas principais criações animais no Brasil, estimados em 1,7 bilhão de ton/ano. No total, obteve-se um total de 2,0 bilhões de t de resíduos sólidos e 725,7 milhões de m³ de efluentes gerados, com base na produção agropecuária do ano de 2009.

O aproveitamento sustentável de resíduos da agricultura e agroindústria oferece inúmeras vantagens, ao evitar a contaminação ambiental e agregar valor à produção. Além disso, os resíduos podem reduzir a dependência do uso de fertilizantes químicos, quando empregados como adubos. Nesse sentido, a Embrapa vem desenvolvendo pesquisas e projetos com vistas ao reaproveitamento de resíduos agrícolas, tais como a tecnologia de produção de

¹³⁶ O estudo calculou apenas os resíduos das agroindústrias, assumindo que os resíduos produzidos diretamente na agricultura, quando não são queimados, geralmente ficam na própria área de produção, sendo utilizados usualmente como adubo para o solo (SCHNEIDER *et al.*, 2012).

fertilizantes organominerais granulados, a partir do uso de resíduos, que facilita a aplicação do produto pelos produtores rurais (BENITES, 2022).

Os resíduos do setor agrícola podem, ainda, ser aproveitados para alimentação animal ou como insumo para outros produtos. Um exemplo de sucesso em aproveitamento de resíduos está no abandono do uso da queima prévia dos canaviais, que antecedia a colheita de cana-de-açúcar. A prática foi extinta na maioria das áreas de lavoura. Sem a queima dos canaviais, os resíduos passaram a ser incorporados ao solo para adubação verde (biomassa), o que contribui para diminuir emissões e aumentar o sequestro de carbono (COSTA FILHO *et al.*, 2017; SCHNEIDER *et al.*, 2012).

A geração renovável de energia é outra importante alternativa de aproveitamento de alguns resíduos, que podem ser usados para a geração de metano, convertido em biogás por meio de biodigestores, o que contribui para a redução da emissão de GEE (TELLES *et al.*, 2021). De acordo com Schneider *et al.* (2012), há um grande potencial para geração de energia a partir dos resíduos da agroindústria. O maior potencial é o da cana-de-açúcar, que pode gerar até 16.464 MW/ano, considerando-se apenas os resíduos de bagaço e torta de filtro, e mais 333.610 MW/ano a partir da vinhaça. Ou seja, uma potência muito superior à da usina de Itaipu, por exemplo (14 mil MW). O setor sucroalcooleiro já é considerado autossuficiente em termos energéticos, atendendo a cerca de 98% da sua própria demanda de energia (CORRÊA NETO e RAMÓN, 2002).

O tratamento de dejetos animais – com uso para a produção de biogás e ou de composto orgânico – também foi uma linha de atuação do Plano ABC. Para a etapa realizada entre 2010 a 2020 a meta era de 4,4 milhões m³ de dejetos a serem tratados nas propriedades rurais, a qual foi superada para 38,3 milhões de m³ tratados (MAPA, 2012; MMA, 2021b).

Essas iniciativas estão de acordo com o que preconiza a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei No. 12.305/2010): reduzir, reciclar ou reaproveitar os resíduos gerados com o objetivo de recuperar matéria e energia e evitar a degradação ambiental.

Rochagem

A rochagem é outra alternativa importante de adubação natural. Constitui-se na remineralização dos solos com o uso de pó de rochas – a “adubação da terra pela terra” (Theodoro, 2000). A técnica também resolve o problema da gestão de resíduos de algumas atividades de mineração no país, dando um destino útil aos seus rejeitos.

O Brasil detém grande geodiversidade, o que proporciona fertilizantes minerais com variados nutrientes – como fósforo, potássio, cálcio e magnésio – além de diversos

micronutrientes. O uso da rochagem, por apresentar baixa solubilidade e liberação lenta, é vantajoso em solos tropicais, onde os fertilizantes solúveis acabam sendo lixiviados (perdidos pelo escoamento superficial) facilmente (BRITO *et al.*, 2019).

O Plano Safra 2022/2023 abriu a possibilidade de financiar o uso de remineralizadores de solo (pó de rocha), que tem o potencial de reduzir a dependência dos fertilizantes importados¹³⁷.

Plano Nacional de Fertilizantes

Visando melhorar a eficiência da produção e comercialização de fertilizantes no país e diminuir a dependência externa, foi instituído Grupo de Trabalho Interministerial (composto por onze instituições, entre elas o MMA) com a finalidade de desenvolver o Plano Nacional de Fertilizantes - PNF (Decreto nº 10.605/2021).

O PNF 2022-2050 foi lançado por meio do Decreto Nº 10.991/2022, que instituiu também o Conselho Nacional de Fertilizantes e Nutrição de Plantas, com o objetivo principal de diminuir a dependência de importações para 45% até 2050, ainda que a demanda por fertilizantes aumente nesse período. O Plano tem metas e ações estruturantes de curto e longo prazos, que visam ampliar a produção competitiva desses insumos no País e fomentar o uso mais eficiente dos fertilizantes. Além disso, visa incentivar a produção com tecnologias mais sustentáveis (como os fertilizantes organominerais e orgânicos) e o aproveitamento de subprodutos com potencial de uso agrícola (BRASIL, 2022a).

As metas específicas e as ações do PNF 2022-2050 serão detalhadas pelo Conselho Nacional de Fertilizantes e Nutrição de Plantas – CONFERT, com a finalidade de incentivar, entre outras medidas (Art. 4º):

- o aumento da produção e a oferta de fertilizantes orgânicos e organominerais;
- a eficiência do uso agrônômico de fertilizantes;
- desenvolvimento de novos insumos para a nutrição de plantas – como os bioinsumos, os remineralizadores (como a rochagem), nanomateriais e outras tecnologias;
- a adequação das empresas que operam empreendimentos de fertilizantes a critérios de sustentabilidade ambiental e social;
- a redução do passivo de rejeitos da atividade de mineração por meio de tecnologias para a recuperação dos nutrientes e a produção de novos fertilizantes.

Como parte das medidas do PNF, a Embrapa iniciou, em abril de 2022, a visita a cerca de 30 polos produtivos de nove macrorregiões agrícolas do Brasil, com o objetivo de promover o aumento da eficiência de uso dos fertilizantes e insumos no campo. Estima-se que a medida

¹³⁷ Disponível em: [Sustentabilidade — Português \(Brasil\) \(www.gov.br\)](https://www.gov.br/sustentabilidade/pt-br). Acesso em 26/07/2022.

poderá promover uma economia de até 20% no uso dos fertilizantes no Brasil na safra 2022/23 (MAPA, 2022b).

6.8 Programa Rural Sustentável

Vem sendo desenvolvido desde 2012, com previsão de vigência até 2024, o Programa Rural Sustentável, que visa incentivar práticas agrícolas sustentáveis (incluindo tecnologias de baixa emissão de carbono) e o manejo florestal de pequenos e médios produtores rurais nos biomas Cerrado, Amazônia, Mata Atlântica e Caatinga. O Programa é executado em cooperação técnica com o BID, contando com financiamento do Fundo Internacional para o Clima (*International Climate Fund - ICF*) do Governo Britânico (PRS, 2022).

Nos biomas Cerrado e Amazônia o Programa é executado e administrado pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS), e no bioma Caatinga pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS). A Embrapa é a responsável pela coordenação científica e a Associação Rede ILPF pelo apoio técnico. Estão sendo investidos cerca de 84 milhões de dólares em 252 municípios, abrangendo uma área de 1,7 milhão de km², correspondente a 21% do território brasileiro (PRS, 2022). A primeira fase do Programa iniciou-se na Amazônia e Mata Atlântica, a segunda fase abrangeu a Caatinga, Cerrado e uma expansão na Amazônia, conforma Figura 5.

Figura 5 – Fases do Programa Rural Sustentável



Fonte: PRS, 2022.

O Programa vem atuando em diversas atividades, entre as quais: implantação de unidades técnicas demonstrativas e multiplicadoras de tecnologias sustentáveis; desenvolvimento de pesquisa e material técnico; capacitação com cursos presenciais e à

distância; e promoção de assistência técnica com treinamentos e dias de campo. Além disso, o projeto mantém o Prêmio Rural Sustentável, destinado aos participantes que mais se destacaram no Projeto Rural Sustentável. Resultados parciais foram alcançados nos biomas trabalhados, com a implantação de centenas de unidades demonstrativas e milhares de unidades multiplicadoras. Espera-se até o final do programa obter o manejo sustentável de 306,8 mil ha, beneficiando cerca de 30 mil pessoas (PRS, 2022).

7. POLÍTICAS INTERSETORIAIS E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Além das políticas identificadas nos capítulos precedentes como relacionadas mais diretamente à política ambiental ou agrícola, algumas políticas públicas caracterizam-se por uma natureza ou abordagem intersetorial. Tais políticas já são construídas prevendo uma implantação que perpassa diferentes setores para a consecução de seus objetivos.

Dentre as políticas dessa natureza, relacionadas à agricultura sustentável, destacam-se a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica, que busca integrar e articular políticas, programas e ações voltados à produção orgânica e agroecológica, e a Política Nacional de Mudança do Clima, que envolve diversos órgãos governamentais e setores produtivos.

7.1 Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica

As políticas públicas voltadas para a agricultura orgânica e a agroecologia no Brasil vem sendo construídas lentamente, desde a década de 1980, com participação de diversos setores da sociedade civil, em articulação com o Estado. Este movimento passa pela criação da Lei de Agrotóxicos (Nº 7.802/1989); de projetos demonstrativos na área de agroecologia do Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais Brasileiras (PP-G7), coordenado pelo MMA e implementado na década de 1990; de projetos e pesquisas em agricultura orgânica desenvolvidos pela Embrapa Agrobiologia e dos primeiros normativos do MAPA sobre agricultura orgânica, em 1999 (MOURA, 2017).

Lei da Agricultura Orgânica - Lei nº 10.831/2003

Um passo de grande importância na regulamentação da agricultura orgânica no País foi a publicação, em 2003, da Lei nº 10.831¹³⁸, conhecida como Lei da Agricultura Orgânica¹³⁹. O conceito de sistema orgânico de produção adotado é bastante amplo, abrangendo diferentes tipos de sistemas produtivos que atendam os princípios estabelecidos na Lei. A Lei também incentiva a proteção do meio ambiente e o emprego de métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, bem como a eliminação do uso de OGMs e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo produtivo (Art.1º).

¹³⁸ A Lei foi regulamentada pelo Decreto 6.323/2007, alterado pelo Decreto 7.048/2009.

¹³⁹ Além disso, diversas portarias e instruções normativas do Ministério da Agricultura regulamentam a matéria. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues-1>. Acesso em 04/04/2022.

Dentre as finalidades de um sistema de produção orgânico, de acordo com a Lei nº 10.831/2003, estão: a oferta de produtos saudáveis, isentos de contaminantes; a preservação da diversidade biológica e a promoção do uso saudável do solo, da água e do ar, reduzindo a contaminação desses elementos. Considera-se produto da agricultura orgânica ou produto orgânico “aquele obtido em sistema orgânico de produção agropecuário ou oriundo de processo extrativista sustentável e não prejudicial ao ecossistema local” (Art. 2º). Portanto, a agricultura orgânica abrange tanto os produtos cultivados em lavouras quanto os oriundos do extrativismo.

A Lei da Agricultura Orgânica determina que, para a comercialização, os produtos orgânicos devem ser certificados¹⁴⁰ por organismo reconhecido oficialmente. Contudo, a lei permite a venda direta, sem certificação, para agricultores familiares inseridos em processos próprios de organização e controle social e previamente cadastrados junto ao MAPA. Essa é uma importante flexibilização estabelecida pela lei brasileira em relação aos padrões de certificação orgânica internacionais, beneficiando a agricultura familiar.

Logo após a implantação da Lei nº 10.831/2003, o MAPA criou o Programa de Desenvolvimento da Agricultura Orgânica – Pró-orgânico, em 2004, que estabeleceu ações de desenvolvimento e capacitação organizacional e tecnológica do mercado orgânico, adequação de marcos regulatórios e promoção à produção e à comercialização desses produtos. Em 2006, a Embrapa elaborou um Plano de Agroecologia e consolidou seu Marco Referencial em Agroecologia, que abriu a possibilidade de elaboração de projetos na área (MOURA, 2017).

Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Pnapo)

Quase 10 anos após a Lei da Agricultura Orgânica, foi instituída, em 2012, a Política Nacional de Agroecologia de Produção Orgânica (Pnapo), por meio do Decreto nº 7.794, com o objetivo de:

integrar, articular e adequar políticas, programas e ações indutoras da transição agroecológica e da produção orgânica e de base agroecológica, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida da população, por meio do uso sustentável dos recursos naturais e da oferta e consumo de alimentos saudáveis (Art. 1º)

O Brasil foi o primeiro país a criar uma política voltada para a agroecologia e a produção orgânica, tendo sido considerada, em 2018, como uma das melhores políticas em agroecologia e sistemas alimentares sustentáveis do mundo no prêmio Future Policy Awards

¹⁴⁰ De acordo com o Decreto 6.323/2007, certificação orgânica é “o ato pelo qual um organismo de avaliação da conformidade credenciado dá garantia por escrito de que uma produção ou um processo claramente identificado foi metodicamente avaliado e está em conformidade com as normas de produção orgânica vigentes” (Art. 2º, III).

2018, promovido pela ONU, pelo *World Future Council* e pela *International Federation of Organic Agriculture Movements - IFOAM*. A construção da Pnapo contou com o apoio de diversas organizações da sociedade civil, tais como: a Articulação Nacional de Agroecologia (ANA), Associação Brasileira de Agroecologia (ABA), a Articulação Semiárido (ASA), as Comissões da Produção Orgânica das Unidades da Federação (CPOrgs) e a Câmara Temática de Agricultura Orgânica (CTAO) do MAPA (MDA, 2013).

A Pnapo instituiu uma política mais ampla, que além dos sistemas orgânicos de produção abrange os de base agroecológica, considerada aquela que “busca otimizar a integração entre capacidade produtiva, uso e conservação da biodiversidade e dos demais recursos naturais, equilíbrio ecológico, eficiência econômica e justiça social” (Art. 2º, III).

O público prioritário da política são os agricultores familiares, com ênfase nas mulheres, nos jovens e em povos e comunidades tradicionais, e tem entre suas diretrizes: a promoção da soberania e segurança alimentar e nutricional, a promoção do uso sustentável dos recursos naturais e a valorização da agrobiodiversidade e dos produtos da sociobiodiversidade (Art. 3º).

Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – Planapo

Dentre os instrumentos da Pnapo, está o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – Planapo. O Planapo visa reunir as principais ações do governo federal em agroecologia e produção orgânica, planejadas para serem executadas a cada Plano Plurianual (PPA). Os Planos elaborados visaram implementar programas e ações indutoras da produção orgânica e de base agroecológica, como instrumento de operacionalização da Pnapo e de monitoramento, avaliação e controle social das ações planejadas. O Planapo busca detalhar as ações a serem executadas no âmbito da política, de acordo com as diretrizes da Pnapo, abrangendo os diversos instrumentos nele previstos, tais como: crédito rural, compras governamentais, assistência técnica e extensão rural e outros (MDA, 2013).

Foram elaborados apenas o Planapo I (2013 a 2015) e Planapo II (2016 a 2019). Após esse período, não foi elaborado um novo Plano para cobrir o período equivalente ao PPA 2020-2023, o que sinaliza para uma descontinuidade nessa política.

O Planapo I, planejado para o período 2013-2015, foi elaborado pela então Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica (CIAPO), com ampla participação da

sociedade, representada na Comissão Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (CNAPO)¹⁴¹.

Os recursos foram estimados em R\$ 8,8 bilhões, sendo R\$ 1,8 bilhão não reembolsáveis e R\$ 7 bilhões de crédito rural. Os recursos foram provenientes das dotações consignadas nos orçamentos dos órgãos e das entidades que dele participaram com programas e ações (MDA, 2013).

A primeira etapa do Planapo contou com 6 objetivos estruturados em 4 eixos (Quadro 21). Além disso, continha 14 metas, 79 estratégias e 125 iniciativas.

Quadro 21 – Planapo I: eixos e objetivos (2013 a 2015)

<p>Eixo 1 – Produção Objetivo 1 – Ampliar e fortalecer a produção, manipulação e processamento de produtos orgânicos e de base agroecológica. Objetivo 2 – Reconhecer e valorizar o protagonismo das mulheres na produção orgânica e de base agroecológica, fortalecendo sua autonomia econômica.</p> <p>Eixo 2 – Uso e Conservação de Recursos Naturais Objetivo 3 – Promover, ampliar e consolidar processos de acesso, uso sustentável, gestão, manejo, recomposição e conservação dos recursos naturais e ecossistemas em geral.</p> <p>Eixo 3 – Conhecimento Objetivo 4 – Ampliar a capacidade de geração e socialização de conhecimentos em sistemas de produção orgânica e de base agroecológica. Objetivo 5 – Estimular a autonomia, visando à emancipação da juventude rural, na produção orgânica e de base agroecológica, por meio da sua permanência e sucessão no campo. Objetivo 6 – Fortalecer e ampliar o consumo de produtos orgânicos e de base agroecológica com ênfase nos circuitos curtos de comercialização (mercados locais e regionais), mercados institucionais e compras governamentais.</p>
--

Fonte: Brasil (2013)

Em avaliação realizada por Sambuichi *et al* (2017a) sobre o processo de elaboração do Plano, conduzida com participação de seus principais atores, uma das críticas feitas refere-se à sua extensão e conseqüente pulverização de ações, visto que seu processo de elaboração partiu do PPA 2012-2015, com um conjunto de iniciativas preexistentes, sem integração entre si. Ou seja, apesar de abrangente, o Planapo não teria prioridades claramente definidas, tornando complexos sua gestão e monitoramento.

Outro ponto destacado na avaliação da concepção do Planapo é o fato de que a política de agroecologia e produção orgânica depende da integração e articulação entre diversas políticas setoriais. Desta forma, os espaços de diálogo e a gestão interministerial foram vistos pelos atores envolvidos como, ao mesmo tempo, de grande importância e um grande desafio para o aprimoramento da política (SAMBUICHI *et al*, 2017a).

Na execução da Planapo I, enquanto os recursos não reembolsáveis tiveram execução elevada, os recursos destinados ao crédito, os quais correspondiam à maior parte dos recursos,

¹⁴¹ A CIAPO e a PNAPO foram extintas por meio do Decreto nº 9.784/2019.

tiveram um percentual muito baixo de execução. Do montante de R\$ 2,5 bilhões de crédito disponibilizados no Plano Safra, apenas R\$ 63,1 milhões (2,5%) foram executados, incluindo a linha Pronaf Agroecologia. O baixo desempenho pode estar relacionado às exigências burocráticas e à dificuldade dos produtores rurais em elaborarem projetos para obter o crédito, o que demandaria maior apoio em Ater (SAMBUICHI *et al.*, 2017b).

O Planapo II contemplou o período de 2016 a 2019, tendo sido atualizado em 2017. O Planapo II estrutura-se em 185 iniciativas, distribuídas em 6 eixos: 1) Produção; 2) Uso e conservação de recursos naturais; 3) Conhecimento; 4) Comercialização e consumo; 5) Terra e Território e 6) Sociobiodiversidade). Estes eixos estão divididos em sete objetivos e 29 metas (Ipea, 2019).

Observa-se que a Pnapo é uma política transversal, que permeia diversas políticas e trata de uma gama extensa de temas, além da produção orgânica e agroecológica, como: segurança alimentar, questão fundiária, crédito rural, biodiversidade, populações e comunidades tradicionais e saúde, entre outros.

Assim, dada a complexidade e amplitude de ações abrangidas no Planapo I (2013 a 2015) e Planapo II (2016 a 2019), foge aos objetivos deste estudo a análise detalhada da execução desses planos, para os quais estão disponíveis diversos estudos e avaliações (Sambuichi *et al.*, 2017a; Sambuichi *et al.*, 2017b; CIAPO, 2016; MDA, 2016), destacando-se pesquisa resultante de parceria entre a antiga SEAD (atual SAF/MAPA) e Ipea (IPEA, 2019).

A Tabela 27 traz os resultados de execução das iniciativas do Planapo I e II. A descontinuidade administrativa é apontada como razão da não execução de algumas iniciativas, visto que houve cortes orçamentários e extinção de seus instrumentos colegiados de gestão (CNAPO e CIAPO) em 2019. No entanto, os esforços dos gestores em dar continuidade à execução da PNAPo, demonstrou que, pela sua construção participativa e articulada com várias instituições, os planos foram instrumentos importantes, capazes de assegurar o avanço da Política (ARAÚJO, 2020).

Tabela 27: Execução das iniciativas no Planapo I (2014 a 2015) e Planapo II (2016 a 2019)

	Plena	Parcial (igual ou maior que 50%)	Parcial (menor que 50%)	Não executada	Sem informação	Total de iniciativas
Planapo I	51	15	25	23	11	125
Planapo II	70	19	29	16	51	185
Total	121	34	54	39	62	310

Fonte: Adaptado de Araújo (2020)

A seguir, apresenta-se uma síntese dos principais resultados do Planapo I e II, com base em Ipea (2019):

- **Fomento à comercialização e mercados institucionais** - incentivo à compra de orgânicos através do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e Política de Preços Mínimos para Produtos da Sociobiodiversidade (PGPM-Bio)¹⁴².
- **Extrativismo e sociobiodiversidade** – oferta de assistência técnica pública; valorização e comercialização dos produtos da sociobiodiversidade em diferentes territórios; apoio ao Pronaf voltado às especificidades de povos indígenas e povos e comunidades tradicionais.
- **Sementes e agrobiodiversidade** – apoio às iniciativas: Programa Nacional de Sementes e Mudanças para a Agricultura Familiar; Programa Sementes do Semiárido; modalidade PAA-sementes.
- **Acesso à água e segurança hídrica** – apoio ao Programa Segunda Água (P1+2), destinado à construção de estruturas de captação e armazenamento de água para a produção orgânica e agroecológica.
- **Crédito, investimento e seguro** – apoio ao Pronaf Agroecologia, Pronaf-Eco, Pronaf Floresta e Pronaf Semiárido. Inclusão da atividade agroecológica no Seguro da Agricultura Familiar (SEAF).
- **Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER)** – chamadas específicas de ATER para apoio à produção orgânica e agroecológica, incluindo assentamentos da reforma agrária e UC extrativistas.
- **Fomento à produção orgânica e agroecológica** – apoio ao Programa Cooperaf/Mais Gestão (executado atualmente pelo MAPA) de fortalecimento às organizações da agricultura e Programa Nacional de Fomento e Fortalecimento do Cooperativismo e Associativismo Solidário da Agricultura Familiar e Reforma Agrária (COOPERAF). Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO). Apoio a Grupos Produtivos de Mulheres.
- **Saúde** - Mapeamento e a análise de plantas medicinais e fitoterápicos; ações voltadas à educação alimentar e nutricional; apoio à estruturação da Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos (VSPEA).
- **Bioinsumos** – apoio à elaboração do Programa Nacional de Bioinsumos (ver item x).
- **Ensino, pesquisa e extensão** - o apoio financeiro à implantação e funcionamento dos Núcleos de Estudo em Agroecologia e Produção Orgânica (NEAs) em instituições de ensino públicas e privadas.
- **Fortalecimento de redes** – criação do Programa de Fortalecimento e Ampliação das Redes de Agroecologia, Extrativismo e Produção Orgânica (Ecoforte).
- **Redução do uso de agrotóxicos** – elaboração do Programa Nacional de Redução do Uso de Agrotóxicos (PRONARA), transformado no PL 6670/2016, que cria a Política Nacional de Redução de agrotóxicos (PNARA). O PL foi aprovado pela comissão especial da Câmara, devendo seguir para a votação em plenário¹⁴³.

¹⁴² A Política de Garantia de Preços Mínimos para Produtos da Sociobiodiversidade (PGPM-Bio), instituída pela Lei nº 8.427/1992 e alterada pela Lei nº 1.175/2008, assegura ao extrativista o recebimento de um bônus caso efetue a venda de seu produto por preço inferior àquele fixado pelo governo federal. A medida garante maior segurança e preços justos aos extrativistas em diferentes regiões do País, que contribuem para o uso sustentável dos recursos naturais. A PGPM-Bio, implementada por meio da Conab, garante um preço mínimo para 17 produtos extrativistas que ajudam na conservação dos biomas brasileiros, entre os quais o açaí, a borracha extrativa, o cacau nativo, o buriti e a castanha do Brasil.

¹⁴³ Disponível em: <https://www.camara.leg.br>. Acesso em 05/04/2022.

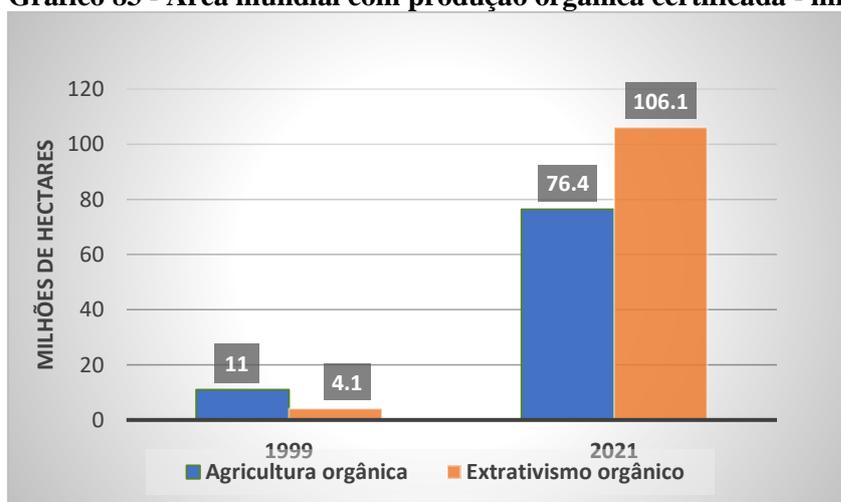
Além das ações destacadas, os Planapo I e II vêm apoiando ações na área de energias renováveis, estruturação de UCs, regularização ambiental de imóveis rurais (quanto à restauração de APP e RL) e apoio a projetos de assentamento da Reforma Agrária.

Posição do Brasil na agricultura orgânica mundial

A oferta de produtos orgânicos tem crescido progressivamente no mundo todo, impulsionada pela procura dos consumidores por produtos mais saudáveis, pela preferência àqueles com menores impactos sociais e ambientais e, ainda, pela valorização dos pequenos produtores e mercados locais (LIMA *et al*, 2020). De acordo com dados do *Research Institute of Organic Agriculture*¹⁴⁴, sistematizados em Willer *et al* (2022), estima-se que o mercado de orgânicos movimentou 120,6 bilhões de euros no mundo todo, em 2020.

A área agrícola mundial com cultivos orgânicos certificados cresceu em mais de 7 vezes em 30 anos - passou de 11 milhões de ha em 1991 para 76,4 milhões de ha em 2021, abrangendo 191 países. A área de extrativismo e outras atividades de produção orgânicas – como coleta de castanhas e apicultura – passou de 4,1 milhões de ha em 1991 para 29,7 milhões de ha em 2021 (Gráfico 83). Portanto, a área dedicada à produção orgânica (lavouras e extrativismo) no mundo totalizou 106,1 milhões de ha em 2021. O número de produtores também cresceu: de 200 mil em 1991 para 3,7 milhões em 2021. No entanto, apesar dessa expansão, o percentual de terras destinadas aos orgânicos ainda é reduzido, representando apenas cerca de 1,6% da área agrícola mundial (WILLER *et al*, 2023).

Gráfico 83 - Área mundial com produção orgânica certificada - milhões de ha (1999/2021)



Fonte: Willer *et al* (2023). Elaboração da autora.

¹⁴⁴ O *Research Institute of Organic Agriculture* é um instituto com sede na Suíça que mantém banco de dados com estatísticas anuais sobre produção orgânica em todo o mundo, o [Statistics.FiBL.org](https://www.statistics.fibl.org/), em parceria com União Europeia (UE), FAO e outras instituições. A coleta de dados é feita com a contribuição de governos, organizações do setor privado, certificadores e empresas de pesquisa de mercado.

O país com maior área de agricultura orgânica em 2021 era a Austrália, com 35,7 milhões ha de cultivos. Em seguida, estavam a Argentina (4,1 milhões de ha) e França (2,8 milhões de ha). O Brasil está em 11º lugar, com 1,48 milhões de ha. Percebe-se que, devido à sua grande extensão territorial, o percentual da área agrícola dedicada ao cultivo orgânico ainda é bastante reduzido no Brasil, de apenas 0,6%, quando se considera a área total destinada à agropecuária (Tabela 28).

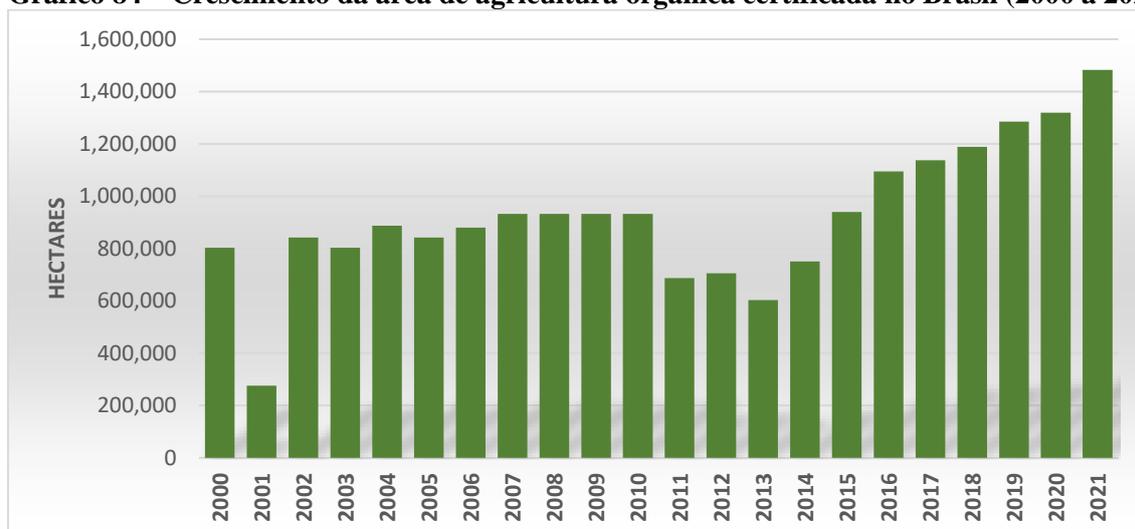
Contudo, quando se considera apenas a área destinada à agricultura, onde ocorre a maioria da área com certificação orgânica no País (lavouras temporárias e permanentes), correspondente a 63.517.805 de ha (IBGE, 2017), a área de produção orgânica certificada representaria cerca de 2% da área de cultivos agrícolas no Brasil.

Tabela 28 – Países com maior área de agricultura orgânica certificada (2021)

Posição	País	Área (milhões de ha)	Proporção da área de agropecuária do país com agricultura orgânica (%)
1º	Austrália	35,68	9,9%
2º	Argentina	4,07	2,7%
3º	França	2,77	9,6%
4º	China	2,75	0,5%
5º	Uruguai	2,74	19,6%
6º	Índia	2,65	1,5%
7º	Espanha	2,63	10,8%
8º	EUA	2,32	0,6%
9º	Itália	2,18	16,7%
10º	Alemanha	1,80	10,8%
11º	Brasil	1,48	0,6%
12º	Canadá	1,21	2,1%

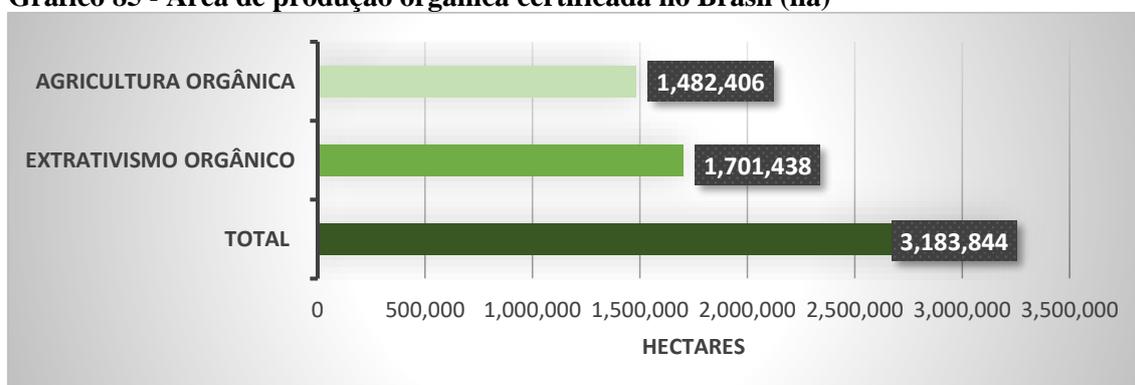
Fonte: Willer *et al* (2023). Elaboração da autora.

No Brasil, a produção e consumo de orgânicos também tem aumentado. Embora em um ritmo mais lento que a média do crescimento global, a produção orgânica tem ganhado impulso nos últimos anos. Segundo Willer *et al* (2023), em 2021 o Brasil chegou a 1.482.400 ha de área dedicada à produção agrícola orgânica certificada, um crescimento de cerca de 85% nos últimos 10 anos (Gráfico 84).

Gráfico 84 – Crescimento da área de agricultura orgânica certificada no Brasil (2000 a 2021)

Fonte: statistics.fibl.org¹⁴⁵. Elaboração da autora

Além da área de produção agrícola, há cerca de 1,70 milhão de ha em áreas de extrativismo e outros tipos de produção orgânica no país – principalmente coleta de castanhas e apicultura, sendo o Brasil o país com maior número de colmeias orgânicas no mundo (aproximadamente 630 mil). Assim, o Brasil totaliza cerca de 3,1 milhões de ha de produção orgânica, considerando-se agricultura e extrativismo (Gráfico 85).

Gráfico 85 - Área de produção orgânica certificada no Brasil (ha)

Obs.: Os dados de extrativismo orgânico são de 2019 e de agricultura orgânica de 2021.

Fonte: Willer *et al* (2021 e 2023). Elaboração da autora.

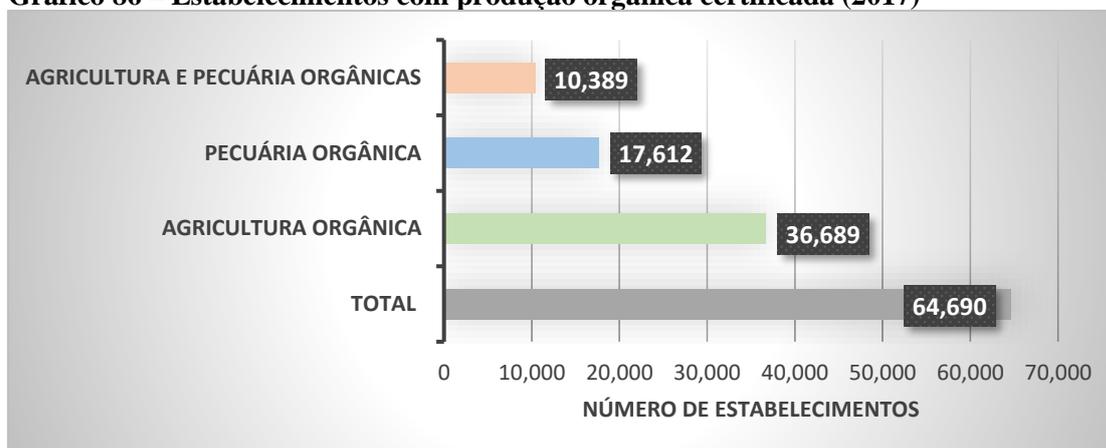
A seguir, são detalhadas as principais informações disponíveis em dados oficiais sobre a produção e o consumo de orgânicos no País, constantes nos últimos Censos Agropecuários e em base de dados mantida pelo MAPA.

¹⁴⁵ Disponível em <https://statistics.fibl.org/world/>. Acesso em 06/04/2022.

Agricultura orgânica nos Censos Agropecuários

De acordo com o Censo Agropecuário 2017, 64.690 estabelecimentos (cerca de 1,2%) praticam agricultura e/ou pecuária orgânica certificada por entidade credenciada¹⁴⁶. Este número é distribuído entre aqueles que praticam exclusivamente agricultura, apenas produção animal e os que fazem tanto produção vegetal como pecuárias orgânicas (Gráfico 86). O Censo Agropecuário de 2017 pesquisou apenas número de estabelecimentos certificados, sem informações sobre área. O IBGE considera como agricultura orgânica ou pecuária orgânica aquela que não utiliza insumos artificiais (tais como adubos químicos, agrotóxicos, organismos geneticamente modificados pelo homem).

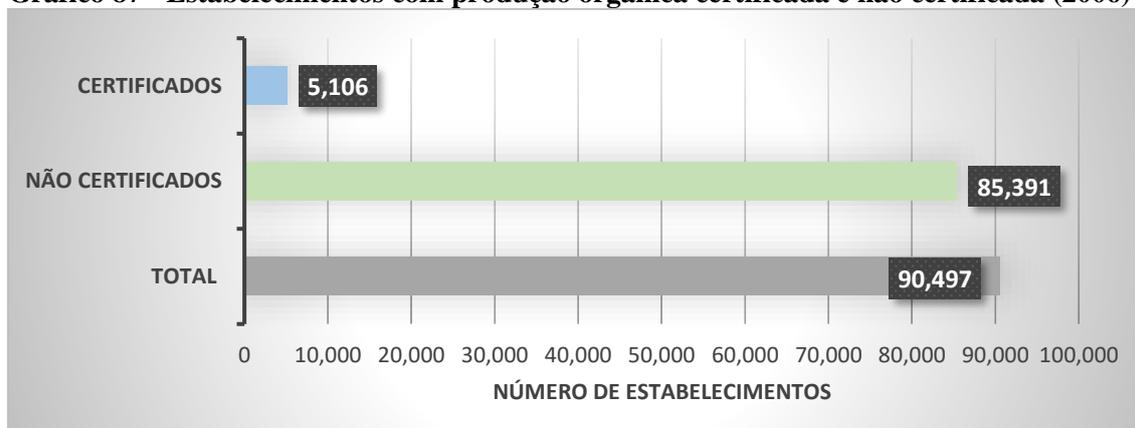
Gráfico 86 – Estabelecimentos com produção orgânica certificada (2017)



Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

O Censo Agropecuário anterior, de 2006, adotou metodologia diversa, o que dificultou a comparação dos resultados. Foram pesquisados tanto os estabelecimentos certificados quanto os não certificados: no total, 90.497 estabelecimentos declararam praticar a agricultura orgânica, sendo que, destes, 5.106 eram certificados (Gráfico 87). De acordo com o Censo Agropecuário de 2006, o Brasil possuía uma área de 4.746.779 ha de agricultura orgânica certificada e não certificada¹⁴⁷.

¹⁴⁶ De acordo com o Decreto nº 6.323/2007 certificação orgânica é o ato pelo qual um organismo de avaliação da conformidade credenciado dá garantia por escrito de que uma produção ou um processo claramente identificado foi metodicamente avaliado e está em conformidade com as normas de produção orgânica vigentes (Art.2º, III).

Gráfico 87 - Estabelecimentos com produção orgânica certificada e não certificada (2006)

Fonte: IBGE (2006). Elaborado pela autora.

De qualquer forma, é possível observar o crescimento substancial da agricultura certificada nos estabelecimentos agropecuários, em mais de mil pontos percentuais em 2017, comparativamente com 2006. Apesar do avanço, há ainda muito espaço para crescimento, pois este número representa apenas 1,4% do total de estabelecimentos agropecuários brasileiros (IBGE, 2019).

De acordo com o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos¹⁴⁸, de registro obrigatório para produtores orgânicos certificados (pessoas físicas ou jurídicas) e mantido pelo MAPA, havia 24.611 produtores orgânicos no Brasil em 2020, distribuídos entre os seguintes mecanismos de certificação (Gráfico 88):

Certificação por Auditoria – A concessão do selo SisOrg é feita por uma certificadora pública ou privada credenciada no MAPA. O organismo de avaliação da conformidade obedece a procedimentos e critérios reconhecidos internacionalmente, além dos requisitos técnicos estabelecidos pela legislação brasileira.

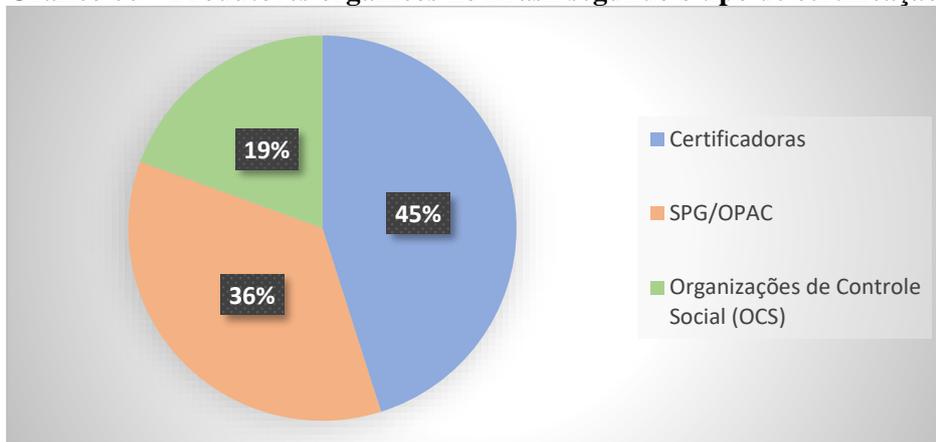
Sistema Participativo de Garantia (SPG) – Caracteriza-se pela responsabilidade coletiva dos membros do sistema, que podem ser produtores, consumidores, técnicos e demais interessados. Para estar legal, um SPG deve possuir um Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade (OPAC) legalmente constituído, que responderá pela emissão do SisOrg.

Controle social na venda direta – O controle social na venda direta é um sistema de controle simplificado, baseado na confiança entre os vendedores e consumidores, que beneficia

¹⁴⁸ Disponível em: [Relação de Produtores Orgânicos de todo o Brasil - Conjuntos de dados - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO](#). O cadastro foi atualizado em junho/2020. Acesso em 06/04/2022

a agricultura familiar. Exige-se, porém, o credenciamento numa Organização de Controle Social (OCS) cadastrada em órgão fiscalizador oficial. Com isso, os agricultores familiares que não possuem certificação podem fazer parte do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos.

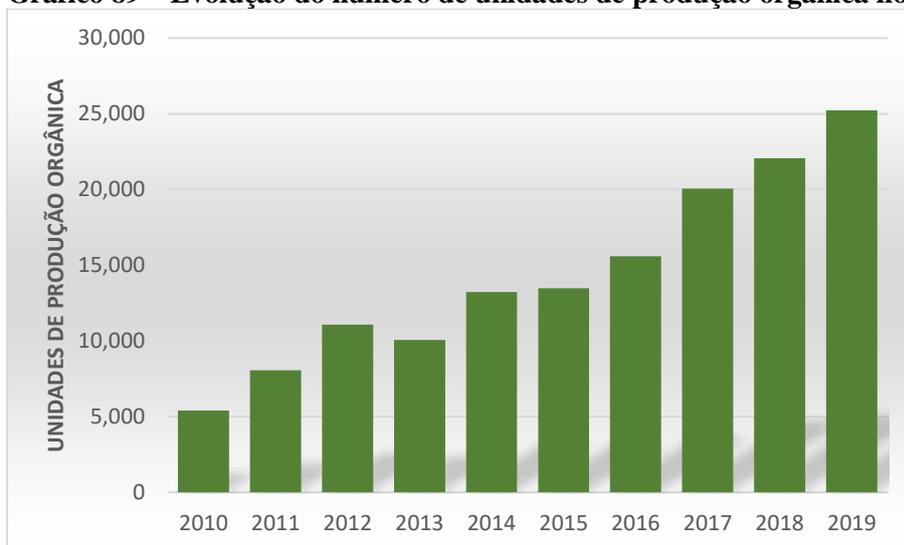
Gráfico 88 – Produtores orgânicos no Brasil segundo o tipo de certificação (2020)



Fonte: Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (MAPA, 2022). Elaboração da autora.

Segundo o MAPA, o número de unidades de produção orgânica (sítios e fazendas) evoluiu de 5.406 em 2010 para 25.227 em 2019. As unidades estão distribuídas em todas as regiões brasileiras, com maior concentração na região Nordeste (Gráfico 89).

Gráfico 89 – Evolução do número de unidades de produção orgânica no Brasil (2010/2019)



Fonte: MAPA (2022)¹⁴⁹. Elaboração da autora.

¹⁴⁹ Disponível em: Relação de Produtores Orgânicos de todo o Brasil - Conjuntos de dados - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. O cadastro atualizado em junho/2020. Acesso em 06/04/2022

O crescimento da produção orgânica no país deve-se, sobretudo, à maior demanda do consumidor brasileiro, principalmente da classe média, por alimentos mais saudáveis. Seguindo essa tendência, o setor varejista tem investido em marcas próprias de produtos orgânicos. Além disso, cresce a produção para o mercado local, impulsionada pelo movimento das comunidades que sustentam a agricultura (CSA) e das feiras livres de produtos orgânicos em todo o país, que tornam esses produtos mais acessíveis (LIMA *et al.*, 2020).

7.2 Política Nacional sobre Mudança do Clima

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei nº 12.187/2009, oficializa o compromisso voluntário do Brasil junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE). De acordo com o Decreto nº 9.578/2018¹⁵⁰, que regulamenta a PNMC, a mudança do clima é definida como “aquela que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana, que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis” (Art. 4º). No mesmo artigo (incisos II e III) o decreto traz os conceitos de mitigação e adaptação:

- **mitigação** - mudanças e substituições tecnológicas que reduzam o uso de recursos e as emissões por unidade de produção, além da implementação de medidas que reduzam as emissões de GEE e que aumentem os sumidouros; e
- **adaptação** - iniciativas e medidas para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas naturais e dos humanos em decorrência dos efeitos atuais e esperados da mudança do clima.

Os instrumentos para execução da PNMC são, entre outros: o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC), as Comunicações do Brasil à Convenção sobre Mudança do Clima (relatórios apresentados periodicamente) e os planos setoriais de mitigação e adaptação à mudança do clima para a consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono.

A PNMC é uma política intersetorial, que envolve diversos órgãos governamentais, principalmente: MMA, ME, MAPA, MME e MCTIC, esse último responsável pela elaboração e publicação das estimativas de emissões e remoções nacionais antrópicas de GEE. Além disso, a PNMC envolve a articulação com organizações da sociedade civil, tais como as confederações

¹⁵⁰ Revoga o Decreto nº 7.390/10, que regulamentava a Política Nacional de Mudança do Clima - PNMC (Lei 12.187/2009).

nacionais da indústria, comércio, serviços, agricultura e transporte, que participam do Comitê Gestor do FNMC (Decreto nº 10.143/2019).

As Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) são as metas voluntárias dos países signatários em resposta ao Acordo de Paris¹⁵¹, os quais definem suas NDCs com metas de redução de emissões e medidas de mitigação e adaptação à mudança do clima. O Brasil apresentou em 2015 sua primeira NDC, na conferência das partes¹⁵² COP 21, ratificada em 2016, com a meta de reduzir, até 2025, 37% de suas emissões em relação ao ano-base de 2005. Em 2017, o Acordo de Paris foi promulgado por meio do Decreto nº 9.073. Ressalta-se que o Acordo de Paris passou a vigorar a partir de 2021, embora sua discussão tenha se iniciado em 2015.

Em 2021, na COP26, o Brasil apresentou uma revisão à NDC, consolidando a meta de redução de 37% das emissões de GEE até 2025 e estipulando uma nova meta, de reduzir 43% de suas emissões até 2030. Além disso, a NDC revisada também enuncia o objetivo de longo prazo de atingir a neutralidade climática (emissões líquidas nulas) em 2050¹⁵³. Portanto, o Brasil assumiu metas absolutas de redução de emissões para o conjunto dos diferentes setores da economia, em relação a 2025, 2030 e 2050, sempre comparadas com 2005 (MMA, 2021b).

Metas para o setor agropecuário

Como visto, o setor agropecuário é uma importante fonte de emissão de GEE no País. Além disso, o setor é um dos mais vulneráveis a eventos climáticos extremos provocados por mudanças climáticas – como estiagem prolongada, desertificação, chuvas extremas e inundações. Para a FAO (2021a), a sustentabilidade ambiental na agricultura também depende de que os impactos das atividades do sistema alimentar no ambiente natural circundante levem em consideração, entre outros elementos, a pegada de carbono. Portanto, a sustentabilidade da atividade agropecuária contribui para o enfrentamento das questões climáticas e redundam em benefícios tanto para o conjunto das emissões brasileiras como para o próprio setor (Ipea, 2019b).

¹⁵¹ O Acordo de Paris foi aprovado em 2015, durante a COP21, e entrou em vigor em novembro de 2016. Ao todo, 195 países, incluindo o Brasil, aderiram ao Acordo, que substituiu o Protocolo de Kyoto, primeiro tratado internacional para controle da emissão de GEE, assinado em 1997. Seu principal objetivo é aumentar os esforços mundiais para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C e evitar que ultrapasse 2°C até o final do século, com base no período pré-industrial.

¹⁵² Reuniões anuais entre os países-membros, que devem analisar a implementação da Convenção e qualquer instrumento legal que possa vir a ser adotado.

¹⁵³ Foi aprovado no Senado Federal, e está em tramitação na Câmara dos Deputados, o Projeto de Lei Nº 6539/2019, que altera a PNMC (Lei no 12.187/2009) para atualizá-la ao contexto do Acordo de Paris e aos novos desafios relativos à mudança do clima. Disponível em: [documento \(senado.leg.br\)](https://www.senado.leg.br/documento). Acesso em 09/03/2022.

Em 2010, por meio do Decreto nº 7.390/2010, o governo brasileiro traçou projeções de redução de emissão para 2020 para os diversos setores da economia, tendo em vista o compromisso voluntário de que trata o art. 12 da PNMA (Lei nº 12.187/2009). Para o setor agropecuária, as projeções eram de 730 milhões de tonCO₂eq. O decreto de 2010 foi posteriormente substituído pelo Decreto Nº 9.578/2018, que manteve as metas iniciais para os diversos setores, estabelecendo que seria necessário realizar as seguintes ações no setor agropecuária (Quadro 22).

Quadro 22 – Metas para o setor agropecuária tendo em vista a redução de emissões de GEE

- Recuperar uma área de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas por meio do manejo adequado e adubação;
- Aumentar a adoção de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) e de Sistemas Agroflorestais (SAFs) em 4 milhões de hectares;
- Ampliar a utilização do Sistema Plantio Direto (SPD) em 8 milhões de hectares;
- Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN): ampliar o uso da fixação biológica em 5,5 milhões de hectares;
- Promover as ações de reflorestamento no país¹⁵⁴, expandindo a área com Florestas Plantadas em 3,0 milhões de hectares, passando de 6,0 milhões de hectares para 9,0 milhões de hectares;
- Ampliar o uso de tecnologias para tratamento de 4,4 milhões de m³ de dejetos de animais para geração de energia e produção de composto orgânico.

Fonte: Decreto Nº 9.578/2018

Plano de Agricultura de Baixo Carbono - Plano ABC

O “Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura - Plano ABC” foi criado pelo Decreto nº 7.390/2010, como um dos planos setoriais de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. O Plano ABC é a principal estratégia adotada pelo governo brasileiro para lidar com a mudança climática na agricultura, por meio de linha específica de crédito agrícola (o Programa ABC) voltada para a difusão de práticas produtivas sustentáveis.

Em 2012, foi elaborado o documento que detalha o Plano ABC e estabelece seu objetivo: garantir o aperfeiçoamento contínuo dos sistemas e das práticas de uso e manejo sustentável dos recursos naturais, que promovam a redução das emissões de GEE e, adicionalmente, aumentem a fixação atmosférica de CO₂ na vegetação e no solo dos setores da agricultura brasileira. O Plano ABC possui abrangência nacional e integra ações governamentais, do setor produtivo e da sociedade civil (MAPA, 2012).

¹⁵⁴ Nessa meta não está computado o compromisso brasileiro relativo ao setor da siderurgia.

a) Plano ABC – primeiro ciclo

O primeiro ciclo do Plano ABC abrange o período 2010 a 2020. O Plano apresentou uma série de metas relativas ao compromisso nacional de redução de emissões de GEE estabelecido em 2010. Essas medidas apresentariam um potencial de mitigação de emissões de GEE da ordem de 133,9 milhões de toneladas de CO₂eq até o prazo final do compromisso, ocorrido em 2020 (MAPA, 2012).

Dos 35,5 milhões de hectares previstos inicialmente para o Plano ABC, as ações foram ampliadas e aplicadas em cerca de 54,8 milhões de hectares até 2020, o que representa 154,38% da meta de expansão de área. Estima-se que a implantação das tecnologias resultou na mitigação de cerca de 152,93 milhões de toneladas de CO₂e, o que representa o atingimento de 113% da meta. Observa-se que na recuperação de pastagens degradadas e tratamento de dejetos animais as metas não foram atingidas, sendo estes os dois principais gargalos para o avanço da agricultura de baixa emissão de carbono no Brasil (TELLES *et al*; 2021). As metas estipuladas e os resultados alcançados são apresentados na Tabela 29.

Tabela 29 – Plano ABC: processo tecnológico, meta e resultados alcançados (2010 a 2020)

Processo tecnológico	Meta (compromisso)	Resultados alcançados (expansão no período)	Cumprimento da meta de mitigação de GEE (%)
Recuperação de pastagens degradadas ¹	15 milhões ha	5,4 de milhões de ha	25%
Integração Lavoura Pecuária-Floresta ²	4 milhões ha	13,8 milhões de hectares	290%
Sistema Plantio Direto	8 milhões ha	16,7 milhões de hectares	191%
Fixação Biológica de Nitrogênio	5,5 milhões ha	14,6 milhões de hectares	266%
Florestas plantadas	3 milhões ha	4,3 milhões ha	253%
Tratamento de dejetos animais	4,4 milhões m	1,7 milhões de m ³	39%

Obs.: ¹ Por meio de manejo adequado e adubação

² Inclui Sistemas Agroflorestais (SAFs)

Fonte: Telles *et al* (2021)

Com base nos compromissos assumidos pelo governo brasileiro, o Plano ABC foi estruturado em sete programas: 1) Recuperação de Pastagens Degradadas; 2) Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) e Sistemas Agroflorestais (SAFs); 3) Sistema Plantio Direto (SPD); 4) Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN); 5) Florestas Plantadas; 6) Tratamento de Dejetos Animais; e 7) Adaptação às Mudanças Climáticas.

As ações de mitigação envolveram: campanhas publicitárias educativas; capacitação e transferência de tecnologia; disponibilização de insumos; mapeamento de áreas prioritárias; financiamento para as práticas de ABC; pesquisa e incentivos. As ações de adaptação incluíram: instituição do Programa de Inteligência Climática na Agricultura (com mapa de vulnerabilidade); estudo para adequar o seguro rural às especificidades climáticas; pesquisa, transferência de tecnologia e Análise de Risco de Pragas (ARP), entre outras. Assim, além da redução de emissões, as ações do Programa também contribuíram para a mitigação da poluição, conservação da biodiversidade e dos sistemas hidrológicos. A gestão do Plano ABC contou com a coordenação do MAPA no nível nacional, sendo que todas as 27 UFs estabeleceram grupos gestores estaduais e desenvolveram seus Planos ABC Estaduais. A Figura 6 ilustra algumas das atividades apoiadas pelo Plano ABC.

Figura 6 – Exemplos de atividades apoiadas pelo Plano ABC



Fonte: Brasil (2012)

Programa ABC

Instituído inicialmente com recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o Plano ABC passou a contar com recursos da Caderneta de Poupança Rural do Banco do Brasil e dos fundos constitucionais, passando a ser oferecido como a linha de crédito “Programa ABC”, integrante do Plano Safra, sendo uma das primeiras linhas de crédito do mundo a financiar especificamente práticas de baixas emissões de carbono (LOPES, LOWERY e PEROBA, 2016). O Programa ABC permitiu que uma parcela de até 45% dos recursos financiasse a recuperação de APPs e de reserva legal, o que o tornou uma importante fonte de financiamento também para a recuperação florestal. Uma análise da execução financeira do Programa ABC pode ser vista no item 7.1.

O Programa ABC esteve presente em 2.949 (53%) municípios brasileiros. Contudo, o monitoramento da execução do Programa apresentou algumas deficiências à época. Por

exemplo, não foi contabilizado com precisão o uso dos recursos pelos produtores e a quantificação da redução de emissão de GEE. A Plataforma ABC¹⁵⁵, instalada em 2018 na Embrapa Meio Ambiente, teve o objetivo de monitorar essas ações. Entretanto, houve dificuldades na identificação da localização do desembolso dos contratos, requisito necessário no monitoramento, devido ao sigilo bancário na tomada de crédito. Por parte da sociedade civil, foi lançado o Observatório ABC, em atividade desde 2013, coordenado pelo Centro de Estudo de Agronegócios da Fundação Getúlio Vargas (GVAgro), com a realização de estudos diversos sobre o Plano ABC¹⁵⁶.

Observa-se que a abrangência do Programa ABC em sua primeira etapa (2010 a 2019) ainda é pequena face ao universo de estabelecimentos agropecuários do País, o que aponta para um efeito mais demonstrativo ou “piloto”. Por exemplo, mesmo no ano com maior número de contratos (8.018 contratos realizados em 2014) o número de projetos equivalia a apenas 0,16% do universo de mais de 5 milhões de estabelecimentos rurais, considerando-se o Censo Agropecuário de 2017. Para a execução financeira do Programa ABC, ver Capítulo 7, item 7.1

Avaliação da PNMC realizada pela Comissão de Meio Ambiente (CMA) do Senado Federal em 2019 reconheceu a relevância dos resultados alcançados pelo Programa ABC, mas observou que, em termos financeiros, o Programa representou apenas cerca de 1% do que é dispendido com o Plano Safra. Foi sugerido o seu fortalecimento, ampliação e integração ao Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), além de taxas de juros mais atrativas e próximas das praticadas no Pronaf, como forma de dar ganho de escala da política no território brasileiro (SENADO FEDERAL, 2019).

Assim, apesar da reduzida abrangência espacial e das dificuldades de execução financeira da primeira etapa do Plano ABC, por meio da linha de crédito do Programa ABC, os resultados alcançados foram satisfatórios quanto ao cumprimento das metas inicialmente estipuladas, as quais foram ultrapassadas, como visto. Além disso, foram importantes, do ponto de vista técnico e estratégico, na difusão de conhecimento e experiências práticas sobre o tema, tendo em vista, ainda, os diversos estudos e pesquisas realizados¹⁵⁷. Além disso, as iniciativas do Plano ABC teriam estimulado a adoção de sistemas de produção mais sustentáveis também por parte do setor privado, em uma área estimada em mais de 10 milhões de hectares (SENADO FEDERAL, 2019).

¹⁵⁵ <https://www.embrapa.br/meio-ambiente/plataforma-abc>. Acesso em 14 mar. 2022.

¹⁵⁶ <http://observatorioabc.com.br/> Acesso em 14 mar. 2022.

¹⁵⁷ Para uma relação completa das publicações do Plano ABC, consultar: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/publicacoes-de-plano-abc> Acesso em 18/03/2022

b) Plano ABC+

Em 2021 foi estabelecido, após processo de consulta pública, o Plano de Adaptação e Baixa Emissão de Carbono na Agricultura – ABC+, que dá continuidade à política setorial para enfrentamento à mudança do clima no setor agropecuário, no período de 2021 a 2030. Após 10 anos de execução do Plano ABC, o ABC+, além de estimular a adoção das tecnologias já consolidadas na fase anterior, procurará promover o conceito de “Abordagem Integrada da Paisagem”, que pressupõe que a gestão do território agropecuário deve levar em conta os diversos elementos da paisagem rural, tendo a microbacia hidrográfica como unidade básica de planejamento (MAPA, 2021b).

Desta forma, o Plano ABC+ amplia o escopo inicial do Plano ABC: além do incentivo a tecnologias com baixa emissão de carbono, busca-se promover a regularização ambiental da propriedade rural; a valorização da paisagem; a recuperação e conservação da qualidade do solo, da água e da biodiversidade e a valorização das especificidades locais e culturas regionais. O Plano ABC+ é estruturado em três pilares: (i) a Abordagem Integrada da Paisagem (AIP); (ii) a mitigação de GEE e a adaptação, e; (iii) o estímulo à adoção e manutenção de Sistemas, Práticas, Produtos e Processos de Produção Sustentáveis (SPSABC).

Em relação ao Plano ABC anterior, que contemplava Sistemas Agroflorestais (SAF) e Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), foram incluídos três novos conjuntos de sistemas, práticas, produtos e processos de produção sustentáveis (SPS_{ABC}): Sistema Plantio Direto Hortaliças (SPDH), Sistemas Irrigados (SI) e Terminação Intensiva (TI).

Ampliou-se, também, o escopo de outros três sistemas já existentes: Práticas para Recuperação de Pastagens Degradadas (PRPD), que passa a considerar a recuperação e a renovação de pastagens com algum grau de degradação; Bioinsumos (BI), que inclui Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) e Microrganismos Promotores do Crescimento de Plantas (MPCP); e Manejo de Resíduos da Produção Animal (MRPA), que considera outros resíduos além de dejetos animais e estimula o uso dos subprodutos obtidos como bioenergia e biofertilizante. Outras tecnologias poderão ser incorporadas nas revisões do ABC+, com frequência bianual.

O Plano ABC+ contempla, ainda, a otimização dos sistemas de irrigação, ao considerar que os sistemas irrigados contribuem para o controle das emissões de GEE. A Terminação Intensiva (TI), que consiste na intensificação do manejo alimentar na fase final de produção de bovinos destinados ao abate, também é uma das novas tecnologias incorporadas, devido à comprovada eficiência em reduzir emissões de GEE. A Tabela 30 traz as metas do Plano ABC+.

Tabela 30 - Metas do Plano ABC+ até 2030, tendo 2020 como ano base

SPS _{ABC}		Ampliação da adoção (milhões de ha)	Potencial de mitigação de GEE (milhões de Mg CO ₂ eq)
Práticas para Recuperação de Pastagens Degradadas (PRPD)		30,00 ha	113,70
Sistema Plantio Direto (SPD)	Sistema Plantio Direto de Grãos (SPDG)	12,50 ha	12,11
	Sistema Plantio Direto Hortalças (SPDH)	0,08 ha	0,88
Sistemas de Integração (SIN)	Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)	10,00 ha	37,90
	Sistemas Agroflorestais (SAF)	0,10 ha	0,38
Florestas Plantadas (FP)		4 ha	510,00
Bioinsumos (BI)		13ha	23,40
Sistemas Irrigados (SI)		3 ha	50,00
Manejo de Resíduos da Produção Animal (MRPA)		208,40 m ³	277,801
Terminação Intensiva (TI)		5 milhões de animais	16,24
TOTAL SPS_{ABC}		72,68 milhões ha 208,40 milhões m³ 5 milhões de animais	1.042,41 milhões de Mg CO₂ eq

Fonte: MAPA (2021b)

Em relação à primeira fase do Plano ABC (concluída em 2020), o Plano ABC+ procurou traçar uma estratégia mais eficiente para difusão das tecnologias (SPSABC) e capacitação dos agricultores por meio de três iniciativas: (1) fortalecimento da Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER); implantação de Unidades de Referência Tecnológica (URT) nos diferentes biomas e (3) realização de eventos de divulgação e para capacitação de técnicos e produtores rurais. Além disso, está prevista uma estratégia de pesquisa, sob coordenação da Embrapa, para apoiar ações voltadas para o desenvolvimento ou inovação em sistemas e práticas de produção sustentáveis (MAPA, 2021b).

O Decreto N° 10.431/2020 instituiu a Comissão Executiva Nacional do Plano ABC, com a finalidade de acompanhar a implementação do Plano e avaliar seus resultados, além de propor estudos para seu aperfeiçoamento. A Comissão é composta por representantes do MAPA, MMA, ME, Embrapa, Banco do Brasil, BNDES, Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, Conselho Nacional de Secretários de Estado de Agricultura e Fórum Brasileiro de Mudança do Clima.

O MAPA desempenha o papel de Coordenação Nacional do ABC+, cuja estratégia de governança foi reestruturada pelo Decreto n° 10.606/ 2021, que institui o Sistema Integrado de Informações do Plano AB (SIN-ABC) e seu Comitê Técnico de Acompanhamento (CTABC).

Adaptação à Mudança do Clima

Mesmo que a concentração de GEE na atmosfera seja estabilizada por medidas de mitigação, o acúmulo de GEE já alcançado levará a algum nível de mudança do clima – com consequentes efeitos no aumento da temperatura da terra e elevação do nível do mar, entre outros. Desta forma, a Convenção do Clima (UNFCCC) preconiza que sejam tomadas medidas de adaptação em escalas nacional e global. De acordo com o Decreto nº 9.578/2018 (Art. 4º), a adaptação diz respeito às “iniciativas e medidas para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas naturais e dos humanos em decorrência dos efeitos atuais e esperados da mudança do clima”.

a) Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA)

O Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) é um dos instrumentos da PNMC, tendo sido elaborado em 2016, com o objetivo de promover a redução do risco climático no País frente aos efeitos adversos associados à mudança do clima. O Plano adotou a estratégia da inserção da adaptação à mudança do clima nos planos e políticas setoriais, entre as quais as de agricultura, visando a promoção da resiliência dos agroecossistemas (MMA, 2016a).

A estratégia de adaptação para o setor agropecuário buscou apoiar o processo de tomada de decisão de gestores públicos e produtores rurais frente à incerteza climática. Foram estabelecidas as seguintes metas para o setor agrícola:

- Implantação de Sistema de Monitoramento e Simulação de Risco e Vulnerabilidade Agrícola – sob responsabilidade da Embrapa; e
- Criação do Centro de Inteligência Climática da Agricultura, voltado para aplicação do Risco Climático no planejamento e desenvolvimento das Políticas Agrícolas Brasileiras – sob a responsabilidade do MAPA.

Dentre as iniciativas em curso apontadas pelo PNA para o setor agrícola estão o mencionado Plano ABC e o aperfeiçoamento de instrumentos já existentes, que permitam incorporar a incerteza climática e sua influência no setor agropecuário, tais como: o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC)¹⁵⁸; o Seguro da Agricultura Familiar – SEAF e o Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR).

¹⁵⁸ Instrumento de política agrícola e gestão de riscos na agricultura, atualmente regido pelo Decreto Nº 9.841/2019, realizado pelo MAPA com apoio da Embrapa. Visa minimizar os riscos relacionados aos fenômenos

Outro ponto importante apontado pela PNA na agricultura refere-se a maior investimento em recursos genéticos e melhoramento de cultivares, a cargo sobretudo da Embrapa, no intuito de oferecer diversidade e alternativas de novas cultivares aos produtores, adaptadas às circunstâncias climáticas e ameaças previstas.

Além disso, o PNA para o setor agrícola indicou a importância de apoiar às demais políticas públicas que podem contribuir para a adaptação, tais como: a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica e seu respectivo Plano - PLANAPO (Decreto no 7.794/2012), a Lei para Proteção da Vegetação Nativa (12.651/2012) e a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH (Lei no 9.433/1997).

a) Monitoramento e Avaliação do PNA - Ciclo 2016-2020

O PNA previu ciclos quadrienais de implementação e revisões após o último ano de cada ciclo. Em 2021 foi concluído o relatório de monitoramento e avaliação da PNA, referente ao seu primeiro ciclo, no período de 2016 a 2020 (MMA, 2021c). A metodologia procurou captar as percepções dos órgãos de governo responsáveis pela implementação das estratégias setoriais apresentadas no PNA, o que permitiu identificar pontos fortes e fracos e as oportunidades de aperfeiçoamento. Um dos pontos positivos apontados foi o processo de elaboração participativo, tanto do Plano quanto da avaliação. Uma falha identificada é que o tema deveria envolver níveis mais estratégicos dos órgãos de governo, uma vez que esteve restrito ao nível técnico.

As metas previstas para o setor agrícola foram cumpridas: foi desenvolvido e implementado o Sistema de Monitoramento e Simulação de Risco e Vulnerabilidade Agrícola e criado o Centro de Inteligência Climática da Agricultura. Além disso, a avaliação identifica que foram apoiados diversos instrumentos e programas que contribuem para a adaptação na agricultura, entre os quais:

- O Plano ABC, que implementou diversas iniciativas e estudos na temática;
- Programa Agro Gestão Integrada de Riscos – Proagir: criado para o monitoramento e simulação de risco e vulnerabilidade agrícola;

climáticos adversos, permitindo, a cada município, a identificação da melhor época de plantio das culturas, nos diferentes tipos de solo e ciclos de cultivares.

- Integração do Sistema de Monitoramento e Simulação de Risco e Vulnerabilidade Agrícola às redes nacionais de monitoramento e alerta (Cemaden e Cenad);
- Produtos gerados pelos seguintes sistemas da Embrapa e parceiros: AgriTempo (Sistema de Monitoramento Agrometeorológico); Zoneamento Agrícola de Risco Climático - ZARC; SCenAgri (simulador de cenários agrícolas); Impactos das Mudanças Climáticas Globais sobre Problemas Fitossanitários (Climapest) e Rede AgroHidro, que analisa a relação entre a agricultura, os recursos hídricos e as mudanças climáticas.
- Ações diversas na área de melhoramento genético vegetal e animal, com apoio principalmente da Embrapa - cultivares com maior tolerância ao *deficit* hídrico, maior eficiência fotossintética e nutricional, e maior resistência à toxicidade de alumínio em solos ácidos (EMBRAPA, 2018);
- PD&I – Portfólio de Mudanças Climáticas: universidades, instituições públicas (inclusive a Embrapa) e privadas de pesquisa.

8. POLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE FINANCIAMENTO PARA A AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

A transição de sistemas de agricultura convencional (industrial) para sistemas sustentáveis geralmente exige o aprendizado de novas técnicas produtivas, o que requer investimentos substanciais e assistência técnica apropriada. Além disso, os produtores assumem riscos na adoção das novas técnicas, cuja rentabilidade pode ser incerta (LOPES, LOWERY e PEROBA, 2016). Nesse sentido, políticas públicas que contemplem investimentos governamentais e instrumentos econômicos de apoio a práticas e tecnologias sustentáveis na agropecuária podem facilitar a adoção e expansão de sistemas produtivos mais sustentáveis, bem como a adequação das propriedades rurais à legislação ambiental.

O novo Código Florestal (Lei 12.651/ 2012) previu incentivos nesse sentido, ao estabelecer, em seu Art.41, que o governo federal poderá instituir programas de apoio e incentivo à conservação do meio ambiente e à adoção de tecnologias e práticas que conciliem a produtividade agropecuária e florestal com a redução dos impactos ambientais. Para tanto, são previstos na Lei diversos instrumentos financeiros, elencados no Quadro 23.

Quadro 23 – Instrumentos financeiros de incentivo à conservação ambiental e produção sustentável previstos no novo Código Florestal

- Pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais;
- obtenção de crédito agrícola, em todas as suas modalidades, com taxas de juros menores, bem como limites e prazos maiores que os praticados no mercado;
- contratação do seguro agrícola em condições melhores que as praticadas no mercado;
- dedução de áreas de APP, RL e de uso restrito da base de cálculo do ITR, gerando créditos tributários;
- destinação de parte dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água, na forma da Lei nº 9.433/1997, para a manutenção, recuperação ou recomposição de áreas de APP, RL e de uso restrito na bacia de geração da receita;
- linhas de financiamento para atender iniciativas de preservação voluntária de vegetação nativa, proteção de espécies da flora nativa ameaçadas de extinção, manejo florestal e agroflorestal sustentável realizados na propriedade ou posse rural, ou recuperação de áreas degradadas;
- isenção de impostos para os principais insumos e equipamentos agrícolas utilizados para os processos de recuperação e manutenção de áreas de APP, RL e de uso restrito
- incentivos para comercialização, inovação e aceleração das ações de recuperação, conservação e uso sustentável das florestas e demais formas de vegetação nativa.

Fonte: Lei 12.651/ 2012, Art. 41, incisos I, II e III.

Dentre as políticas e instrumentos econômicos que podem, potencialmente, incentivar práticas ambientalmente sustentáveis na agricultura brasileira, estão: o crédito rural, os chamados “títulos verdes”, o Imposto Territorial Rural (ITR) e o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Por outro lado, existem instrumentos econômicos que podem ir no sentido

oposto, tais como os incentivos fiscais ao uso de agrotóxicos, os quais acabam por tornar a agricultura orgânica mais onerosa. Tais instrumentos e sua aplicação no Brasil são analisados a seguir.

8.1 Crédito rural e produção sustentável

Desde a década de 1960, o crédito rural se constitui em um dos principais instrumentos da política agropecuária no Brasil – tanto para promover a produtividade, quanto para o aumento de renda do produtor rural. O crédito subsidiado, com taxas de juros menores do que as de mercado, também pode ser utilizado para direcionar o desenvolvimento de áreas consideradas estratégicas do setor agropecuário (LOPES, LOWERY e PEROBA, 2016).

O Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) foi instituído pela Lei 4.829/1965¹⁵⁹. Os principais objetivos do Sistema foram o de estimular a formação de capital no setor; financiar parte substancial dos custos da produção e comercialização agrícola; promover a adoção de tecnologias; e fortalecer economicamente os produtores, especialmente os de pequeno e médio porte (Santana e Gasques, 2019). Alguns dos objetivos estabelecidos continuam válidos ainda hoje, como o acesso ao crédito com taxas de juros abaixo das praticadas no mercado e a exigência legal de que os bancos dediquem uma parte de seus depósitos à vista a linhas de crédito rural.

Estima-se que os empréstimos do SNCR¹⁶⁰ equivalem, atualmente, a cerca de 40% da produção agropecuária nacional, sendo uma importante fonte de recursos para o financiamento agropecuário (Souza *et al*, 2020). Outras fontes de financiamento, as quais respondem pela maior parcela dos recursos para o agronegócio, incluem os recursos próprios dos produtores, empréstimos familiares, fabricantes de insumos (inclusive multinacionais) e bancos privados.

A política de crédito rural implementada nas décadas de 1960, 1970 e 1980 foi central para a mudança no padrão tecnológico da agricultura, para a consolidação da indústria nacional de insumos, máquinas e equipamentos, e para a expansão da produção e produtividade agrícolas. No entanto, a concentração de recursos nas culturas comerciais e em grandes e médios produtores na região centro-sul do Brasil causou distorções sociais e econômicas

¹⁵⁹ Em 1991, foi criada a Lei 8.171/1991, que estabeleceu o Conselho Nacional de Política Agrícola (CNPA), ligado ao MAPA, que tem o mandato de preparar o Plano Safra, lançado anualmente, com os recursos alocados para cada linha de crédito e os critérios gerais para obter empréstimos no próximo ano agrícola.

¹⁶⁰ O SNCR é constituído pelo Banco Central do Brasil, Banco do Brasil, Banco da Amazônia e Banco do Nordeste S/A. Como órgãos vinculados estão o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), banco privados e estaduais, caixas econômicas, cooperativas de crédito rural. Destes, o Banco do Brasil é o principal operador, tendo destinado R\$ 200 bilhões para a Safra 2022/23. Disponível em: [Imprensa | BB destina R\\$ 200 bilhões para a Safra 2022/2023](#) Acesso em 21/09/2022.

(SANTANA e GASQUES, 2019). Nesse período, os pequenos produtores ainda não tinham acesso ao sistema financeiro, já que os produtores familiares só passaram a acessar uma fatia (ainda minoritária) do sistema de crédito a partir de 1996, com a criação do Pronaf.

Durante muitos anos, o crédito rural focou a grande produção e esteve condicionado à adoção de pacote tecnológico que incluía o uso de maquinário agrícola, fertilizantes, agroquímicos e até mesmo o desmatamento para o plantio de pastagens, com efeitos ambientais negativos (PINTO, 1980; HELFAND, 2001). Por exemplo, na década de 1970, o Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA) vinculava o uso de agrotóxicos à concessão do crédito agrícola, sendo um dos principais instrumentos para a difusão do uso de agrotóxicos nas lavouras (LOPES e ALBUQUERQUE, 2018).

Ainda assim, até em decorrência do desmatamento e uso intensivo de maquinário, houve a preocupação ambiental de incentivar o combate à erosão e conservação do solo agrícola. De acordo com a Lei 6.225/1975, os agricultores das regiões discriminadas como susceptíveis só poderiam contratar o crédito rural se apresentassem o certificado comprobatório de execução dos planos de proteção do solo e combate à erosão. Além disso, teriam a obrigação de adotar as práticas conservacionistas recomendadas e de submeterem-se à orientação técnica de profissional credenciado pelo Ministério da Agricultura.

A política de crédito rural dos anos 2000 além de consolidar a orientação seguida desde a década de 1990, introduziu novas linhas de crédito e novos instrumentos, criados para estimular investidores urbanos, pequenos poupadores e fundos de pensão para financiar as atividades produtivas. Esses instrumentos incluem, entre outros, a Nota de Crédito do Agronegócio (LCA), o Certificado de Crédito do Agronegócio (CDCA) e o Certificado de Recebíveis do Agronegócio (CRA) (SANTANA e GASQUES, 2019).

Medidas de incentivo à sustentabilidade ambiental por meio do crédito rural

Mais recentemente, o Banco Central (BCB), por meio de resoluções, vem buscando orientar as instituições financeiras no sentido de considerar as questões ambientais¹⁶¹ nas contratações feitas para o crédito rural, dentre as quais se destacam:

- a) Resolução BCB nº 3.545/2008 - condicionou a concessão de crédito rural em municípios da Amazônia à conformidade com regras ambientais e à comprovação da

¹⁶¹ Algumas instituições financeiras também vêm aderindo voluntariamente aos “Princípios do Equador”. Trata-se de um protocolo internacional concebido para servir como uma base comum para que as instituições financeiras possam identificar, avaliar e gerenciar os riscos socioambientais no financiamento de projetos. Disponível em: <https://equator-principles.com/>. Acesso em 21/09/2022.

legitimidade de títulos de propriedade. Segundo Assunção *et al* (2019) a medida teve resultados positivos: entre 2008 e 2011 a restrição ao crédito impediu o desmatamento de mais de 2.700 km² de área de floresta na Amazônia, representando uma queda de 15% do desmatamento no período.

b) Resolução nº 4.327/2014 - implantou a Política de Responsabilidade Socioambiental (PRSA), que levou a alterações no Manual de Crédito Rural (MCR), definindo como objetivo do crédito rural incentivar a introdução de métodos racionais no sistema de produção, visando aumento da produtividade, a melhoria do padrão de vida das populações rurais e a adequada defesa do solo e proteção do meio ambiente.

c) Resolução nº 4.557/2017 - incluiu o risco socioambiental entre aqueles que as instituições financeiras devem identificar, medir, avaliar, controlar e mitigar.

d) Resolução nº 140/2021 - criou seção específica no MCR sobre impedimentos sociais, ambientais e climáticos para a concessão de crédito rural. De acordo com a Resolução, não será concedido crédito rural:

- ao produtor que não esteja inscrito ou cuja inscrição se encontre cancelada no Cadastro Ambiental Rural (CAR);
- a empreendimento total ou parcialmente inserido em Unidade de Conservação, salvo se a atividade econômica se encontrar em conformidade com o Plano de Manejo da Unidade, de acordo com a Lei nº 9.985/2000;
- a empreendimento cuja área esteja total ou parcialmente inserida em terra indígena, observado que: a) são consideradas terras tradicionalmente ocupadas pelos índios aquelas já homologadas na forma do Decreto nº 1.775/1996; e b) o disposto não se aplica aos casos em que o proponente pertença aos grupos ou comunidades indígenas ocupantes ou habitantes da terra indígena na qual se situa a área do empreendimento.
- a empreendimento cuja área esteja total ou parcialmente inserida em terras ocupadas e tituladas por remanescentes das comunidades de quilombos (excetuando-se proponente que pertença ao quilombo na área do empreendimento).
- a empreendimento situado no Bioma Amazônia: a) localizado em imóvel em que exista embargo vigente decorrente de uso econômico de áreas desmatadas ilegalmente no imóvel, conforme divulgado pelo Ibama; b) para proponente de crédito rural do Programa Nacional de Reforma Agrária (PNRA) que possua restrição vigente pela prática de desmatamento ilegal, conforme registros disponibilizados pelo Inbra.
- a pessoa física ou jurídica inscrita no cadastro de empregadores que mantiveram trabalhadores em condições análogas à de escravo instituído pelo Ministério

responsável pelo referido registro, em razão de decisão administrativa final relativa ao auto de infração.

Apesar do avanço que essas resoluções do BCB possam representar para incentivar a sustentabilidade ambiental por meio do crédito rural, tais iniciativas necessitariam de uma análise mais minuciosa para que se possa apurar o real efeito que vêm surtindo em relação a seus objetivos. Por exemplo, em períodos anteriores, verificou-se que sem uma fiscalização mais rigorosa por parte do poder público, alguns bancos financiadores do agronegócio no Bioma Amazônia não vinham cumprindo a resolução CMN 3.545/08, mantendo suas políticas de crédito inalteradas em relação a anos precedentes (SILVA, 2011).

Já o Plano safra 2022/2023 introduziu os seguintes novos benefícios relativos à sustentabilidade ambiental: inclusão de despesas de custeio com a manutenção de áreas de RL e APP (antes só era possível para restauração e recuperação dessas áreas); investimentos em sistemas de exploração extrativista não madeireira e de produtos da sociobiodiversidade; financiamento de remineralizadores de solo (pó de rocha), que têm o potencial de reduzir a dependência de fertilizantes químicos importados; ampliação do limite de financiamento de custeio, em até 10%, para beneficiário com CAR já analisado por órgão ambiental competente; inclusão de financiamento a sistemas de geração e distribuição de energia renovável no Pronamp e no crédito geral de investimento; financiamento, no Programa Moderfrota, de 100% do valor de maquinário que utilize biometano como combustível (a regra geral do programa é financiar 85% do valor). Além disso, os programas e práticas sustentáveis financiados pelo Plano Safra terão reconhecimento por parte de organismo internacional.

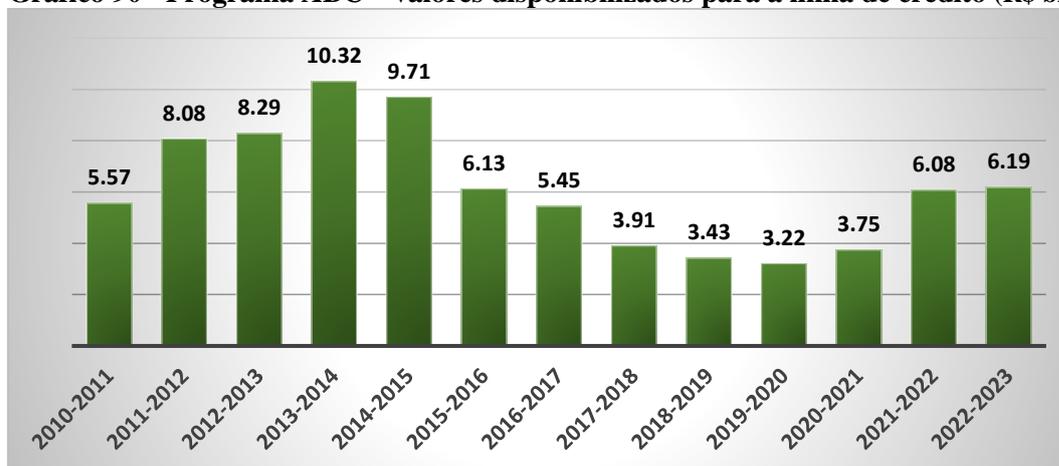
Programa ABC

Como visto no item 5.5, o Programa ABC é a linha de crédito rural que visa operacionalizar o Plano ABC, formulado em 2012, como um dos planos setoriais da Política Nacional de Mudança do Clima, com o objetivo de incentivar o setor agropecuário a contribuir nas metas para a redução e mitigação das emissões de GEE, por meio do estímulo a práticas produtivas sustentáveis na agricultura brasileira. O Plano ABC teve seu primeiro ciclo no período 2010 a 2020 e seu segundo ciclo, denominado Plano ABC+, com vigência de 2021 a 2030.

Os valores disponibilizados para a linha de crédito do Programa ABC no Plano Safra têm oscilado ao longo do período 2010-2011 a 2022-2023. Em valores corrigidos, o Programa ABC obteve R\$ 5,57 bilhões de reais no Plano Safra 2010-2011 e chegou ao Plano Safra

2022/2023 com R\$ 6,19 bilhões. O período com maior valor disponibilizado foi 2013-2014, com R\$ 10,32 bilhões (Gráfico 90).

Gráfico 90 - Programa ABC – valores disponibilizados para a linha de crédito (R\$ bilhões)



Fonte: Planos Safra (2010/2011 a 2022/2023)¹⁶². Elaboração da autora.
Valores corrigidos pelo IGP-M para julho/2022.

No Plano Safra 2022/2023 abriu-se a possibilidade de financiar a produção de bioinsumos para uso próprio na propriedade rural e a implantação, melhoramento e manutenção de sistemas para geração de energia renovável, também para consumo próprio. Observa-se que taxa de juros ofertada para o Programa ABC em 2022-2023 (entre 7 e 8,5% a.a.), ainda é relativamente alta, de modo que o Programa recebe um subsídio menor e, portanto, menos incentivo quando comparado aos juros oferecidos ao Pronaf (entre 5 e 6% a.a.).

O Programa teve uma execução mediana dos recursos disponibilizados. Ao longo do período 2010 a 2019 foi concedido crédito aos agricultores no valor total de R\$ 27,67 bilhões. Foram realizados 34.271 contratos, com uma média de R\$ 504,97 mil por contrato. A taxa de juros variou entre 5% a 8,5%, uma média de 6,2% ao longo do período. Porém, foram efetivamente desembolsados R\$ 17,3 bilhões, o que equivale a uma execução de apenas 62,5% do total disponibilizado (Tabela 31).

Tabela 31 - Programa ABC – Desembolso por ano-safra (2010 a 2019)

Período	Disponibilizado pela linha de crédito (R\$ bilhões)	Taxa de juros (%)	Número de contratos	Valor desembolsado (R\$ mil)	Média por contrato (R\$ mil)
2010-2011	2,00	5,5	1.290	418.300,00	324,26
2011-2012	3,15	5,5	5.038	1.515.995,40	300,91
2012-2013	3,40	5,0	4.961	2.864.753,83	577,45
2013-2014	4,50	5,0	5.882	2.695.119,38	458,20
2014-2015	4,50	5,0	8.018	3.656.402,33	456,02

¹⁶² Disponível em: [Plano Safra — Português \(Brasil\) \(www.gov.br\)](http://www.gov.br). Acesso em 26 jul. 2022.

2015-2016	3,00	8,0	3.344	2.052.466,03	613,78
2016-2017	2,99	8,5	1.808	1.220.934,51	675,30
2017-2018	2,13	7,5	2.460	1.617.716,69	657,61
2018-2019	2,00	6,0	1.470	1.264.236,91	860,03
Total geral	27,67	-	34.271	17.305.925,08	504,97

Fonte: MAPA (2021a); Banco Central do Brasil (2022). Em valores correntes.

Atribui-se o baixo desempenho financeiro a dificuldades quanto à burocracia no regulamento das linhas de crédito ABC, com excesso de exigências para cumprir os critérios de elegibilidade. Por exemplo, o acesso ao crédito do Programa exige que os produtores tenham um plano detalhado de produção para os sistemas agrícolas sustentáveis financiados. Esses sistemas geralmente são tecnologias novas, que exigem informação de ponta para planejar e implementar. Assim, os produtores que não têm acesso à assistência técnica apropriada geralmente encontram dificuldades, o que pode levá-los a outras opções de empréstimos, com taxas mais altas, ou a outras linhas de crédito mais atrativas e menos exigentes, como linhas do Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste (FCO) e Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE).

Além disso, pode haver falta de conhecimento ou de interesse das instituições financeiras e agentes bancários locais quanto a esse tipo de crédito, que requer um treinamento das equipes técnicas sobre as práticas financiadas e maior divulgação, de modo a atrair os produtores (LOPES, LOWERY e PEROBA, 2016; GASPARINI *et al.*, 2017).

Para o período 2021/2022, o Programa ABC+ contava com 4.181 contratos vigentes até a data consultada (22/08/2022) totalizando R\$ 3,6 bilhões contratados. Observa-se que o Programa ABC+ dispõe de 12 subprogramas, alguns introduzidos no Plano Safra 2022/2023 e ainda com número reduzido de contratos. A linha ABC+ recuperação de pastagens degradadas é a que possuía o maior volume de contratos – cerca de 60% do total (Tabela 32).

Tabela 32 – Programa ABC+: número de contratos e crédito contratado nos subprogramas (2021/2022)

Linha de crédito (subprograma)	Número de Contratos vigentes	Crédito contratado (R\$)
ABC + Plantio Direto	846	1.496.670.976
ABC + Recuperação de pastagens degradadas	2.530	1.115.977.877
ABC + Manejo dos solos	258	513.259.478
ABC + Integração	182	176.138.901
ABC + Ambiental	180	157.175.868
ABC + Florestas	111	122.926.385
ABC + Orgânico	34	20.708.092
ABC + Manejo de resíduos	25	16.991.089

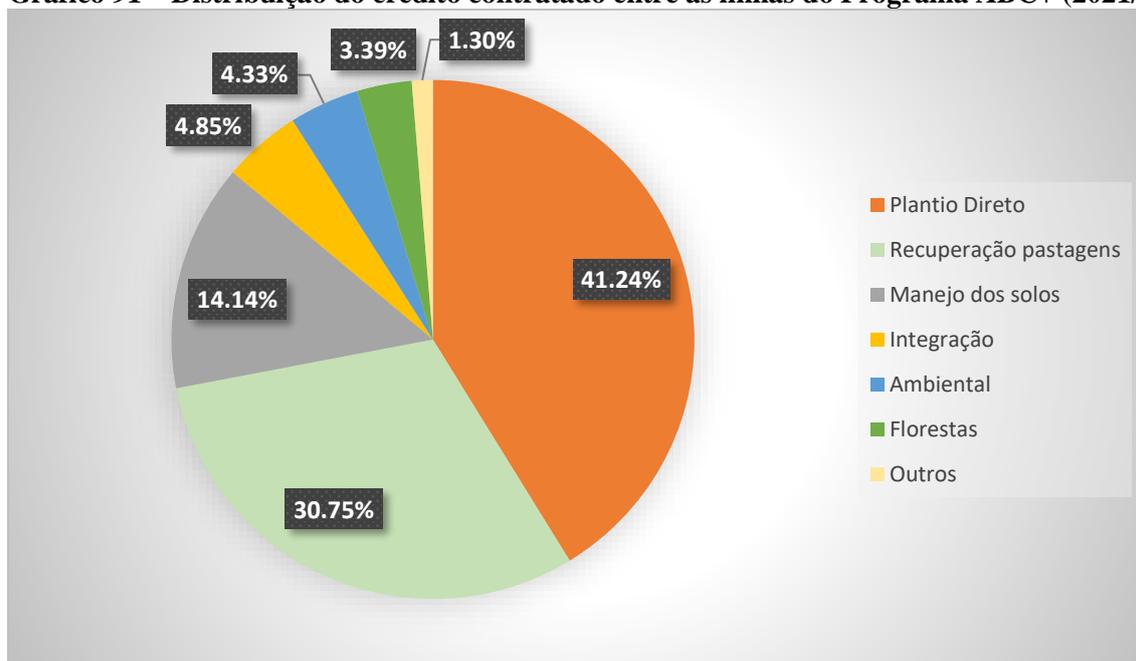
Açaí, cacau, oliveira, noqueira	5	3.980.734
Fixação Biológica de Nitrogênio	5	3.353.736
ABC + Dendê	1	2.053.511
ABC + Bioinsumos	4	434.076
Total	4.181	3.629.670.727

Obs.: Período de extração dos dados – 01/01/2021 a 22/08/2022.

Fonte: Matriz de Dados do Crédito Rural/BCB¹⁶³. Elaboração da autora.

Já na distribuição de recursos entre os subprogramas do ABC+, o Plantio Direto obteve 41% dos recursos, seguido da recuperação de pastagens degradadas (30%) e do manejo de solos (14%) – os três subprogramas responderam por cerca de 86% do crédito contratado no período (Gráfico 91).

Gráfico 91 – Distribuição do crédito contratado entre as linhas do Programa ABC+ (2021/2022)



Obs.: Período de extração dos dados – janeiro/2021 a 22/08/2022.

Fonte: Matriz de Dados do Crédito Rural/BCB¹⁶⁴. Elaboração da autora.

Programa Nacional de Agricultura Familiar (Pronaf)

Calcula-se que, ao longo de sua existência, o Programa Nacional de Agricultura Familiar (Pronaf) aplicou mais de 250 bilhões de reais, em cerca de 30 milhões de contratos (MAPA, 2021). Sua execução é realizada por bancos públicos e privados, dentre os quais o

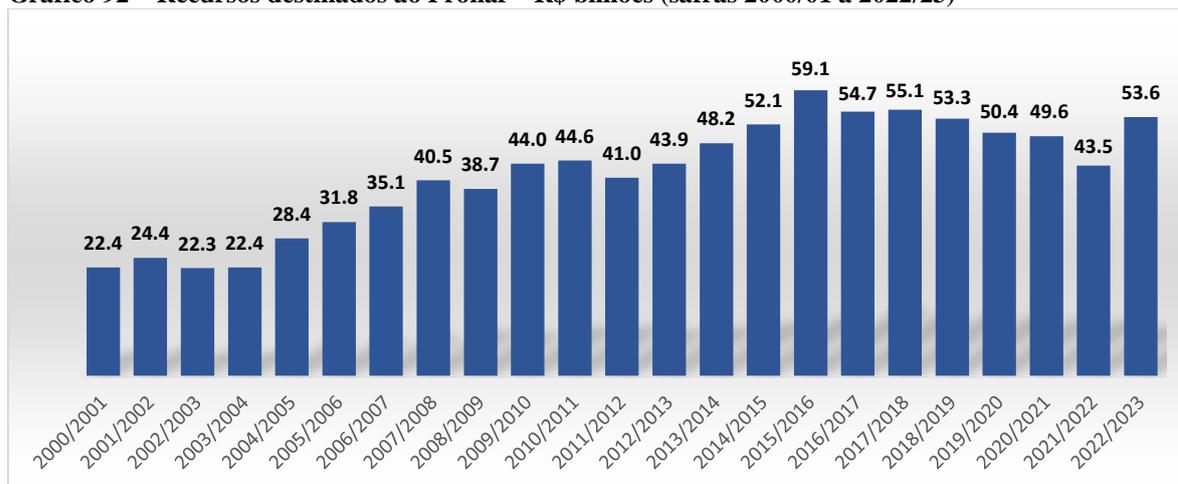
¹⁶³ Disponível em: [Matriz de Dados do Crédito Rural - Crédito Concedido \(bcb.gov.br\)](https://www.bcb.gov.br/indicadores/matriz-dados-credito-rural-credito-concedido). Acesso em 22/08/2022.

¹⁶⁴ Disponível em: [Matriz de Dados do Crédito Rural - Crédito Concedido \(bcb.gov.br\)](https://www.bcb.gov.br/indicadores/matriz-dados-credito-rural-credito-concedido). Acesso em 22/08/2022.

BNDES, Banco do Brasil, Banco da Amazônia, Banco do Nordeste, Bancos Cooperativos e Cooperativas de Crédito Rural.

Em valores corrigidos, observa-se que os recursos destinados ao Pronaf desde o Plano Safra 2000/2001 tiveram um progressivo crescimento até 2015/2016, quando chega ao seu maior valor (R\$ 59,1 bilhões). A partir daí, reduz-se até 2021/2022, voltando a aumentar em 2022/2023, chegando a R\$ 53,6 bilhões (Gráfico 92).

Gráfico 92 – Recursos destinados ao Pronaf – R\$ bilhões (safras 2000/01 a 2022/23)



Obs.: Fonte: MAPA/Plano Safra¹⁶⁵.

Valores corrigidos pelo IGP-M para julho/2022.

Os recursos do Pronaf são maiores que os destinados ao médio produtor rural (Pronamp), mas ainda reduzidos quando comparados aos valores alocados em outras modalidades do Plano Safra, que incluem a agricultura empresarial. A Tabela 33 traz os valores de recursos programados para o Pronaf no Plano 2022/2023, os quais representam 15,7% dos valores totais para o crédito rural previstos no Plano.

Tabela 33 – Distribuição dos recursos de crédito rural no Plano Safra 2022/2023

Finalidade	Recursos (R\$ bilhão)	Proporção (%) Plano Safra	Taxa de juros a.a
Pronaf	53,61	15,7%	5,0 e 6,0
Pronamp*	43,75	12,9%	8,0
Demais produtos e cooperativas	243,52	71,4%	12,0
Total Plano Safra	340,88	100%	-

* Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural (Pronamp).

Fonte: MAPA (2022)¹⁶⁶ Elaboração da autora.

¹⁶⁵ Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/plano-agricola-pecuario>. Acesso em 26/07/2022.

¹⁶⁶ Disponível em: [Pequenos e Médios — Português \(Brasil\) \(www.gov.br\)](https://www.gov.br/pequenos-e-medios). Acesso em 26/07/2022.

Ao longo dos anos, várias mudanças ocorreram dentro do Pronaf, com a inserção de novas modalidades de crédito e a extinção de alguns subprogramas. Em resposta a críticas feitas ao Programa – de que o mesmo estaria reproduzindo, entre os agricultores familiares, o modo de produção convencional, baseado na monocultura e no uso intensivo de agrotóxicos e fertilizantes químicos, com impacto ambiental elevado – foram criadas algumas linhas especiais de crédito, visando promover práticas ambientalmente mais sustentáveis, entre as quais a produção orgânica e de base agroecológica: o Pronaf Floresta, o Pronaf Semiárido, o Pronaf Agroecologia e o Pronaf Eco, conhecidas como Linhas de Crédito Verdes ou Pronaf Verde (SAMBUICHI *et al*, 2012; ALTAFIN, 2003; WEID, 2006).

As Linhas Verdes do Pronaf, que iniciaram sua operação em anos distintos, a partir de 2003, foram criadas com o objetivo de facilitar a obtenção do crédito para sistemas sustentáveis. Contudo, o financiamento também ocorre pelas linhas tradicionais e ainda não está disponível uma estimativa sobre o crédito total, incluindo as linhas tradicionais do Pronaf, direcionado para os sistemas agroecológicos e orgânicos de produção (IPEA, 2019c).

A partir do Plano Safra 2021/2022, algumas linhas foram descontinuadas e em 2021 foi introduzida a linha Pronaf Bioeconomia, cujos objetivos são detalhados no Quadro 24. O Pronaf Bioeconomia incluiu finalidades bastante amplas, de modo a abranger as atividades previstas no Plano Nacional de Bioinsumos (como a implantação de unidades de produção de bioinsumos e biofertilizantes) e no novo Plano ABC+ (como tratamento de dejetos e sistemas agroflorestais). A nova modalidade também engloba atividades antes financiadas pelas linhas Pronaf Floresta, Semiárido e Eco, tais como: exploração extrativista sustentável, recuperação de RL e APP, silvicultura e tecnologias de energia renovável. Além disso, a linha introduziu o apoio ao turismo rural sustentável (Quadro 24).

Quadro 24– Finalidades do Pronaf Bioeconomia

Implantar, utilizar ou recuperar:

- Pequenos aproveitamentos hidroenergéticos e tecnologias de energia renovável, como o uso da energia solar, da biomassa, eólica, miniusinas de biocombustíveis e a substituição de tecnologia de combustível fóssil por renovável nos equipamentos e máquinas agrícolas;
- Sistemas produtivos de exploração extrativista e de produtos da sociobiodiversidade ecologicamente sustentável;
- Tecnologias ambientais, como estação de tratamentos de água, de dejetos e efluentes, compostagem e reciclagem;
- Projetos de adequação ambiental, como implantação, conservação e expansão de sistemas de tratamento de efluentes, e de compostagem, desde que definida no projeto técnico a viabilidade econômica das atividades desenvolvidas na propriedade para pagamento do crédito;
- Projetos de adequação ou regularização das unidades familiares de produção à legislação ambiental, inclusive recuperação da reserva legal, áreas de preservação permanente, recuperação de áreas

degradadas e implantação e melhoramento de planos de manejo florestal sustentável, desde que definida no projeto técnico a viabilidade econômica das atividades desenvolvidas na propriedade para pagamento do crédito;

- Projetos de implantação de viveiros de mudas de essências florestais e frutíferas fiscalizadas ou certificadas;
- Silvicultura, entendida como implantação ou manutenção de povoamentos florestais geradores de diferentes produtos, madeireiros e não madeireiros;
- Sistemas agroflorestais;
- Projetos de turismo rural que agreguem valor a produtos e serviços da sociobiodiversidade por meio de infraestrutura e equipamentos para hospedagem, eventos, processamento, acondicionamento e armazenamento de produtos que valorizem a gastronomia local;
- Projetos de construção ou ampliação de unidades de produção de bioinsumos e biofertilizantes na propriedade rural, para uso próprio.

Fonte: BCB (2022)

O Quadro 25 apresenta as linhas do Pronaf voltadas à produção sustentável.

Quadro 25 – Linhas de crédito do Pronaf voltadas à produção sustentável

Linha de crédito	Início de operação	Finalidade
Pronaf Agroecologia	2005/2006	Financiamento dos sistemas de base agroecológica ou orgânicos, incluindo-se os custos relativos à implantação e manutenção do empreendimento;
Pronaf Floresta	2003/2004	Financiamento, conforme projeto técnico, de: (i) sistemas agroflorestais; (ii) exploração extrativista ecologicamente sustentável, plano de manejo e manejo florestal; (iii) recomposição e manutenção de APP e RL e recuperação de áreas degradadas; (iv) enriquecimento de áreas que já apresentam cobertura florestal diversificada, com o plantio de espécies florestais nativa do bioma.
Pronaf Semiárido	2003/2004	Investimentos em projetos de convivência com o Semiárido, focados na sustentabilidade dos agroecossistemas e destinados à implantação, ampliação, recuperação ou modernização da infraestrutura produtiva, inclusive aquelas relacionadas com projetos de produção e serviços agropecuários e não agropecuários.
Pronaf Eco	2007/2008	Financiar pequenos aproveitamentos hidroenergéticos; tecnologias de energia renovável e a substituição de tecnologia de combustível fóssil por renovável nos equipamentos e máquinas agrícolas; tecnologias ambientais; projetos de adequação ambiental; adequação ou regularização das unidades familiares de produção à legislação ambiental; implantação de viveiros de mudas de essências florestais e frutíferas fiscalizadas ou certificadas; e silvicultura.
Pronaf Bioeconomia	2021/2022	Investimento em sistemas de exploração extrativistas, de produtos da sociobiodiversidade, energia renovável e sustentabilidade ambiental.

Fonte: BCB (2022); Ipea (2019)

Obs.: No Plano Safra 2022/2023 buscou-se alinhar o Plano ABC+ e as linhas verdes do Pronaf, que foram renomeadas:

- Pronaf Floresta passa a ser denominado Pronaf ABC+ Floresta;
- Pronaf Semiárido passa a ser denominado Pronaf ABC+ Semiárido;
- Pronaf Agroecologia passa a ser denominado Pronaf ABC+ Agroecologia;
- Pronaf Bioeconomia passa a ser denominado Pronaf ABC+ Bioeconomia e expande as linhas de investimento para práticas conservacionistas.

As linhas de crédito do Pronaf voltadas à produção sustentável tiveram um baixo desempenho em seus anos iniciais. Uma das possíveis explicações para a reduzida demanda ao financiamento agroambiental estava na falta de conhecimento das linhas existentes, aliada à

falta de interesse ou sensibilidade dos produtores rurais pela temática ambiental, além de dificuldade na elaboração de projetos e em sua análise por parte dos agentes financeiros. A fim de superar estas dificuldades, foram feitos ajustes nessas linhas, com maior apoio técnico à realização dos projetos, redução da taxa de juros e maior acesso à ATER, entre outras medidas que contribuiriam para melhorar progressivamente o desempenho do Pronaf no crédito voltado à produção sustentável ao longo dos anos (IPEA, 2019; CARDOSO, 2011).

O valor total aplicado em linhas de produção sustentável ao longo do período de 2013 a 2022 (este último ano com dados parciais, até abril), de cerca de R\$ 2,3 bilhões, corresponde a cerca de 1% do crédito total concedido pelo Pronaf no período (R\$ 233 bilhões), em todas as suas modalidades. Observa-se que a linha de produção sustentável que mais recebeu recursos no período foi a do Pronaf Semiárido (40,9%), seguida do Pronaf Eco (34,5%) e Pronaf Floresta (14%). A linha de Bioeconomia, mais recente, recebeu 8,7% dos recursos, enquanto a de Agroecologia recebeu apenas 1,7% (Tabela 34).

Tabela 34 – Linhas de produção sustentável no Pronaf: número de contratos e crédito contratado (2013 a 2022)

Linha de crédito (subprograma)	Número de contratos	Crédito concedido (R\$)	Proporção do valor (%)
Agroecologia	1.936	39.610.919,45	1,7%
Semiárido	173.306	936.499.958,79	40,93%
Floresta	16.835	320.764.664,73	14,03%
Eco	14.129	789.688.641,98	34,52%
Bioeconomia	3.121	201.004.570,05	8,78%
Total	209.327	2.287.568.755,00	100%

Obs.1: O crédito concedido refere-se ao montante de recursos liberados ao beneficiário. Obs.2: O período é o que estava disponível na data consultada, sendo 2022 com dados parciais.

Fonte: Matriz de Dados do Crédito Rural/BCB¹⁶⁷. Elaboração da autora.

Considerando-se apenas o período 2021/2022, havia, até 22/08/2022, 43.076 contratos vigentes nas linhas de produção sustentável do Pronaf, as quais, como mencionado, foram renomeadas no Plano Safra 2022/2023 para serem integradas com o Programa ABC+ e passaram a se chamar: Pronaf ABC+ Agroecologia, Pronaf ABC+ Semiárido, Pronaf ABC+ Floresta, Pronaf Eco e Pronaf ABC+ Bioeconomia/Silvicultura. A linha com maior número de contratos é o ABC+ Semiárido, com mais de 50% das linhas vigentes. O valor total contratado nessas linhas foi de R\$ 864,4 milhões, o que corresponde a 1,40% do total de crédito contratado em todas as linhas do Pronaf (R\$ 60,8 bilhões) no período (Tabela 35).

¹⁶⁷ Disponível em: [Matriz de Dados do Crédito Rural - Crédito Concedido \(bcb.gov.br\)](https://www.bcb.gov.br/indicadores/matriz-dados-credito-rural). Acesso em 14/04/2022.

Tabela 35 – Linhas de produção sustentável no Pronaf e ABC+: número de contratos e crédito contratado (2021/2022)

Linha de crédito (subprograma)	Número de Contratos vigentes	Crédito concedido (R\$)
Pronaf ABC+ Agroecologia	90	3.991.396
Pronaf ABC+ Semiárido	28.202	194.737.645
Pronaf ABC+ Floresta	6.511	133.944.988
Pronaf Eco (energia renovável e sustentabilidade ambiental)	4.329	278.245.765
Pronaf ABC+ Bioeconomia/silvicultura	3.944	253.566.073
Total Pronaf Sustentável	43.076	864.485.867
Total Pronaf Geral	2.169.708	60.790.280.421

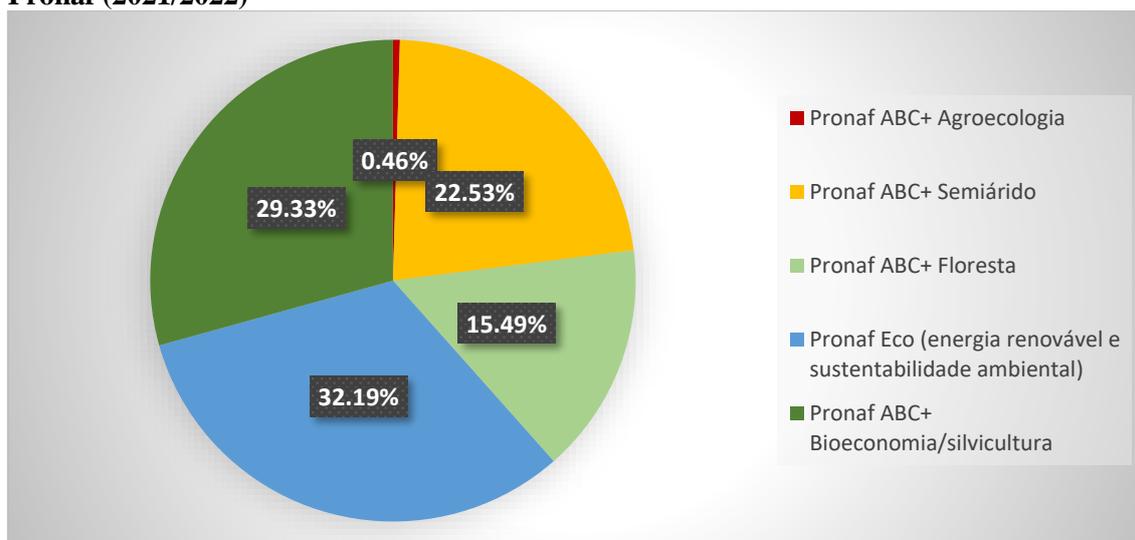
Obs.1: O crédito concedido refere-se ao montante de recursos liberados ao beneficiário.

Obs.2: Período de extração dos dados – janeiro/2021 a 22/08/2022.

Fonte: Matriz de Dados do Crédito Rural/BCB¹⁶⁸. Elaboração da autora.

Na distribuição de recursos entre as linhas de produção sustentável do Pronaf, observa-se que a linha com maior volume de recursos no período 2021/2022 foi o Pronaf Eco (32,19%), seguido do Pronaf ABC+ Bioeconomia/Silvicultura (29,33%), Pronaf ABC+ Semiárido (22,53%) e Pronaf ABC+ Floresta (15,49%). O Pronaf ABC+ Agroecologia recebeu apenas 0,46% dos recursos contratados (Gráfico 93).

Gráfico 93 – Distribuição do crédito contratado entre as linhas de produção sustentável do Pronaf (2021/2022)



Obs.: Período de extração dos dados – janeiro/2021 a 22/08/2022.

Fonte: Matriz de Dados do Crédito Rural. BCB (2022)¹⁶⁹. Elaboração da autora.

¹⁶⁸ Disponível em: [Matriz de Dados do Crédito Rural - Crédito Concedido \(bcb.gov.br\)](https://www.bcb.gov.br/indicadores/credito-concedido). Acesso em 22/08/2022.

¹⁶⁹ Disponível em: [Matriz de Dados do Crédito Rural - Crédito Concedido \(bcb.gov.br\)](https://www.bcb.gov.br/indicadores/credito-concedido). Acesso em 22/08/2022.

Apesar do volume significativo de recursos destinados ao Pronaf Sustentável e ao Programa ABC+, a título de exemplo, quando se considera o total de crédito rural contratado no período 2021-2022 (janeiro de 2021 até 22/08/2022) no Brasil (R\$ 465,1 bilhões), observa-se que a quantia ligada à sustentabilidade, somando-se os valores das linhas sustentáveis do Pronaf e do Programa ABC+, representava cerca de R\$ 4,5 bilhões, ou seja, apenas 0,97% do total do crédito agrícola concedido no período.

Impacto do crédito rural na sustentabilidade ambiental

Estudos demonstram que o crédito rural no Brasil pode ser um instrumento para reconciliar os objetivos de produção e conservação, direcionando os recursos públicos para impulsionar uma agricultura mais sustentável, bem como para a implementação do Código Florestal (ASSUNÇÃO e SOUZA, 2020).

Assunção, Fernandes e Mikio (2020) realizaram pesquisa sobre o impacto do crédito rural na agropecuária e no meio ambiente, a partir de dados em painel dos municípios brasileiros para o período 2002 a 2018. A análise mostrou que os empréstimos no período levaram a melhorias em uma série de indicadores agropecuários, como o PIB agropecuário e a produtividade agrícola. Além disso, a oferta de crédito também estaria gerando benefícios ambientais, ao levar ao deslocamento do uso da terra de alternativas menos produtivas para outras com melhor aproveitamento (pastos para cultivos agrícolas), com o efeito de reduzir o desmatamento nas propriedades rurais e aumentar as áreas florestais.

Nesse sentido, Assunção e Souza (2020) apontam uma diferença significativa entre o crédito associado a grandes produtores (Recursos Obrigatórios e Poupança Rural) e o destinado a pequenos produtores, via Pronaf. O crédito ao primeiro grupo geraria o aumento de produção, mas também estaria relacionado à expansão de terras de cultivo agrícola, levando ao desmatamento. Já o crédito via Pronaf, demonstrou levar a maior ganho em área de floresta. Isso indicaria que os grandes produtores já estão no ponto ótimo de produção no que se refere à eficiência no uso da terra e que mais crédito levaria à incorporação de novas terras à produção, na medida em que não poderiam obter novos ganhos em produtividade. O oposto ocorre com os pequenos produtores, que têm margem para aumentar a produtividade com aporte tecnológico e outros benefícios proporcionados pelo crédito agrícola, diminuindo a necessidade de incorporação de novas terras para aumentar a produção.

Outro benefício ambiental induzido pelo crédito rural foi o critério adotado no Plano Safra 2020/21, de aumento de até 10% no limite de crédito de custeio para produtores que

submetessem um CAR validado, o qual é o primeiro passo para a conformidade com o Código Florestal¹⁷⁰. Além disso, foi permitido o financiamento para a aquisição de Cotas de Reserva Ambiental (CRA) (SOUZA *et al.*, 2020).

Levantamento feito pelo MAPA (2021) buscou analisar os recursos contratados nas safras 2018/19, 2019/20 e 2020/21 do Plano Safra visando identificar o montante destinado às linhas de crédito que apoiaram a produção sustentável. Entre as práticas consideradas, estavam: a recuperação e conservação dos solos, a melhoria da qualidade e sanidade da produção agropecuária, o tratamento de dejetos e resíduos da agricultura, o reflorestamento, a recomposição de áreas de vegetação nativa, a geração de energia limpa, o aumento da produtividade, a redução da emissão de GEE, prevenção e recuperação de perdas na produção agropecuária e a racionalização do uso dos recursos naturais e de insumos.

A metodologia considerou os recursos aplicados nas linhas de crédito do Programa ABC¹⁷¹ e em linhas sustentáveis do Pronaf (subprogramas Floresta, Agroecologia e Bioeconomia). Além disso, buscou identificar em outros programas o apoio a práticas sustentáveis, como o Proirriga (apoio a tecnologias sustentáveis de irrigação), Programa de Modernização da Agricultura e Conservação dos Recursos Naturais - Moderagro (subprograma Recuperação de Solos), Programa de Modernização da Frota de Tratores Agrícolas e Implementos Associados e Colheitadeiras – Moderfrota (apoio a tecnologias sustentáveis, como plantio direto; menor emissão de GEE com máquinas mais modernas), Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica na Produção Agropecuária – Inovagro (geração e distribuição de energia alternativa e renovável, pecuária e agricultura de precisão e outras tecnologias), Programa para Construção e Ampliação de Armazéns – PCA (menor emissão de GEE devido ao armazenamento da produção), Pronaf (subprograma Semiárido) e Fundo de Defesa da Economia Cafeeira - Funcafé (subprograma Recuperação de Cafezais Danificados). Além disso, o levantamento buscou identificar outras contratações que apoiam empreendimentos ambientalmente sustentáveis (tais como tratamento de dejetos, plantio direto, recuperação de pastagens e reflorestamento), as quais constam em outras linhas de financiamento do Plano Safra nos anos pesquisados.

¹⁷⁰ Segundo o boletim mais recente disponível sobre a implantação do CAR, até 01/08/2022 havia 6,7 milhões de imóveis rurais cadastrados no CAR, ocupando uma área de 624,8 milhões de ha (SFB, 2022). Este número superaria os 5 milhões de estabelecimentos rurais levantados no Censo Agropecuário de 2017. Portanto, apenas a partir do novo Censo, com a atualização do número de estabelecimentos agrícolas, será possível identificar o percentual de imóveis já registrados no CAR.

¹⁷¹ Como visto, o Programa ABC é uma linha de crédito dedicada especificamente a financiar práticas agrícolas de alta produtividade e baixa emissão de gases do efeito estufa.

A Tabela 36 traz os valores levantados no período dos Planos Safra 2018/19, 2019/20 e 2020/21, os quais totalizam cerca de R\$ 230 bilhões em recursos do crédito rural para sistemas ambientalmente sustentáveis. Considerando-se que o total disponibilizado para o crédito rural no mesmo período foi de R\$ 653,34 bilhões, o crédito para contratações ambientalmente sustentáveis representaria cerca de 35% do crédito rural.

Tabela 36 - Contratações ambientalmente sustentáveis (R\$ milhão) no Plano Safra

Categorias	2018/19	2019/20	2020/21	Total
1) Linhas de Apoio à Agricultura de Baixa Emissão de Carbono	1.805,87	2.282,51	2.471,29	6.559,67
2) Linhas de Apoio a Práticas Sustentáveis	11.343,09	9.292,57	10.561,41	31.197,07
3) Outras contratações ambientalmente sustentáveis	49.673,32	56.576,28	86.015,48	192.265,08
Total contratações sustentáveis	62.822,28	68.151,28	99.048,19	230.021,75

Obs.: Nos grupos 1 e 2 foram realizados apenas gastos em investimento e no grupo 3 em investimento e custeio. Com dados extraídos do Sicor em 14/10/2021.

Fonte: Adaptado de MAPA (2021).

Ainda que a metodologia do estudo possa ser refinada e considere alguns gastos que geram apenas efeitos indiretos na produção sustentável, a análise indica que outras linhas de financiamento do Plano Safra podem ter um montante significativo de gastos em apoio a produção sustentável, os quais superariam as linhas mais diretamente relacionadas a este tipo de produção – como o Programa ABC e as linhas verdes do Pronaf.

Dificuldades de acesso ao crédito rural para a produção sustentável

Mesmo com os impactos positivos que o crédito rural tem proporcionado, os produtores ainda enfrentam obstáculos para acessar o crédito, já que o sistema é considerado desatualizado e complexo. Barreiras de gestão, culturais e financeiras dificultam a adoção do crédito, sobretudo das linhas mais novas, relacionadas às práticas agrícolas sustentáveis.

Tais desafios são maiores para pequenos e médios agricultores familiares no bioma Amazônia, visto que os serviços públicos de assistência técnica e infraestrutura são deficientes nessas áreas. Os produtores da região são geralmente de sistemas convencionais com baixa produtividade, baixa renda e muitas vezes sem titulação da área, com maior dificuldade de obter empréstimos. Além disso, na Amazônia são aplicadas legislações ambientais mais restritivas a

serem cumpridas (Código Florestal), bem como normas adicionais do BC para acesso ao crédito, como a citada Resolução BCB nº 3.545/2008 (LOPES, LOWERY e PEROBA, 2016).

De acordo com Lopes, Lowery e Peroba (2015); IPAM e CGP (2017) e Souza *et al.* (2020), as principais dificuldades enfrentadas pelos produtores no acesso ao crédito rural, particularmente para práticas sustentáveis, podem ser sintetizadas nos seguintes pontos:

- Dificuldade de acesso à assistência técnica para preparar toda a documentação necessária exigida pelos bancos para solicitar o crédito e para a produção de projetos. Os produtores não estão familiarizados com práticas de agricultura sustentável e os técnicos de bancos estão despreparados para auxiliar;
- Alto investimento inicial em tecnologias agrícolas inovadoras, mais intensivas em capital quando comparadas com as práticas mais comuns;
- Exigência de cumprimento prévio da legislação ambiental, que pode ser de difícil entendimento devido à sua complexidade (como visto na questão do Código Florestal) e custos associados para alcançar a conformidade ambiental;
- Cumprimento das exigências fundiárias, já que os bancos geralmente pedem o título da terra como garantia do empréstimo;
- Falta de conhecimento sobre as linhas de crédito disponíveis – a grande variedade de fontes de recursos e programas dificulta a tomada de decisão por parte do produtor agrícola;
- Créditos relacionados à sustentabilidade podem ser menos atrativos que os créditos tradicionais (menos burocráticos);
- Os canais de distribuição do crédito – bancos acreditados e suas agências – são fortemente concentrados nas regiões mais desenvolvidas, o que limita o acesso em algumas áreas. e
- Dificuldade de recebimento de crédito a tempo para a produção.

Por fim, um sistema de crédito rural mais efetivo para promover a agropecuária sustentável passa pela disseminação de estudos que demonstrem a rentabilidade das práticas sustentáveis em comparação às tradicionais e pela oferta de assistência técnica apropriada (gratuita ou subsidiada) para a agropecuária sustentável. Por outro lado, sem acesso a crédito subsidiado os produtores não têm o incentivo financeiro necessário para superar os altos custos iniciais de aprendizagem e aquisição de novas tecnologias para a transição para agricultura sustentável – em tal cenário, provavelmente continuariam utilizando sistemas de produção convencional (LOPES, LOWERY e PEROBA, 2016).

8.2 Títulos verdes

O mercado dos chamados títulos verdes (*green bonds*) vem se colocando como uma alternativa para aumentar a participação dos investimentos privados no financiamento da produção agrícola sustentável. Os títulos verdes são títulos públicos emitidos com selo ASG, sigla para boas práticas ambientais, sociais e de governança (ou ESG, sigla em inglês para Environmental, Social and Governance). O conceito foi difundido a partir do relatório “Who cares wins”, organizado pela ONU, com o objetivo de desenvolver diretrizes e recomendações sobre como melhor integrar tais práticas na gestão de ativos nas instituições financeiras (GLOBAL COMPACT, 2004).

O investidor interessado em títulos com o padrão ASG busca ativos de empresas ou organizações que adotem padrões que demonstrem comprometimento com a redução dos impactos ambientais negativos de suas atividades, bem como com aspectos sociais (por exemplo, condições dignas de trabalho) e de governança (como prevenção a fraudes). Desta forma, a procura por produtos ASG incentiva as empresas a adotarem critérios de sustentabilidade para acessar esse mercado. Dentre os fatores ambientais que podem ser considerados, estão, por exemplo: a emissão de GEE, a economia de recursos naturais no processo de produção e a destinação adequada de resíduos por parte do empreendimento (CALDERAN *et al.*, 2021).

No caso da agropecuária, os principais instrumentos de financiamento disponíveis no país, introduzidos pela Lei 11.076/2004, são Cédula do Produtor Rural (CPR), o Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio (CDCA), o Certificado de Depósito Agropecuário (CDA), Letra de Crédito do Agronegócio (LCA) ou o Certificado de Recebíveis do Agronegócio (CRA). Dentre esses, os mais utilizados são o CRA e a LCA. Os produtores negociam esses certificados com agentes privados para conseguir fundos para financiar sua produção. Tais instrumentos podem receber um “rótulo verde”, permitindo que sejam direcionados à produção sustentável, como nos casos do CRA e da CPR verdes, descritos mais adiante.

Nesse sentido, estudo elaborado pela *Climate Bonds Initiative* (CBI)¹⁷², com apoio do MAPA, identificou o Brasil como um dos mercados com maior potencial de crescimento de

¹⁷² A CBI é uma instituição sem fins lucrativos que media a aplicação de títulos verdes, sendo a principal autoridade internacional e certificadora global desses títulos.

títulos verdes no setor agrícola, estimado em 163,3 bilhões de dólares em um horizonte até 2030. Dentre as áreas com potencial de investimento, estão: a regularização ambiental das propriedades rurais, a recuperação de pastagens degradadas, o uso de bio defensivos e biofertilizantes, o tratamento de resíduos animais e a integração pecuária-floresta. Apesar desse potencial, o mercado brasileiro de títulos verdes ainda é considerado subdesenvolvido, com cerca de USD 5,9 bilhões emitidos nos mercados nacional e internacional até 2020. O estudo considera que essa situação se deve à falta de clareza sobre as oportunidades existentes bem como sobre os mecanismos regulatórios sobre esses títulos (CBI, 2020).

Certificado de Recebíveis do Agronegócio Verde

O mercado de Certificados de Recebíveis do Agronegócio – CRA com Selo Verde é bastante recente no Brasil e, assim, ainda não é possível dimensionar seu impacto, que dependerá da adesão que terá no mercado nos próximos anos. Em 2021, foram realizadas as três primeiras operações de emissão de CRAs verdes (sendo, também, as primeiras no mundo) certificadas pela Climate Bonds Initiative - CBI¹⁷³. A primeira, para financiamento agrícola para a empresa Rizoma Agro, na qual foram captados R\$ 25 milhões de reais para custeio e investimento em uma área de 1.200 hectares voltada à produção de orgânicos. A segunda emissão foi da Solinftec, empresa de monitoramento agrícola, no valor de R\$ 140 milhões, visando investimentos em agricultura de precisão, alinhados às categorias de eficiência energética e adaptação às mudanças climáticas. A terceira, foi uma operação em grupo (batizada de Verde.Tech), com sete produtores rurais do Centro-Oeste, no valor total de R\$ 63,3 milhões. Os produtores assumiram o compromisso de preservar 24,6 mil há de áreas protegidas, incluindo o entorno de 387 km de rios e 141 nascentes (BARBOSA, 2021).

Cédula de Produto Rural Verde

A Cédula de Produto Rural (CPR) foi instituída por meio da Lei 8.929/1994, alterada pela Lei Nº 13.986/2020¹⁷⁴. Trata-se de um título de crédito com o qual os podem financiar sua produção, podendo ser emitido por pessoa física ou jurídica. O agricultor emite uma CPR considerando a sua produção prevista, a qual é negociada pelo setor privado no mercado de

¹⁷³ Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/financas-verdes/principais-casos>. Consulta em 08/09/2022.

¹⁷⁴ Institui o Fundo Garantidor Solidário (FGS); dispõe sobre o patrimônio rural em afetação, a Cédula Imobiliária Rural (CIR), a escrituração de títulos de crédito e a concessão de subvenção econômica para empresas cerealistas e altera diversas legislações anteriores.

ações, antecipando o crédito ao produtor. Ao final do período previsto, o agricultor quita a CPR com produtos ou em dinheiro.

Além dos produtos obtidos tradicionalmente na atividade rural (derivados da agricultura, pecuária, florestas plantadas, pesca e aquicultura) a Lei Nº 13.986/2020 passou a considerar como produtos rurais aqueles obtidos das atividades relacionadas à conservação ou manejo de florestas nativas no âmbito do programa de concessão de florestas públicas, ou obtidos em outras atividades florestais que vierem a ser definidas pelo Poder Executivo como ambientalmente sustentáveis (Art.1º, § 2º).

A CPR para o grupo de produtos relacionados à conservação florestal vem sendo denominada de “CPR Verde” ou “CPR Ambiental”. Os agricultores podem emitir a CPR Verde para antecipar recursos, como um pagamento pelos serviços ambientais prestados na conservação de recursos naturais, já que o proprietário rural deixa de desmatar novas áreas de vegetação que poderia usar para expandir sua produção agropecuária. Assim, o produtor, ao invés de se comprometer em entregar o resultado da produção agropecuária em pagamento ao financeiro obtido pode dar como garantia a manutenção de determinada área florestal a ser mantida conservada. A CPR Verde poderá ser emitida também para as áreas de preservação obrigatórias da propriedade rural, como as APPs ou reservas legais. Além do produtor rural, associações e cooperativas rurais, o instrumento também poderá ser emitido pelo concessionário de florestas nativas ou plantadas (BRASIL, 2021).

De acordo com o Decreto Nº 10.828/2021, que regulamenta a emissão de CPR relacionada às atividades de conservação e recuperação de florestas nativas e de seus biomas, a CPR Verde pode ser emitida para lastrear os produtos rurais obtidos por meio das atividades que resultem em:

- redução de emissões de gases de efeito estufa;
- manutenção ou aumento do estoque de carbono florestal;
- redução do desmatamento e da degradação de vegetação nativa;
- conservação da biodiversidade;
- conservação dos recursos hídricos;
- conservação do solo; ou
- outros benefícios ecossistêmicos.

O Decreto Nº 10.828/2021 não define a metodologia ou os critérios para mensuração dos serviços ambientais, indicando apenas que a CPR Ambiental “será acompanhada de certificação por terceira parte para indicação e especificação dos produtos rurais que a lastreiam” (Art. 3º).

O mercado desses títulos, sendo bastante recente, está apenas em seu início. A primeira operação na nova modalidade foi realizada pelo Banco do Brasil em abril de 2022, denominada “CPR Preservação”, com produtor proprietário da Fazenda Alpes, em Santa Lúcia (SP), com um título de R\$ 1,917 milhão, correspondendo a uma área de preservação ambiental de 1.099 hectares (RCIA, 2022). A emissão da CPR contou com certificação externa de terceira parte da *Global Certification System*, a partir de Relatório de Auditoria de Sustentabilidade emitido pela consultora CS Ambiental. Os valores financiáveis pelo banco são estabelecidos por bioma de localização do estabelecimento rural (BRASIL, 2022).

8.3 Pagamento por Serviços Ambientais – PSA

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é um instrumento econômico de proteção ambiental que envolve o pagamento direto entre beneficiários de serviços ecossistêmicos e seus provedores. Na prática, o instrumento combina mecanismos de mercado com regulamentação governamental e subsídios aos agricultores (Eloy *et al.*, 2013). O PSA caracteriza-se por ser uma transação voluntária, na qual o serviço ecossistêmico é compensado se o seu provedor for capaz de garantir a provisão do serviço em questão (ANDRADE; FASIABEN, 2009; WUNDER, 2005). O instrumento baseia-se no princípio do provedor-recebedor: quem presta um serviço ecossistêmico que gera benefícios externos (à coletividade ou a um grupo de usuários), tem o direito de ser compensado pelo custo de oportunidade de não usar a área para outra finalidade (PASQUALETTO e OLIVEIRA JÚNIOR, 2020).

Para que sejam eficientes, os esquemas de PSA devem atender a duas condições: os pagamentos devem cobrir ao menos o custo de oportunidade do uso da terra a ser compensado e o montante a ser pago deve ser inferior ao valor econômico da externalidade ambiental – pois, se for maior, o usuário prefere sofrer a externalidade (KOSOY *et al.*, 2006).

Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA)

A Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA) foi instituída pela Lei Nº 14.119/2021, visando, entre outros objetivos, recuperar ou melhorar os serviços ecossistêmicos no País, tendo por base os princípios do provedor-recebedor e do usuário-pagador. A Lei também criou o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (PFPSA).

Antes mesmo da criação da PNPSA, a possibilidade de fazer pagamentos por serviços ambientais já estava prevista em algumas legislações ambientais e na CF/1988, conforme o Quadro 26. A criação da PNPSA (Nº 14.119/2021) vem, portanto, dar maior segurança jurídica a diversos arranjos de PSA existentes ou a serem criados, permitindo que sejam captados recursos de diferentes fontes.

Quadro 26 - Previsão de PSA em legislações anteriores à PNPSA

- O novo Código Florestal (Lei 12.651/2012) prevê o “pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais” (Art. 41, I). A Lei destaca o papel da agricultura familiar, ao estabelecer que o pagamento ou incentivo a serviços ambientais será prioritariamente destinado a esse setor.
- A Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH (Lei 9.433/97) prevê a cobrança pelo uso da água e a possibilidade de destinação desses recursos para a manutenção ou melhoria da qualidade ambiental da bacia hidrográfica, conforme decisão do respectivo Comitê de Bacia.
- A CF/1988 estabelece a arrecadação de *royalties* e compensações financeiras, que devem ser repassadas pelas usinas hidroelétricas aos municípios e estados de acordo com a área de alagamento. O recurso visa amenizar o impacto econômico causado pelas áreas alagadas. Tais repasses podem ser utilizados, por exemplo, para a manutenção da floresta nas propriedades rurais a montante do reservatório, de acordo com decisão dos municípios beneficiários (Veiga Neto *et al.*, 2010).
- A Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Lei 9.985/2000) prevê a contribuição financeira a ser paga por usuários de recursos hídricos, empresas de abastecimento urbano e de energia elétrica, que se beneficiam da proteção proporcionada por Unidades de Conservação (UCs). Além disso, prevê a isenção fiscal para Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN).

De acordo com a Lei Nº 14.119/2021, serviços ambientais são “atividades individuais ou coletivas que favorecem a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos” (Art. 2º, III). Já serviços ecossistêmicos são definidos como “benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais” (Art. 2º, II) podendo ocorrer nas modalidades de: serviços de provisão (tais como água alimentos, madeira), serviços de suporte (como ciclagem de nutrientes, polinização, controle de pragas) ou serviços de regulação (tais como sequestro de carbono, purificação do ar ou controle de erosão) e ainda serviços culturais (entre as quais, recreação, turismo e desenvolvimento intelectual).

O pagamento por serviços ambientais corresponde a “transação de natureza voluntária, mediante a qual um pagador de serviços ambientais transfere a um provedor desses serviços recursos financeiros ou outra forma de remuneração, nas condições acertadas, respeitadas as disposições legais e regulamentares pertinentes” (Lei Nº 14.119/2021, Art. 2º, IV).

A PNPSA deve ser gerida pelo MMA, como órgão central do Sisnama, e prioriza os serviços providos por comunidades tradicionais, povos indígenas, agricultores familiares e empreendedores familiares rurais, definidos nos termos da Política Nacional da Agricultura

Familiar (Lei nº 11.326/2006). Nos imóveis privados (ressalvados terras indígenas, territórios quilombolas e outras áreas legitimamente ocupadas por populações tradicionais), deve ser comprovada a regularidade do imóvel por meio de inscrição no Cadastro Ambiental Rural (CAR).

O pagamento dos serviços ambientais pode ser feito por diversas modalidades, tais como: pagamento direto, prestação de melhorias sociais a comunidades rurais e urbanas, compensação vinculada a certificação de redução de emissões, títulos verdes, comodato e Cota de Reserva Ambiental – CRA (instituída pela Lei nº 12.651/2012). Os recursos podem ser captados de pessoas físicas ou jurídicas de direito privado, bem como de agências multilaterais e bilaterais de cooperação internacional, preferencialmente sob a forma de doações ou sem ônus para o Tesouro Nacional.

Pagamento por serviços ambientais nas áreas agrícolas

Considerando-se que a manutenção de áreas naturais (ativos ambientais) nos estabelecimentos agrícolas gera despesas de manutenção e proteção, além do custo de oportunidade da terra (computado como perda de área produtiva pelos proprietários), o PSA é visto como uma estratégia interessante para incentivar a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola, podendo contribuir para a agregação de renda para o agricultor (EMBRAPA, 2018).

Com a PNPSA (Lei Nº 14.119/2021), o agricultor que realiza atividades para cuidar de RL, APP e outras áreas de vegetação nativa em sua propriedade poderá ser remunerado. A PNPSA busca promover diversas ações que dizem respeito de forma direta ou indireta às áreas agrícolas, tais como (Art. 7º):

- conservação e recuperação da vegetação nativa, da vida silvestre e do ambiente natural em áreas rurais;
- conservação e melhoria da quantidade e da qualidade da água;
- recuperação e recomposição da cobertura vegetal nativa de áreas degradadas, por meio do plantio de espécies nativas ou por sistema agroflorestal;
- manejo sustentável de sistemas agrícolas, agroflorestais e agrossilvopastoris que contribuam para captura e retenção de carbono e conservação do solo, da água e da biodiversidade;
- manutenção das áreas cobertas por vegetação nativa que seriam passíveis de autorização de supressão para uso alternativo do solo.

Deve ser realizado um contrato para o pagamento por serviços ambientais, no qual constarão os direitos e obrigações, tanto do provedor quanto do pagador, e as condições de acesso do poder público à área objeto do contrato. Nas propriedades rurais, o contrato pode ser vinculado ao imóvel por meio da instituição de servidão ambiental.

A maior parte dos esquemas de PSA trabalha com três grupos de serviços ambientais: proteção hídrica, sequestro de carbono e conservação da biodiversidade (LANDELL-MILLS; PORRAS, 2002).

Experiências de PSA no Brasil em áreas rurais

Dentre as experiências de PSA em desenvolvimento em áreas rurais no País, destacam-se:

- 1) O Programa Produtor de Água (PPA) da Agência Nacional de Águas (ANA), que atua em diversos biomas brasileiros, cujo foco são os serviços ecossistêmicos hídricos. O PPA é um programa de controle da poluição difusa rural, voltado para bacias hidrográficas de importância estratégica para o país. É de adesão voluntária para produtores rurais que se proponham a adotar práticas e manejos conservacionistas em suas terras para preservação de solo e água. O Programa considera que as áreas naturais das propriedades rurais prestam serviços ambientais para a sociedade (como infiltração da água no solo e filtragem de sedimentos) e, portanto, devem gerar remuneração por isso. Os recursos financeiros para o pagamento provêm de diversas fontes, como os comitês de bacias hidrográficas (CARNEIRO e SOUSA, 2020; SANTOS *et al.*, 2010).
- 2) No que se refere à biodiversidade, destaca-se o retorno aos proprietários de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) de parte dos recursos do ICMS-Ecológico que suas propriedades geram aos municípios onde estão localizadas (VEIGA NETO *et al.*, 2010).
- 3) O mercado das Cotas de Reserva Ambiental (CRA) – título nominativo representativo de área com vegetação nativa, existente ou em processo de recuperação – previsto no novo Código Florestal (Lei 12.651/2012). A CRA permite ao proprietário de imóvel rural com Reserva Legal conservada em área superior (excedente) aos percentuais exigidos na Lei negociar a área excedente a outro proprietário que necessite de área adicional para cumprir sua exigência de Reserva Legal.

- 4) O Projeto Floresta+, voltado ao PSA para conservação e restauração da vegetação nativa. O Projeto conta com recursos de R\$ 500 milhões e será implementado até 2026 com recursos do Fundo Verde para o Clima (GCF) e coordenado pelo MMA, com apoio do PNUD. O início será com o projeto-piloto Floresta+ Amazônia, que busca apoiar, por meio da estratégia de PSA, pequenos produtores de imóveis rurais, além de povos indígenas e comunidades tradicionais que protegem ou recuperam a floresta na Amazônia Legal, contribuindo para a redução de emissões de gases de efeito estufa (MMA, 2021). Além disso, na modalidade inovação, o projeto apoiará empresas, ONGs, cooperativas, associações e instituições de pesquisa em projetos de PSA voltados para a proteção da floresta. A modalidade inovação não envolve recursos públicos, mas promove a articulação de quem preserva com empresas que querem pagar pelo serviço ou crédito de carbono. Outra modalidade a ser implementada é o Floresta+ Agro, que busca estimular a remuneração ou a produtores rurais que protegem APPs e reservas legais (Brasil, 2022). O primeiro edital de projetos está em elaboração (MMA, 2022).

8.4 Papel do ITR na produção sustentável

O Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural – ITR foi criado ainda na Constituição de 1891, com o objetivo de desestimular a manutenção de latifúndios improdutivos. A CF/1988 ratificou a cobrança deste imposto federal em seu art. 153. Após diversas alterações, o ITR é atualmente regido pela Lei 9.393/1996, regulamentada pelo Decreto 4.382/2002.

A natureza do tributo é autodeclaratória. No entanto, a ausência de fiscalização efetiva e de um sistema cadastral consistente têm levado à prática da sonegação e a uma ainda baixa arrecadação do ITR, mesmo com os esforços para descentralizar sua arrecadação e fiscalização¹⁷⁵ (ARAÚJO *et al.*, 2014; LENTI E SILVA, 2016). Assim, o ITR não tem logrado êxito em atingir suas finalidades como instrumento de indução ao aumento da produtividade e de desestímulo à especulação com terras. A ineficiência do ITR impacta especialmente a Amazônia, levando à manutenção de propriedades improdutivas e ao desmatamento.

¹⁷⁵ Entre outras regulamentações que regem o tema, destaca-se a Lei nº 11.250/2005, que regulamentou a EC nº 42/2003, que autorizou a União, por intermédio da RFB, a celebrar convênios com o Distrito Federal e municípios com o objetivo de delegar as atribuições de fiscalização e de cobrança do ITR.

Conseqüentemente, o ITR vem tendo sua eficácia e relevância reduzidas (FÉRES e FERREIRA, 2020).

Conforme analisaram Lenti e Silva (2016), se o ITR fosse mais efetivo poderia atuar indiretamente como instrumento de política ambiental. Considerando-se que, conforme o novo Código Florestal (Lei no 12.651/2012, Art. 41), são isentas de ITR as áreas com vegetação nativa intacta ou em vias de regeneração, ao onerar latifundiários e especuladores o Estado incentivaria o uso mais eficiente da terra, com aumento de produtividade e redução do desmatamento que ocorreria com a abertura de novas áreas. Para os autores, o CAR pode mudar essa realidade, pois se constitui em uma ferramenta poderosa para melhorar o monitoramento e a fiscalização e reduzir a sonegação do imposto. Como visto, os proprietários que não aderirem ao CAR serão impedidos de receber crédito agrícola.

Féres e Ferreira (2020) também consideram que o ITR deveria ser reformulado, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos ambientais, o que passa por recuperar sua vocação de instrumento de indução aos ganhos de produtividade e, conseqüentemente, intensificação da agropecuária. Além de maior fiscalização com auxílio do CAR, os autores propõem que os índices de produtividade mínima devem ser atualizados. O aumento de custo das terras requalificadas como improdutivas levaria a uma transferência para produtores mais eficientes, com uso mais intensivo e diminuição da expansão do desmatamento.

O PL 7611/2017, em tramitação no CN até a data consultada¹⁷⁶, permite aos produtores usarem o CAR para apuração da área tributável para o ITR. Atualmente, para fins de apuração do imposto o produtor deve subtrair da área total do imóvel o que for de preservação ambiental, de acordo com o Ato Declaratório Ambiental (ADA), apresentado anualmente ao Ibama. Como esses mesmos dados, por exigência do Código Florestal, já são incluídos no CAR, a medida diminuiria a burocracia do processo. Já o PL 784/2019¹⁷⁷, incentiva a criação voluntária de áreas de proteção ambiental em propriedades privadas por meio de redução ou isenção do ITR quando a área da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) ultrapassar 30% da área total do imóvel.

8.5 Isenções tributárias sobre agrotóxicos

¹⁷⁶ Disponível em: <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2136674> Acesso em 03/05/2022.

¹⁷⁷ Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2192045>. Acesso em 03/05/2022.

Como visto no capítulo 4, item 4.5, o crescente uso de agrotóxicos no Brasil é um dos principais gargalos para a expansão de uma agricultura sustentável e com menor impacto na saúde humana. No entanto, os agrotóxicos são considerados como produtos essenciais e gozam de incentivos fiscais (isenções tributárias concedidas à importação, à produção e à comercialização interestadual de agrotóxicos, seus componentes e afins) que favorecem e estimulam o seu uso. O principal argumento da desoneração sobre os agrotóxicos seria de que esses insumos são necessários para produção, conferindo ganhos de produtividade e, conseqüentemente, aumento da oferta e redução de preços dos alimentos.

No entanto, como observam Soares *et al.* (2020), em estudo apoiado pela Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO), a concessão de tais benefícios fiscais carece de estudos independentes que avaliem seus possíveis retornos sociais, bem como os custos de oportunidade dos recursos públicos envolvidos. Como a maior parte do consumo dos agrotóxicos é utilizado na produção de *commodities* agrícolas destinadas à exportação, não se justificariam tais incentivos com o argumento de redução dos custos dos produtos da cesta básica dos brasileiros. Para os autores, os altos custos do uso de agrotóxicos, que se refletem em prejuízos ambientais e na saúde humana, são uma externalidade negativa absorvida por toda a sociedade, uma vez que não fazem parte do preço final dos agrotóxicos.

A desoneração e a renúncia fiscal que incide sobre esses produtos no Brasil abrange os seguintes tributos: o imposto sobre circulação de mercadorias e serviços de transporte interestaduais e intermunicipais e de comunicação (ICMS), imposto sobre produtos industrializados (IPI), as contribuições sociais (Cofins e PIS/PASEP) e o imposto sobre importações (II)¹⁷⁸.

Auditoria do TCU (2017), estimou, com base em dados da Receita Federal do Brasil (RFB), que a renúncia tributária para agrotóxicos relativa à alíquota zero de PIS/Cofins no período de 2011-2016 totalizou cerca de R\$ 6,85 bilhões de reais, sendo crescente a cada ano.

De acordo com estudos de Soares *et al.* (2020), calcula-se que os incentivos fiscais aos agrotóxicos chegaram a quase R\$ 10 bilhões no ano de 2017, sendo o ICMS responsável pela maior parte dos recursos que deixaram de ser recolhidos (63,1%). Os autores calcularam que o valor relativo aos tributos federais (R\$ 3,7 bilhões) representava 10,5% do orçamento da agricultura em 2017 (Tabela 37).

¹⁷⁸ O Decreto 8.950/2016 isenta a cobrança de IPI sobre agrotóxicos fabricados a partir de alguns ingredientes ativos. A Lei 10.925/2004 isenta defensivos agropecuários de contribuição para PIS/Pasep e Cofins, na importação e na comercialização no mercado interno. Convênio do Conselho Nacional de Política Fazendária (Confaz) 100/97 (e suas alterações) reduziu em 60% a alíquota do imposto sobre ICMS de agrotóxicos.

Tabela 37 – Estimativa de incentivos fiscais aos agrotóxicos no Brasil (2017)

Competência tributária	Tributos	Desoneração (R\$ milhões)
União	Pis-Pasep/Cofins	1.536,22
	IPI	1.623,52
	Imposto Importação	472,62
Estados e DF	ICMS	6.222,64
Brasil (total)		9.855,00

Fonte: Adaptado de Soares *et al* (2020)

Já o PPA 2020-2023 previu que a redução a zero das alíquotas do PIS e COFINS sobre agrotóxicos (conforme previsto na Lei 10.925/2004) teria o impacto não orçamentário no valor total de cerca de R\$ 14,6 bilhões no período (BRASIL, 2022b).

Os incentivos fiscais aos agrotóxicos, apesar de não representarem um efetivo gasto no orçamento, reduzem a receita pública, devido ao recurso que deixa de ser recolhido ao Estado. Além disso, vão na direção oposta ao princípio do poluidor-pagador e às medidas adotadas por diversos países (como Canadá, Noruega, Suécia, França, Dinamarca, Itália e Holanda) que utilizam instrumentos econômicos para restringir o uso de substâncias perigosas, como os agrotóxicos (SOARES *et al.*, 2020).

Por fim, tais incentivos acabam por tornar os produtos orgânicos menos competitivos, uma vez que estes, além de não recebem os subsídios que a produção convencional tem recebido no Brasil, ainda devem arcar com os custos da certificação para comprovar que não utilizam agrotóxicos. De acordo com WILSON e TISDEL (2001), quando um produtor convencional deixa de utilizar agrotóxicos, a sua produtividade tende a se reduzir drasticamente no curto prazo, voltando a se estabilizar em níveis de produtividade economicamente aceitáveis somente após algumas safras. Portanto, os incentivos fiscais aos agrotóxicos dificultam a transição para uma agricultura mais sustentável. Uma alternativa possível seria a de dar isenção de impostos aos agrotóxicos de forma proporcional ao seu grau de toxicidade. Ou seja, quanto menos tóxico o produto maior seria isenção, enquanto os produtos de alta toxicidade não gozariam de incentivos fiscais¹⁷⁹.

¹⁷⁹ Regina H. Sambuichi, comentário pessoal em fev./2023.

9. DISCUSSÃO E ANÁLISE

A política, como Anteu na mitologia grega, pode permanecer perpetuamente jovem, forte e dinâmica, desde que possa manter seus pés firmemente assentados na Terra.

Bernard Crick

Esse capítulo apresenta a discussão e análise da pesquisa realizada. Para tanto, são retomados alguns pontos tratados nos capítulos precedentes, tendo em vista o objetivo geral de analisar a relação entre as políticas ambientais e agrícolas no Brasil nas últimas décadas e identificar se existe um processo de integração (IPA) entre elas. Ou seja, a busca de sinergias e convergências para o atingimento de objetivos comuns.

O trabalho de Candel e Biesbroek (2016), que trata da integração na governança de problemas políticos transversais, contribuiu para o quadro analítico aplicado na pesquisa. A ferramenta teórica auxilia na identificação de elementos que contribuem para uma maior ou menor integração entre as políticas públicas, como processo multidimensional e contínuo. Dentre as dimensões de análise propostas pelos autores, considerou-se, principalmente, a coerência entre objetivos, metas e programas políticos e os instrumentos de políticas públicas relacionados à integração entre as políticas analisadas.

Uma maior integração e coerência ocorre quando os diferentes setores sintonizam suas metas políticas para resolver conjuntamente os problemas ambientais: mitigando externalidades, buscando sinergias ou mesmo trabalhando em uma “estratégia de política integrada” mais ampla. Uma menor integração ocorre quando há baixos graus de convergência ou conflito entre metas, objetivos e programas implementados pelos setores (CANDEL e BIESBROEK, 2016).

Considerou-se importante identificar, ainda, os conflitos mais explícitos e não apenas a ausência da integração. É importante ressaltar que as dimensões da integração não pressupõem uma linearidade, visto que os processos de integração geralmente se mostram diferenciados quanto ao avanço das dimensões, as quais podem aumentar, mas também regredir ao longo do tempo.

As dimensões analisadas foram agrupadas nas seguintes categoriais: (i) instrumentos de financiamento; (ii) instrumentos legais; (iii) programas intersetoriais; (iv) instrumentos de

coordenação e colaboração intersetoriais; e (v) resultados (*outputs*) alcançados pelas políticas públicas em relação à agricultura ambientalmente sustentável.

9.1 Instrumentos de financiamento

Como analisado no Capítulo 8, dentre os instrumentos de financiamento voltados à agricultura sustentável e à adequação das propriedades rurais à legislação ambiental, destaca-se o crédito rural, o qual, a partir dos anos 2000, começou a considerar as questões ambientais em suas contratações. Por meio de resoluções do BC, a concessão do crédito passou a ser condicionada à conformidade com as regras ambientais. Além disso, foram criadas linhas específicas voltadas à produção sustentável: o Programa ABC, iniciado em 2010, e as chamadas linhas verdes do Pronaf (Floresta, Semiárido, Agroecologia, Eco e Bioeconomia), iniciadas a partir de 2003.

Essas linhas de crédito, ainda recentes, vêm recebendo recursos crescentes a cada Plano Safra. No entanto, mesmo com resultados significativos alcançados, elas ainda têm um desempenho financeiro insuficiente e recebem uma fatia minoritária do crédito rural. O valor aplicado nas linhas verdes do Pronaf é estimado em apenas cerca de 1% do crédito total concedido ao Pronaf. Além disso, o crédito aplicado conjuntamente nas linhas sustentáveis do Pronaf e no Programa ABC representavam em torno de 0,97% do total do crédito rural contratado, em levantamento feito para período de janeiro de 2021 a 22/08/2022. Assim, apesar do avanço na oferta de crédito em linhas de produção sustentáveis, elas ainda não alcançaram um bom desempenho na execução orçamentária e são, proporcionalmente, bastante reduzidas em relação à oferta de crédito para a agricultura industrial.

Por outro lado, os agrotóxicos contam com diversos incentivos fiscais (isenções tributárias concedidas à importação, à produção e à comercialização interestadual) que levam a uma renúncia tributária estimada em bilhões de reais anuais. Tais incentivos, acabam por tornar os produtos orgânicos menos competitivos, uma vez que estes ainda devem arcar com os custos da certificação para comprovar que não utilizam agrotóxicos ou são contaminados por transgênicos. Por sua vez, o ITR (Lei 9.393/1996) não tem contribuído significativamente como instrumento de indução ao aumento da produtividade (intensificação) e de desestímulo à especulação de terras, levando à manutenção de propriedades improdutivas e ao desmatamento.

Em outro sentido, a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais - PNPSA (Lei Nº 14.119/2021) tem se mostrado como um instrumento com potencial para compensar os serviços ambientais e ecossistêmicos prestados pelos agricultores na tarefa de manutenção de

áreas de vegetação nativa, a qual gera despesas para a proteção, além do custo de oportunidade da terra. O mercado de títulos verdes (*green bonds*) – com destaque para o CPR e o CRA com selos verdes – também vem se colocando como uma alternativa que pode atrair a participação dos investimentos privados no financiamento da produção agrícola sustentável.

9.2 Instrumentos legais

Os instrumentos legais (normativos) contribuem para a consolidação e implementação de políticas públicas, visto que conferem uma estrutura estável, que se coloca como uma referência para direcionar o comportamento dos atores em meio a visões possivelmente divergentes – seja por meio de punições quanto de recompensas. As regras reconhecidas como legítimas podem ajudar a diminuir as assimetrias de poder entre os atores e levar a maior comprometimento, coordenação e cooperação para a implementação de políticas (WORLD BANK, 2017). Em outras palavras, as regras fornecerem ordem e previsibilidade às transações humanas, reduzem custos de transação e facilitam a coordenação econômica e social (NORTH, 2018). Nesse sentido, Ostrom (1990) também colocou entre seus princípios de boa governança o estabelecimento de regras definidas, reconhecidas pela comunidade e por autoridades externas.

Existe no Brasil um amplo quadro normativo relativo à interface de atuação entre a área ambiental e agrícola, visto que existe uma clara relação de reciprocidade entre os impactos da atividade agropecuária no meio ambiente e os impactos que a degradação ambiental pode causar na produção rural. Esta interface pode ser vista nos principais normativos legais que regem as duas políticas. A PNMA (Lei 6.938/1981) tem entre seus princípios a racionalização do uso dos recursos naturais, a preservação de áreas representativas e a recuperação de áreas degradadas. Já a chamada Lei da Política Agrícola (Lei nº 8.171/1991) traz um capítulo inteiro (VI) dedicado à proteção ao meio ambiente e à conservação dos recursos naturais.

De fato, a aprovação da lei da Política Agrícola, em 1991, representou um ponto de inflexão na concepção do modelo de produção agrícola adotado até o período anterior, já que passou a incorporar mais incentivos ao desenvolvimento sustentável, inicialmente considerado pelos agricultores e suas entidades representativas como restrições à produção e à liberdade econômica (BUAINAIN e GARCIA, 2019).

Além dessas duas legislações principais, existem diversos normativos que tratam de diferentes aspectos referentes à interação entre as duas políticas. Um dos instrumentos legais mais relevantes é o Código Florestal de 2012, o qual, embora contestado por ambientalistas e

agricultores, traz avanços em relação ao quadro anterior, com mecanismos importantes para regular as tensões: a definição de instrumentos de controle contra transgressões e a possibilidade de incentivos econômicos àqueles que conservam, (BUAINAIN e GARCIA, 2019). Por outro lado, juridicamente a lei tornou-se muito complexa, o que dificulta sua aplicação (CHIAVERI e LOPES, 2016).

Dentre esses instrumentos, destaca-se o CAR, registro georreferenciado de informações sobre o perímetro das propriedades rurais. Além de proporcionar um diagnóstico mais preciso sobre o passivo ambiental nos imóveis rurais, atuando como instrumento de monitoramento dos desmatamentos e da restauração florestal, o CAR traz diversas informações que poderão ser úteis à definição de políticas agrícolas. Nesse sentido, é desejável que o CAR esteja na esfera de gestão da política ambiental, ou seja, no MMA, uma vez que o instrumento pode ser utilizado para a fiscalização ambiental nas propriedades rurais, o que poderia representar um conflito ou custo político para um ministério que gerencia a política agrícola.

Destacam-se, ainda, as seguintes legislações abordadas nesse estudo, que variam quanto à complexidade e abrangência: a PNMC (Lei nº 12.187/2009), o SNUC (Lei Nº 9.985/2000), a PNPSA (Lei Nº 14.119/2021), a Lei da Política Orgânica e a PNAPO (Lei no 10.831/2003 e Decreto 7.794/2012), o Programa Nacional de Bioinsumos (Decreto Nº 10.375/2020), a Lei de Conservação do Solo Agrícola (Lei 6.225/1975), a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (Lei nº 12.805/ 2013) e a Lei dos Agrotóxicos (Lei nº 7.802/1989). Como visto, algumas dessas políticas, como a PNMC e a PNAPO caracterizam-se por um maior grau de intersetorialidade, uma vez que abrangem ações executadas por diversas pastas ministeriais ou domínios de políticas.

De forma geral, pode-se afirmar que o Brasil dispõe de um amplo conjunto de instrumentos legais para a implementação de uma estratégia de IPA com a política agrícola, o qual contribui para compor uma Política de Estado¹⁸⁰ de longo prazo sobre a temática, com o potencial de transpassar políticas de diversos mandatos de governamentais.

No entanto, as regras demandam tempo para se consolidar, por meio do exercício repetido das próprias regras e, para resultados efetivos, elas precisam ser amplamente conhecidas e promover um mecanismo confiável de recompensas ou penalidades condicionadas ao resultado esperado, visto que nem sempre são aceitas voluntariamente e podem levar a perdas em

¹⁸⁰ Políticas de Estado geralmente envolvem burocracias de mais de uma agência do Estado e passam pelo Parlamento ou outras instâncias de discussão, em decorrência de estudos técnicos e orçamentários. Ou seja, são políticas estruturantes, com formulação de grandes orientações às políticas vinculadas às suas respectivas áreas (ALMEIDA, 2016).

determinados setores (OSTROM, 2007). Nesse sentido, leis que enfatizam o uso de instrumentos econômicos, como a PNPSA (que traz ganhos e compensações para atores que geram externalidades positivas para o meio ambiente), contribuem para reduzir os altos custos de implementação (*enforcement*) necessários para os instrumentos legais de comando e controle, como a fiscalização.

O Quadro 27 traz uma síntese de alguns dos instrumentos legais estudados, relacionados à conciliação entre as políticas ambientais e agrícolas.

Quadro 27 – Instrumentos legais de conciliação entre políticas ambientais e agrícolas no Brasil

Instrumento	Benefício
Código Florestal (Lei 12.651/2012)	Manutenção de áreas de vegetação nativa nas propriedades rurais
Programa Nacional de Bioinsumos (Decreto Nº 10.375/2020)	Realização de controle biológico de pragas/mudança para insumos menos poluentes
Lei dos Agrotóxicos (Lei nº 7.802/1989). cos	Controle no uso de insumos poluentes/agrotóxicos
Crédito agrícola (Programa ABC, linhas verdes do Pronaf)	Empréstimos subsidiados para agricultores produzirem de maneira sustentável
PNPSA (Lei No 14.119/2021)	Compensação aos serviços ambientais e ecossistêmicos prestados pelos agricultores
CRA Verde (Lei Nº 13.986/2020) CPR Verde (Lei 11.076/2004)	Participação de investimentos privados no financiamento da produção agrícola sustentável
PNMC (Lei nº 12.187/2009)	Plano setorial para uma agricultura de baixo carbono (ABC)
SNUC (Lei Nº 9.985/2000)	UCs de Uso Sustentável, nas quais é permitida a realização de extrativismo e agricultura de baixo impacto. Manutenção de áreas protegidas em propriedades rurais, por meio das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN)
PNILPF (Lei nº 12.805/ 2013)	Incentivo a sistemas integrados e sustentáveis de produção
Lei da Política Orgânica e a PNAPO (Lei no 10.831/2003 e Decreto 7.794/2012)	Incentivo a sistemas sustentáveis de produção orgânica e à transição agroecológica
Lei de Conservação do Solo Agrícola (Lei 6.225/1975)	Combate à erosão nas propriedades rurais
PNRH (Lei 9.433/97)	Uso sustentável da água na produção agrícola

9.3 Programas intersetoriais

Tanto a área ambiental quanto a área agrícola do Governo Federal (representada pelo MMA, MAPA e suas instituições vinculadas), vêm desenvolvendo diversos programas e projetos voltados direta ou indiretamente à agricultura sustentável, alguns dos quais aqui analisados (nos capítulos 5, 6 e 7), relacionados no Quadro 29. Tais programas, alguns dos quais instituídos há

mais de 10 anos, indicam que o Governo Federal tem se estruturado para implementar um conjunto de ações voltadas à agricultura sustentável, destinando recursos orçamentários para esse fim.

Quadro 29 – Programas do Governo Federal relacionados à integração entre as políticas ambiental e agrícola no Brasil

Programa	Benefício
Programa Nacional de Bioinsumos	Busca estimular o uso de produtos de origem biológica, com baixo impacto no meio ambiente, que podem ser utilizados no controle de pragas (biodefensivos) ou como biofertilizantes.
Programa Rural Sustentável	Visa incentivar práticas agrícolas sustentáveis (incluindo tecnologias de baixa emissão de carbono) e o manejo florestal de pequenos e médios produtores rurais.
Programa Nacional de Conservação de Recursos Naturais e Desenvolvimento Rural em Microbacias Hidrográficas (Programa Águas do Agro)	Busca implementar estratégias conservacionistas (como plantio direto, adubação verde, terraceamento e curvas de nível) em microbacias.
Programa Nacional de Levantamento e Interpretação de Solos do Brasil – PronaSolos	Visa realizar inventário e interpretação dos dados de solos brasileiros, que serão totalmente mapeados até o ano de 2048.
Pronaf (que conta com um conjunto de linhas de créditos voltadas à produção sustentável),	Tem como objetivo promover o desenvolvimento sustentável do meio rural, visando a melhoria da qualidade de vida e o exercício da cidadania dos agricultores familiares.
Programa Alimenta Brasil (antigo PAA)	Apoia a comercialização da produção familiar e disponibiliza alimentos para promover a segurança alimentar e nutricional, com incentivo à aquisição de produtos agroecológicos ou orgânicos.
Programa Nacional de Alimentação Escolar	Prioriza a aquisição de produtos agroecológicos ou orgânicos na merenda escolar.

Além disso, foi criado o Programa Agropecuária Sustentável, no PPA 2020-2023, um programa finalístico¹⁸¹ gerenciado pelo MAPA, que tem como tema “agropecuária e meio ambiente promoção da melhoria da qualidade ambiental, da conservação e do uso sustentável de recursos naturais, considerados os custos e os benefícios ambientais”. O Programa buscou atuar no problema da insuficiência no alcance e na adoção de sistemas sustentáveis na agropecuária, com um valor global de R\$ 269,7 bilhões previstos para suas ações (BRASIL, 2022b).

O Programa criou um Índice de Sustentabilidade da Agropecuária (ISA), composto pela média de três subindicadores voltados a mensurar os resultados obtidos em três dimensões: (1) crescimento e produtividade das culturas; (2) adequação ambiental dos imóveis rurais à Lei nº

¹⁸¹ Programa finalístico é o conjunto de ações orçamentárias e não orçamentárias, suficientes para enfrentar problema da sociedade, conforme objetivo e meta (Lei Nº 13.971/2019),

12.651/2012 (avanço no CAR em relação ao total de imóveis inscritos e área de imóveis com análise de regularização ambiental) e (3) sistemas de produção e acesso a mercados. A meta global estipulada em relação ao ISA deverá ser aferida ao final da vigência do PPA 2020-2023. O Quadro 28 traz os resultados intermediários das metas do Programa Agropecuária Sustentável, para o ano-base 2022.

Quadro 28- Programa Agropecuária Sustentável: metas e resultados intermediários (2022)

Linha de base (2019)	Resultados intermediários (2022)	Indicador
Ampliar a utilização das tecnologias do Plano ABC+ nos municípios do Brasil		
2.930	3.110	Número de Municípios com Tecnologias do Plano ABC financiadas.
Ampliar a oferta de serviços de ATER aos agricultores familiares, médios produtores, técnicos agrícolas e outros atores		
0	36.200	Oferta de Serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural (beneficiários)
Fortalecimento da Agricultura Familiar na Amazônia Legal		
11.195	23.643	Número de produtores familiares atendidos pelo PAA, PGPM-Bio e ProvB*
Ampliar o acesso ao crédito rural		
-1,50	6,20	Taxa de crescimento das contratações do crédito rural (%)
Ampliar a área de imóveis rurais inscritos no CAR com cadastros analisados no SICAR		
120.104.076	195.223.143	Área de imóveis rurais inscritos no CAR com cadastros analisados no SICAR (ha)
Ampliar o acesso ao Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural – PSR		
5,18	7,95	Produtores rurais beneficiados (%)
Ampliar a quantidade de culturas realizadas ou revisadas para os estudos ZARC** no ano.		
9	5	Número de culturas realizadas ou revisadas para os estudos ZARC no ano

*PAA – Programa de Aquisição de Alimentos; PGPM-Bio - Programa de Garantia de Preços Mínimos-Bio e ProvB - Programa Vendas em Balcão. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático
Fonte: Brasil, 2022c

9.4 Instrumentos de coordenação e colaboração intersetoriais

A implementação de políticas horizontalmente coerentes, integradas e articuladas, como se busca na estratégia de IPA, necessita de mecanismos ou instrumentos que atuem na coordenação e colaboração interagências. Como visto, a PNAPO foi concebida para atuar de forma intersetorial, com a coordenação de ações das políticas ministeriais que atuavam na temática de agroecologia e produção orgânica. Além disso a PNMC também foi estruturada, desde sua origem, para ser implementada de forma integrada, por meio dos setores econômicos relacionados à emissão ou mitigação de GEE.

Além disso, existem instrumentos que contribuem para conectar e romper os silos setoriais no governo e aumentar a cooperação entre os diferentes setores. Dentre esses instrumentos, estão o planejamento governamental e a instituição de instâncias colegiadas, encarregadas da participação entre agências governamentais e da sociedade civil no processo decisório.

9.4.1 Planejamento

O planejamento é uma ferramenta fundamental na gestão pública, por contribuir tanto para a coordenação das ações governamentais, como para a transparência e a coerência entre as políticas setoriais. Além disso, é fundamental para o cumprimento de metas programáticas, de longo prazo, e para garantir a continuidade de ações estratégicas, independentemente dos mandatos eletivos.

No que se refere ao desenvolvimento sustentável, a consideração ética dos direitos das gerações futuras deve estar inserida desde o momento de planejamento das ações governamentais em geral. É, também, um modo de se incorporar o princípio da prevenção, fundamental para se evitar danos que podem se tornar irreversíveis. O Brasil estabeleceu, por meio do Decreto Nº 10.531/2020, uma “Estratégia Federal de Desenvolvimento (EFD)” para o Brasil no período 2020 a 2031. Além disso, existem projetos de lei voltados a estabelecer um planejamento de longo prazo para o País¹⁸².

O Plano Plurianual PPA é considerado o principal instrumento de planejamento orçamentário de médio prazo do Governo Federal, o qual define as diretrizes, os objetivos e as metas da administração pública federal. Além do PPA, existem diversos planos setoriais (foram identificados 75 pelo TCU, em 2017), tais como o Plano Nacional de Educação, o Plano Nacional de Cultura, e o Plano ABC. Vale assinalar que nem todos se constituem em planos no sentido estrito, já que alguns propõem apenas princípios e estratégias, sem a definição de metas, indicadores ou orçamento. A maioria é, também, de médio prazo, embora existam planos de longo prazo (10 anos ou mais), como o Plano Integrado de Longo Prazo da Infraestrutura para o período 2021 a 2050. No entanto, o desejável seria a consolidação desses planos setoriais em um documento nacional, com maior abrangência, definição de prioridades e temas estratégicos, o que favoreceria uma visão mais integrada da atuação governamental, a partir de um horizonte temporal mais amplo (TCU, 2017).

¹⁸² Encontra-se em tramitação no Senado Federal a PEC 74/2015, que propõe incluir o planejamento estratégico de longo prazo (abrangendo o período de vinte anos) como norteador das despesas e investimentos previstos no orçamento da União. Disponível em: [PEC 74/2015 - Senado Federal](#), consultado em 11/11/2022.

A gestão e equacionamento de problemas complexos e de natureza intersetorial, como as questões ambientais e o desenvolvimento de um padrão de produção agrícola sustentável – também se beneficiam do uso do planejamento. Nesse sentido, existem algumas ferramentas de planejamento voltadas para a agricultura sustentável no governo federal, tais como as “Diretrizes para Desenvolvimento Sustentável da Agropecuária Brasileira” (MAPA 2020), o Plano ABC e o Programa Agropecuária Sustentável, introduzido no PPA 2020-2023, como visto. Além disso, encontra-se em consolidação, após consulta pública¹⁸³, o Plano Nacional de Regularização Ambiental de Imóveis Rurais (RegularizAgro), instituído pelo Decreto 11.015/2022. O RegularizAgro visa coordenar as estratégias e as ações públicas e público-privadas destinadas à regularização ambiental de imóveis rurais, com observância ao disposto no Código Florestal (Lei nº 12.651/2012).

Por outro lado, o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – Planapo, um dos principais instrumentos da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Decreto nº 7.794/2012) foi elaborado apenas até 2019 (Planapo I e II). Após esse período, não houve a elaboração de um novo Plano para cobrir o período equivalente ao PPA 2020-2023, o que indica uma descontinuidade no planejamento dessa política.

Diretrizes para Desenvolvimento Sustentável da Agropecuária Brasileira

O planejamento com diretrizes para o desenvolvimento sustentável da agropecuária brasileira para o período 2020 a 2023 identificou três temas norteadores: regularização fundiária e ambiental; inovação e produção sustentável e inclusão produtiva. As ações nesse sentido incluíram: impulsionar tecnologias agrícolas tropicais alinhadas à conservação ambiental; avançar na regularização ambiental das propriedades rurais; incentivar instrumentos que gerem renda para a atividade de conservação ambiental; estruturar novos instrumentos financeiros que ampliem os recursos para financiamento em modelos sustentáveis de produção; desenvolver a bioeconomia por meio de produtos da sociobiodiversidade, bioinsumos e energias renováveis, entre outros (MAPA 2020).

Plano ABC

O Plano ABC, analisado anteriormente, foi elaborado como um dos planos setoriais de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, o qual, por meio de linha de crédito agrícola (o Programa ABC) apoia a difusão de práticas produtivas sustentáveis. O Plano ABC, atingiu as

¹⁸³ Disponível em: <https://www.gov.br/participamaisbrasil/plano-nacional-de-regularizacao-ambiental-de-imoveis-rurais-regularizagro16>. Consultado em 16/11/2022.

metas de expansão de área com tecnologias sustentáveis, bem como de mitigação de GEE estabelecidas para seu primeiro ciclo, no período 2010 a 2020. Apesar do desempenho financeiro abaixo do programado, o Plano ABC resultou em uma intervenção com 59 milhões de hectares de tecnologias agrícolas sustentáveis, o que representa 25% das áreas ocupadas pela agropecuária brasileira, mediante um investimento total estimado em U\$ 7 bilhões no período (MAPA, 2020; LIMA, HARFUCH e PALAURO, 2020).

O seu segundo ciclo, denominado de Plano ABC+, foi estabelecido para o período 2021 a 2030 e teve seu escopo ampliado: além do incentivo a tecnologias com baixa emissão de carbono, busca-se promover a regularização ambiental da propriedade rural e a conservação de seus recursos naturais (MAPA, 2021b).

9.4.2 Órgãos colegiados

Os órgãos colegiados interministeriais atuam de forma consultiva, deliberativa ou fiscalizatória em diversas políticas públicas. São instâncias participativas que podem ajudar no diálogo entre os órgãos públicos relacionados à determinada área de atuação, como canais de comunicação intersetorial, controle público sobre a ação governamental e publicização das ações do governo (Faria, 2022).

Existem diferentes colegiados que atuam, direta ou indiretamente, na temática da agricultura sustentável. Dentre os relacionados ao MAPA, destacam-se: o Conselho Nacional de Política Agrícola; o Conselho Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável¹⁸⁴; o Comitê-Executivo do Pronasolos; o Conselho Consultivo do Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal, o Conselho Estratégico do Programa Nacional de Bioinsumos e o Comitê Gestor do Plano Nacional de Regularização Ambiental de Imóveis Rurais.

Dentre os órgãos consultivos relacionados ao MMA, podem-se destacar: o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGen), o Comitê Gestor do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC), o Conselho Deliberativo do Fundo Nacional do Meio Ambiente; a Comissão Nacional de Florestas (Conaflor), a Comissão Nacional de Combate à Desertificação (CNCD); o Comitê Gestor do Fundo Nacional para Repartição de Benefícios (FNRB); a Comissão Executiva para o Controle do Desmatamento Ilegal e Recuperação da Vegetação Nativa; e a Comissão Nacional para

¹⁸⁴ De acordo com o Decreto 10.827/2021, compete ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável “subsidiar a formulação de políticas públicas estruturantes, com base nos objetivos e nas metas referentes à reforma agrária, ao reordenamento fundiário, à agricultura familiar e às demais políticas públicas relacionadas com o desenvolvimento rural sustentável” (Art. 64).

Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa Provenientes do Desmatamento e da Degradação Florestal, Conservação dos Estoques de Carbono Florestal, Manejo Sustentável de Florestas e Aumento de Estoques de Carbono Florestal (Decreto Nº 10.455/2020).

No entanto, alguns órgãos colegiados que atuavam na temática de agricultura sustentável foram descontinuados, tais como a Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica (CIAPO) e a Comissão Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (CNAPO), extintos por meio do Decreto nº 9.784/2019.

Apesar do caráter intersetorial e interministerial, considera-se que esses colegiados possuem poder decisório limitado para definir uma estratégia integrada de governo em relação a sistemas sustentáveis de produção de alimentos, de modo a assegurar que diferentes políticas sejam coerentes, integradas e alinhadas em relação à produção sustentável (TCU, 2017).

De modo geral, órgãos colegiados atuam principalmente com foco na implementação e alcance dos objetivos da política pública e do órgão aos quais estão vinculados, sem que haja um impacto significativo ou um alinhamento horizontal com outras políticas públicas relacionadas ao tema (IPEA, 2013; TCU, 2017).

9.5 Resultados alcançados para a agricultura ambientalmente sustentável

Nesta seção serão apresentados alguns dos resultados (*outputs*) substantivos alcançados no desenvolvimento da agricultura ambientalmente sustentável no Brasil, para os quais as políticas ambiental e agrícola têm contribuído. Para tanto, foram consideradas as seguintes variáveis como indicadores de sustentabilidade na agricultura brasileira e de efetividade das políticas implementadas: (1) cobertura de vegetação nativa e mudança do uso do solo no Brasil e nos estabelecimentos agropecuários e (2) áreas com adoção de sistemas e práticas de produção sustentáveis. Tais resultados são contrastados, ainda, com o avanço de áreas com práticas de produção mais impactantes ao meio ambiente.

Cobertura de vegetação nativa e mudança do uso do solo no Brasil e nos estabelecimentos agropecuários

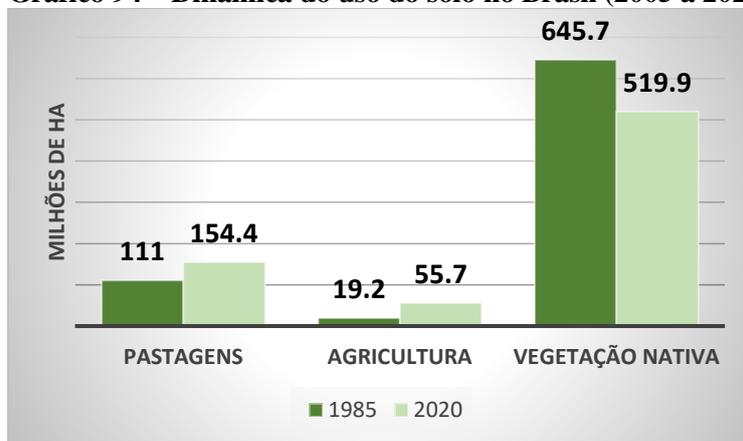
Como visto, diferentes trabalhos de monitoramento sobre o uso do solo no Brasil vêm sendo realizados pelo IBGE (2022), MapBiomass (2022) e Embrapa Territorial (2021). Esses trabalhos – em que pese diferenças metodológicas e no período de apuração dos dados – têm mostrado resultados próximos quanto à proporção dos agregados de uso agropecuário e de

cobertura vegetal no espaço territorial brasileiro. Os números indicam que a maior parte do território nacional ainda é preservada com vegetação nativa (em torno de 65%), enquanto o uso agropecuário corresponde à cerca de 31%. No entanto, a cobertura vegetal (florestal e não florestal) remanescente varia nos biomas, indo de 82% na Amazônia a apenas 31,8% na Mata Atlântica.

Quando se considera apenas a área agrícola (lavouras temporárias e permanentes), o Brasil se situa como 5º maior produtor mundial em extensão, respondendo por cerca de 3,42% da área cultivada no planeta (USGS, 2018). Já quando se compara a proporção da área agrícola em relação ao território, o Brasil está entre os que menos utiliza terras para cultivo: 8%, segundo o IBGE (2022), enquanto a Índia cultiva mais de 60% do território, EUA e China cerca de 18% e os países da UE utilizam entre 45% a 65% (USGS, 2018).

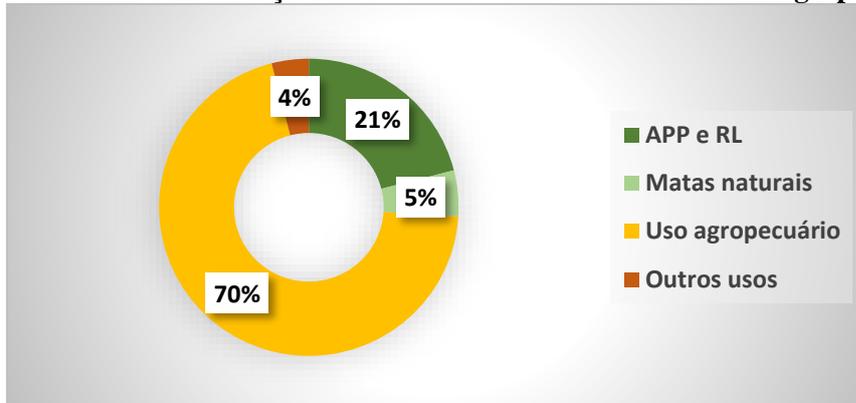
No que se refere à dinâmica do uso do solo, o monitoramento do Mapbiomas (2022) para o período entre 1985 e 2020 indica que ao longo de 35 anos a área de pastagens aumentou em 39%; a área de agricultura (lavouras temporárias e permanentes) aumentou em 190% e a área de vegetação nativa (florestas e formação natural não florestal) teve redução de 19,4% (Gráfico 94).

Gráfico 94 – Dinâmica do uso do solo no Brasil (2005 a 2020).



Fonte: MapBiomas (2022). Elaboração da autora.

Como visto, a área de pastagens começou a decrescer e se estabilizar a partir de 2008, já que o aumento alcançado na produtividade na pecuária contribuiu para a liberação de área de pastagem para a produção agrícola, sem a necessidade de desmatamento adicional (ver Gráfico 3). Já a área dos estabelecimentos rurais (351,2 milhões de ha) era ocupada por 26% de matas e florestas naturais (Gráfico 95), sendo que a área de APP e RL aumentou em 47% entre os dois últimos Censos Agropecuários (IBGE 2006 e 2017), indicando que os agricultores realizaram reflorestamento nas áreas exigidas pelo Código Florestal.

Gráfico 95- Distribuição do uso da área nos estabelecimentos agropecuários (2017)

Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

As áreas preservadas nos estabelecimentos agropecuários correspondem a cerca de 33% do total de áreas preservadas com vegetação nativa no Brasil em 2017. Para efeito comparativo, o conjunto de UCs de conservação integral preservava em torno de 9,4% da vegetação nativa (EMBRAPA TERRITORIAL, 2021).

Assim, em relação ao uso da terra, é possível observar que houve aumento acentuado da área de lavouras, estabilização do crescimento da área de pastagens e um aumento das áreas de florestas nos estabelecimentos agropecuários.

O controle do desmatamento é um importante eixo para uma estratégia de desenvolvimento sustentável da agricultura brasileira. Nesse sentido, os números apontam para uma tendência de dissociação entre o aumento do desmatamento e a expansão da área agrícola no período recente. Isto se explica, entre outros fatores, pela expansão da área de UCs e devido à transição, a partir da década de 1990, de práticas agrícolas que dependiam principalmente da expansão da área para práticas mais intensivas e eficientes tecnologicamente, com ganhos significativos de produtividade e impacto na diminuição no desmatamento (SILVA *et al*, 2021; OLIVEIRA E GASQUES, 2019; DIAS *et al* 2016; LAPOLA *et al*, 2014). As tendências recentes indicam, no entanto, que a ligação entre a expansão agrícola e o desmatamento enfraqueceu-se ao invés de desaparecer completamente e tem avançado principalmente na região do Matopiba e bordas da Amazônia (IBGE, 2022). O progresso no combate ao desmatamento tem sido errático nos diversos biomas, com reduções e aumentos recentes, mais acentuados, no ritmo da taxa de desmatamento, devido a fatores que envolvem tanto o mercado quanto as ações de controle e monitoramento pelo Estado. Não há indícios significativos de recuperação da vegetação degradada, de modo que o país está longe da meta de “desmatamento ilegal zero” estabelecida para a política ambiental brasileira (BUAINAIN e GARCIA, 2019).

Áreas de agropecuária com adoção de sistemas e práticas de produção sustentáveis

Vimos que não existe um único modelo de sistema produtivo sustentável, mas que, no Brasil, destacam-se a agricultura orgânica e os sistemas integrados de produção. Além disso, diversas práticas podem contribuir isoladamente ou em conjunto para maior sustentabilidade na agricultura, tais como o plantio direto ou o uso do controle biológico de pragas. Tanto os sistemas produtivos quanto as práticas podem se sobrepor quanto à área. Por exemplo, sistemas integrados de produção podem fazer uso do plantio direto. Por esse motivo, não é possível fazer um simples somatório dessas áreas para o cálculo do que poderia ser considerado como a “área total de agricultura sustentável no País”.

Agricultura orgânica

A agricultura orgânica¹⁸⁵ se destaca por ser um dos sistemas produtivos menos impactantes ao meio ambiente, pois não utiliza insumos artificiais, como adubos químicos, agrotóxicos e organismos geneticamente modificados pelo homem (IBGE, 2019), o que contribui para a biodiversidade circundante e evita a contaminação do solo e dos recursos hídricos. Apenas 1,27% dos estabelecimentos agropecuários (64.690) desenvolviam produção orgânica certificadas, sendo que 76% eram de agricultura familiar, o que demonstra a importância desse grupo na produção orgânica (IBGE, 2017).

Em relação à área, em 2020 havia 1,3 milhão de ha de agricultura orgânica e mais 1,7 milhão de ha de extrativismo orgânico¹⁸⁶ certificados, totalizando cerca de 3 milhões de ha dedicados à produção orgânica no Brasil. No período 2010 a 2021 houve expansão de 41,5% na área de agricultura orgânica certificada, que chegou a 1,48 milhão de ha (Gráfico 96). Esse número coloca o Brasil como o 11º produtor de agricultura orgânica a nível mundial (Willer *et al*, 2023). Apesar desse avanço, observa-se essa área ainda representava uma proporção reduzida dos cultivos agrícolas no País: cerca de 2% da área total de lavouras temporárias e permanentes (63,5 milhões de ha, segundo o Censo Agropecuário 2017).

¹⁸⁵ O conceito de sistema orgânico de produção abrange diferentes tipos de sistemas produtivos, tais como o ecológico, biodinâmico, natural, regenerativo, biológico, agroecológico, permacultura e outros que atendam aos princípios estabelecidos na Lei nº 10.831/2003.

¹⁸⁶ A Lei de Agricultura Orgânica (Lei nº 10.831/2003) também considera como produto orgânico aquele oriundo de processo extrativista sustentável (Art. 2º).

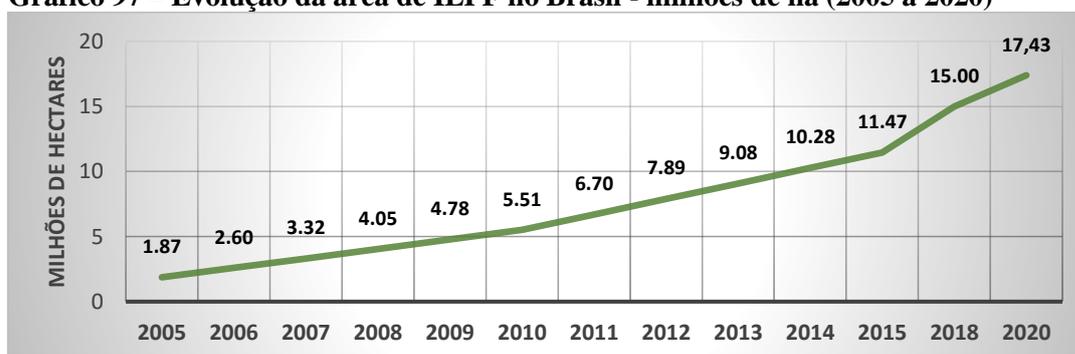
Gráfico 96 – Expansão da área de agricultura orgânica certificada (2010 a 2021)

Fonte: statistics.fibl.org¹⁸⁷. Elaboração da autora

Sistemas integrados de produção

Os sistemas integrados de produção, tais como lavoura-pecuária-floresta (ILPF) ou agroflorestais (SAF) também trazem diversos benefícios ao meio ambiente, prestam serviços ecossistêmicos e aumentam a produtividade por área de forma sustentável (ver item 6.5). A adoção desses sistemas produtivos vem crescendo a cada ano no Brasil. A área de SAF passou de 8,3 milhões de ha em 2006 a 13,8 milhões de ha em 2017 – um crescimento de 66,2% entre os dois Censos – abrangendo 9,6% do total de estabelecimentos agropecuários.

Já a área destinada aos sistemas de ILPF, passou de 1,87 milhão de ha em 2005 para 17,43 milhões de ha em 2020 – ou seja, um aumento em mais de nove vezes na área em 15 anos (Gráfico 97).

Gráfico 97 – Evolução da área de ILPF no Brasil - milhões de ha (2005 a 2020)

Fonte: Rede ILPF (2021); Polidoro *et al* (2020). Elaboração da autora

Recuperação de pastagens degradadas

A recuperação de pastagens degradadas é também um importante indicador de sustentabilidade na agricultura, uma vez que as áreas de pastagens (naturais e plantadas)

¹⁸⁷ Disponível em <https://statistics.fibl.org/world/>. Acesso em 06/04/2022.

totalizam cerca de 159,5 milhões de ha (71% da área de uso agropecuário), o que corresponde a cerca de 20% do território nacional (IBGE, 2017). Desta forma, a recuperação de pastagens traz diversos benefícios, tanto ambientais quanto produtivos: evita o avanço do desmatamento, aumenta a produtividade e contribui para mitigar a emissão de GEE.

A comparação entre os Censos Agropecuários 2006 e 2017 mostra que a área de pastagens naturais diminuiu em 10,3 milhões de ha no período. A de pastagens plantadas em boas condições aumentou em 7,8 milhões de ha, enquanto as degradadas aumentaram em 1,9 milhões de ha. Ou seja, houve um saldo positivo em pastagens plantadas em boas condições e menor uso de pastagens naturais.

Além disso, estudo comparativo mostrou que a área de pastagens no Brasil permaneceu estável entre os anos 2010 e 2018, com pequena redução. Houve intensificação na produção (unidade animal por área), o que reduziu a necessidade de ampliação. Houve melhora na condição das pastagens, com recuperação de 26,8 milhões de ha no período (FERREIRA JÚNIOR, 2020).

Plantio Direto

Dentre as práticas produtivas que contribuem para a agricultura sustentável, destaca-se o Plantio Direto (PD), que contribui particularmente para a conservação do solo agrícola. A integração de culturas anuais em rotações sob PD reduziu drasticamente a erosão do solo. Ao mesmo tempo, a prática aumentou a eficiência do uso de fertilizantes, o que resulta em menores perdas de nutrientes para o ambiente circundante e os recursos hídricos. A área com PD no Brasil teve um aumento de 85% entre 2006 e 2017, chegando a 33 milhões de ha, o que equivale a cerca de 60% das lavouras temporárias¹⁸⁸ com uso da prática no País (IBGE, 2017).

Fixação Biológica de Nitrogênio

A Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), técnica de biofertilização que proporciona redução nos custos de produção e menor impacto ambiental em relação ao uso de insumos químicos, é outra importante prática para a agricultura sustentável. A FBN já é considerada a principal fonte de nitrogênio da agricultura brasileira e atende a 76% da demanda doméstica, principalmente no plantio de soja, onde está presente em 75% da área cultivada (ANDA, 2021).

¹⁸⁸ Cerca de 55,7 milhões de ha (IBGE, 2017).

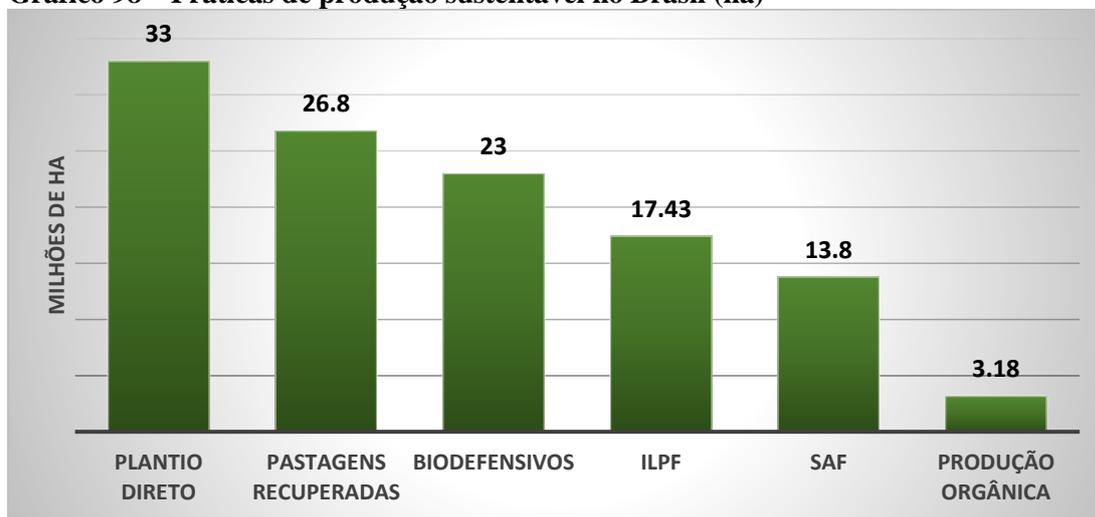
Uso de bio defensivos

Já o controle biológico de pragas e doenças, por meio de bio defensivos, além de reduzir o uso de agrotóxicos contribui para a manutenção da biodiversidade e para a redução de custos na produção (ver item 6.3). O MAPA registrou, até outubro de 2022, 578 produtos de controle biológico, com baixo impacto ambiental, que podem ser utilizados inclusive na agricultura orgânica. De acordo com dados da Embrapa¹⁸⁹, o Brasil contabilizava cerca de 23 milhões de hectares tratados com produtos biológicos para controle de pragas e doenças em 2019.

Por fim, podem ser mencionadas: a adubação orgânica (utilizada em 12% dos estabelecimentos agrícolas), o plantio em curvas de nível (9,4% dos estabelecimentos), a rotação de culturas (18,6%) e o pousio ou descanso dos solos (13,7%) (IBGE, 2017).

A título comparativo, o Gráfico 98 reúne algumas práticas de produção sustentável quanto à área de abrangência no Brasil. Note-se que os números disponíveis para essas áreas variam quanto ao ano de referência e que algumas dessas práticas podem se sobrepor quanto à área. Os números indicam que, a despeito do passivo ambiental acumulado ao longo das últimas décadas, pautado por um modelo de agricultura extensiva, houve uma melhoria de alguns indicadores de sustentabilidade.

Gráfico 98 – Práticas de produção sustentável no Brasil (ha)



Fonte: Plantio Direto em 2017 (IBGE, 2017); pastagens recuperadas em 2018 (FERREIRA JÚNIOR, 2020); área tratada com produtos biológicos para controle de pragas e doenças em 2019 (EMBRAPA, 2021); área destinada aos sistemas de ILPF em 2020 (REDE ILPF, 2021); área de SAF em 2017 (IBTGE, 2017); área de produção orgânica certificada (agricultura e extrativismo) em 2020 (WILLER *et al*, 2021 e 2023).

¹⁸⁹ Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/46366490/brasil-e-lider-mundial-em-tecnologias-de-controle-biologico>. Consultado em out. 2021.

Áreas com práticas agrícolas mais impactantes ao meio ambiente

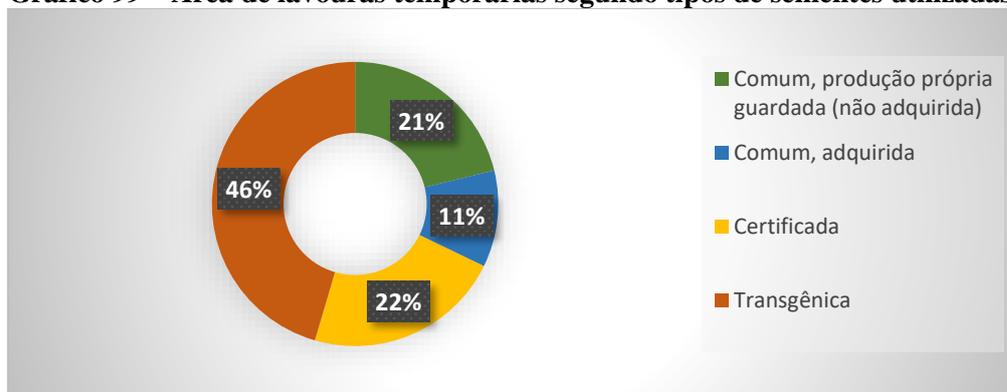
Por outro lado, cabe confrontar o avanço das práticas sustentáveis com aquelas consideradas mais impactantes ao meio ambiente, ou menos sustentáveis. Como visto (Capítulo 4), a agricultura pode causar impacto ambiental em relação a diversos fatores, como: desmatamento; degradação do solo; queimadas; degradação dos recursos hídricos; contaminação por agrotóxicos e fertilizantes; perda de biodiversidade, impacto de OGMs e emissão de GEE.

Destacam-se, aqui, os impactos relacionados a degradação do solo em pastagens mal manejadas, uso de agrotóxicos e cultivo de transgênicos, visto que essas práticas estão entre os principais desafios a serem enfrentados para o avanço da agricultura sustentável no País.

Em relação às áreas de pastagens, observa-se que 81,4 milhões de ha (49% da área de pastagens) ainda apresentavam sinais de degradação (de leve a severa) em 2018 (FERREIRA JÚNIOR, 2020).

Quanto aos transgênicos, em 2019 o Brasil era o 2º país com maior área de cultivo no mundo, com 52,8 milhões de ha (aumento de 3% em relação a 2108), atrás apenas dos EUA, com 71,5 milhões de ha (ISAAA, 2019). A cultura predominante no Brasil é a soja (66%), seguida do milho (31%) e algodão (6%). De acordo com o Censo Agropecuário 2017, 46% da área de lavouras temporárias (67,6 milhões de ha) era plantada com sementes transgênicas (incluindo 36% da área de agricultura familiar), embora apenas 10% dos estabelecimentos utilizassem essas sementes (Gráfico 99) (IBGE, 2017).

Gráfico 99 – Área de lavouras temporárias segundo tipos de sementes utilizadas (2017)



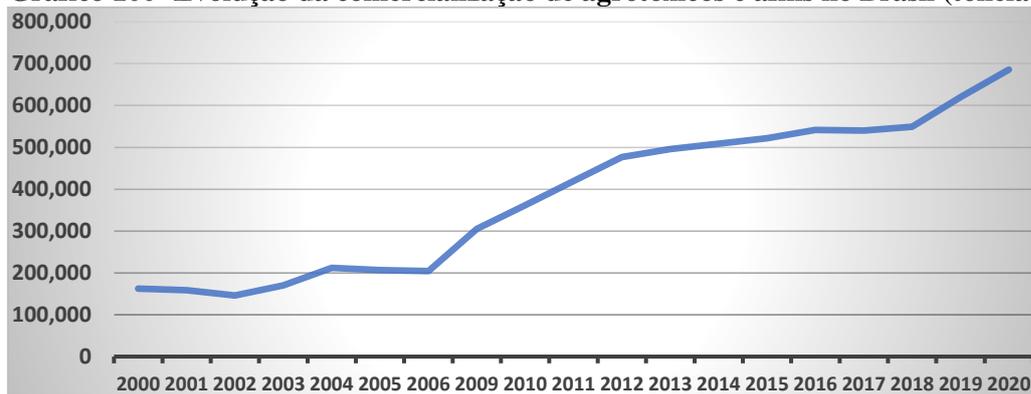
Fonte: IBGE (2017). Elaboração da autora.

Em relação ao uso de agrotóxicos, o Brasil é o terceiro maior consumidor no mundo (depois da China e EUA), o equivalente a 8,99% do total mundial (FAOSTAT, 2022). O Censo Agropecuário 2017 não traz a área de uso de agrotóxicos, mas apenas o número de

estabelecimentos que os utilizam, que chegam a 33% no total e a 50% naqueles com maiores áreas de lavouras (faixa acima de 500 ha) (IBGE, 2017).

A área tratada¹⁹⁰ foi de 1,883 bilhão de hectares, com aplicação de 1,2 milhão de toneladas em 2021 (SINDVEG, 2022). A comercialização vem aumentando a cada ano, passando de 162,4 mil toneladas em 2000, para 685,7 mil toneladas em 2020 (Gráfico 100).

Gráfico 100- Evolução da comercialização de agrotóxicos e afins no Brasil (toneladas)

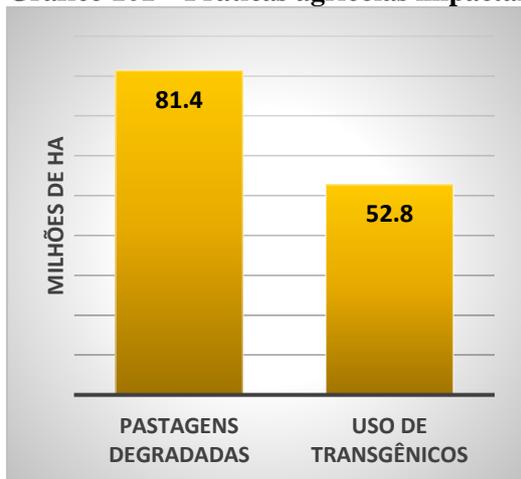


Fonte: Ibama (2020). Elaboração da autora.

Nota: Não estão disponíveis os dados para os anos 2007 e 2008, sendo 2020 o último ano de atualização na data consultada (10 fev. 2022).

A título comparativo, o Gráfico 101 reúne algumas práticas agrícolas mais impactantes ao meio ambiente: áreas de pastagens degradadas por falta de manejo adequado e uso de transgênicos. Os dados variam quanto ao ano de referência. Não é possível quantificar a área com uso de agrotóxicos, uma vez que esta informação não consta no Censo Agropecuário 2017 e que as informações de área tratada segundo o Sindveg (2022) podem incluir mais de uma aplicação na mesma área. Vale lembrar que o aumento do uso de sementes transgênicas se reflete no crescimento do uso de agrotóxicos, já que os cultivos transgênicos geralmente estão associados ao uso de herbicidas, que representam cerca de 43% do volume de agrotóxicos comercializado no Brasil (IBAMA, 2020).

¹⁹⁰ A área tratada é o resultado da multiplicação da área cultivada em hectares pelo número de aplicações de defensivos e, ainda, pelo número de produtos formulados em cada uma das aplicações (SINDIVEG, 2022). Ou seja, uma mesma área, pode receber várias aplicações de diferentes agrotóxicos ao longo do ano.

Gráfico 101 – Práticas agrícolas impactantes ao meio ambiente (ha)

Fonte: Pastagens degradadas em 2018 (FERREIRA JÚNIOR, 2020); área de transgênicos em 2019 (ISAAA, 2019). Elaboração da autora.

Observa-se que, apesar do avanço em práticas de produção sustentável no País (Plantio Direto, pastagens recuperadas, uso de bio defensivos, ILPF, SAF e produção orgânica), os números associados a práticas mais impactantes ao meio ambiente (pastagens degradadas por falta de manejo, uso de agrotóxicos e transgênicos) e a proporção que ocupam na área de uso agropecuário, ainda representam um grande desafio para a sustentabilidade da agricultura e para a IPA com a política agrícola no Brasil.

10. CONCLUSÃO

*Não cessaremos nunca de explorar
E o fim de toda a nossa exploração
Será chegar ao ponto de partida
E o lugar reconhecer ainda
Como da primeira vez que o vimos.*

T.S. Eliot

Como alimentar a todos sem degradar o meio ambiente pode ser um dos principais problemas colocados para a atual geração. Nesse sentido, os cenários mundiais de aumento populacional, e consequente aumento da demanda por alimentos, colocam o Brasil em destaque, devido ao seu potencial para atender a parte substancial da demanda projetada. De fato, o Brasil está entre os países com maiores áreas aptas à agricultura no mundo e ainda poderia multiplicar essa área por meio da recuperação de áreas degradadas, sem a necessidade de destruição de reservas de vegetação nativa. Dessa forma, não é exagero dizer que o modelo de produção agrícola escolhido pelo País para as próximas décadas terá um impacto mundial.

Considerando-se, entre outros fatores, o peso da produção agropecuária na economia brasileira – o PIB do agronegócio responde por quase um terço do PIB nacional (Esalq/USP, 2022), enquanto as exportações do setor representam mais de 43% das exportações brasileiras (IPEA, 2022) – e que os estabelecimentos rurais ocupam 351 milhões de ha, cerca de 41% do território nacional (IBGE, 2017), fica evidente que a implementação dos objetivos da política ambiental, passa, necessariamente, por uma política agrícola que promova a gestão sustentável nas propriedades rurais.

Esse trabalho buscou analisar a trajetória da política agrícola brasileira recente no nível federal, até o ano de 2022, quanto à convergência (integração) ou conflito (incoerência) com a política ambiental brasileira. Além disso, foram discutidos os desafios para o progresso na integração (IPA) entre essas políticas, a partir da análise de como a temática ambiental, enquanto política transversal, tem sido apropriada pelo setor agrícola no Governo Federal e quais as abordagens de governança sobre o tema.

No intuito de se responder a essas questões, e em atendimento ao objetivo geral proposto, a trajetória percorrida nesse estudo, além de revisar os conceitos teóricos relacionados ao tema, buscou: caracterizar a agropecuária brasileira na atualidade; apontar as principais questões associadas aos impactos ambientais da atividade agropecuária, particularmente no

Brasil; identificar e analisar as principais políticas ambientais e agrícolas brasileiras relacionadas à agricultura sustentável; e apontar os conflitos e as convergências entre as políticas ambiental e agrícola.

Como visto, a IPA com a política agrícola se baseia na adoção de um conjunto diversificado de estratégias ou mecanismos, que incluem a implementação de instrumentos legais; instrumentos de coordenação e colaboração intersetoriais e instrumentos de políticas públicas (arranjos institucionais, programas e recursos financeiros). Tais mecanismos contribuem para o poder institucional necessário para influenciar, direcionar, decidir e coordenar a atuação dos ministérios e órgãos responsáveis pelas políticas relacionadas a sistemas sustentáveis de produção.

As análises efetuadas demonstram que a integração da política ambiental com diferentes setores de governo é uma tarefa complexa, que inclui o equacionamento ou gerenciamento de conflitos, tensões e *trade-offs*. Assim, uma interpretação realista mostra que a IPA também demanda um considerável esforço em pesar as diferentes partes no processo decisório, já que na “disputa” entre os objetivos ambientais e de cada política setorial, existem oportunidades “ganha-ganha”, quando há convergência de objetivos, mas também ocorrem situações de “ganha-perde” (NILSSON, ECKERBERG e PERSSON, 2007).

No entanto, torna-se claro que se não houver um trabalho colaborativo entre os setores, o quadro pode evoluir para um resultado de perdas conjuntas. Assim, no caso da interação entre a política ambiental e agrícola, eventuais conflitos não podem mais ser reduzidos a duas posições extremas – “meio ambiente” *versus* “produção” – *business as usual* não é mais uma opção.

Ao longo da história, a relação entre meio ambiente e produção agrícola no Brasil foi marcada por antagonismos. O País teve grandes porções do território desmatadas para a expansão agropecuária, além de áreas significativas degradadas por práticas agrícolas predatórias. O modelo convencional aplicado por muitas décadas foi o de “limpar” e cultivar a terra, frequentemente até que os solos estivessem severamente esgotados e inférteis. Quando a capacidade produtiva do solo se tornava reduzida, a regra geral era a de abandonar a terra, ou subutilizá-la como pastagem degradada, e passar a desmatar novas áreas. A prática desse modelo chegou ao ponto de áreas de terras degradadas ou abandonadas excederem as utilizadas para a agricultura em lavouras (BODDEY *et al*, 2003). Dessa forma, independentemente do conceito de “agricultura sustentável” adotado, a exploração da terra para a produção agrícola e animal no Brasil foi pautada, historicamente, por um modelo de baixa sustentabilidade.

Nas últimas décadas, o País vem experimentando um forte crescimento em sua produção agropecuária, a qual esteve inicialmente associada ao aumento da área e, posteriormente, aos ganhos de produtividade. A partir da década de 1990, a intensificação e modernização tecnológica da agricultura, em grande parte baseadas em tecnologias desenvolvidas pela Embrapa, permitiram desacelerar e mesmo reverter, em algumas áreas, a espiral do desmatamento.

Existem cerca de 92.7 milhões de ha em áreas preservadas com matas nos estabelecimentos agropecuários (IBGE, 2017), o que corresponde a cerca de 33% do total de áreas preservadas com vegetação nativa no Brasil. Para efeito comparativo, o conjunto de Unidades de Conservação Integral preserva em torno de 9,4% da vegetação nativa no país¹⁹¹ e as Terras Indígenas 13,8% (EMBRAPA, 2021). Globalmente, 75% de todo o desmatamento foi atribuído à agricultura (SHAW, 2018). Se no Brasil essa proporção é de 30% do território, contribui o fato de a legislação brasileira exigir que as propriedades agrícolas reservem terras privadas para conservação e proteção da vegetação nativa.

A partir dos anos 2000, foram formuladas políticas públicas voltadas para sistemas sustentáveis de produção, as quais passaram a ter o apoio da política de crédito agrícola, com a adoção de critérios e linhas específicas voltadas para práticas produtivas sustentáveis –as linhas verdes do Pronaf e Programa ABC. Em termos de políticas públicas e do tempo necessário para o alcance de resultados expressivos de qualidade ambiental, este é um prazo ainda bastante reduzido para transformações que levem a uma mudança de trajetória em grande escala.

Conquanto o debate sobre o desenvolvimento rural sustentável tenha se ampliado e iniciativas importantes tenham sido implementadas, as evidências apontam para resultados ainda parciais, já que o volume de recursos e a área de implantação dessas políticas no território nacional mostra números proporcionalmente minoritários, quando comparados à área e recursos destinados à agricultura industrial. O espaço da agricultura orgânica, por exemplo, continuou restrito, devido à ênfase política e econômica no modelo de agronegócio, baseado em grandes monoculturas, uso intensivo de insumos químicos, agrotóxicos e sementes geneticamente modificadas.

Tecnologias economicamente viáveis, tanto para a transição para sistemas mais sustentáveis quanto para a recuperação de pastagens já estão disponíveis. Essas tecnologias

¹⁹¹ Considerando-se as UCs federais, estaduais e municipais. As UCs de Proteção Integral têm o objetivo básico de preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, salvo exceções (Lei Nº 9.985/2000, Art.7º).

foram desenvolvidas por pesquisadores brasileiros e testadas por muitos agricultores, com resultados compensadores. Entre as tecnologias desenvolvidas estão a do Plantio Direto, SAFs, de sistemas de ILPF e às relativas aos bioinsumos.

Embora a adoção de tais práticas tenha avançado a cada ano, o número total de agricultores que as utilizam ainda é reduzido, representando apenas uma parcela da produção em lavouras e pastagens. Isso ocorre porque sua adoção não é um processo sem custo para os agricultores. Eles precisam fazer o processo de transição agroecológica, pois não podem simplesmente cortar o uso de fertilizantes ou pesticidas ou introduzir uma nova tecnologia e esperar manter os mesmos resultados em seus sistemas agrícolas. Os processos biológicos necessários para os agroecossistemas sustentáveis também levam tempo para serem estabelecidos. Além disso, os agricultores que adotam sistemas mais sustentáveis ainda têm que lidar com externalidades agrícolas associadas à agricultura intensiva, tais como a contaminação hídrica por agrotóxicos de lavouras vizinhas.

No que se refere à coordenação entre as políticas ambiental e agrícola, verificou-se que, por um lado, existem diversas políticas públicas do Governo Federal voltadas para incentivar sistemas e práticas sustentáveis de produção na agropecuária, como as políticas voltadas à produção orgânica e ao uso de bioinsumos. Por outro lado, o Brasil continua com um crescimento contínuo do consumo de agrotóxicos, apoiado por isenção tributárias, e do uso de transgênicos (os quais estão frequentemente associados), para os quais a área de uso vem se expandindo anualmente, inclusive na agricultura familiar.

Houve avanços no sentido de superar alguns aspectos da histórica incongruência entre as políticas agrícolas e ambientais no Brasil, mas os movimentos entre as duas políticas são contraditórios – por vezes convergentes, por vezes ainda conflitantes. Por um lado, observa-se que muitas questões ambientais vêm sendo percebidas e internalizadas pelo setor agrícola em ações concretas, que vão além do nível meramente intencional ou discursivo. Por exemplo, além de iniciativas preventivas, por meio da incorporação de objetivos ambientais em diversos instrumentos legais relacionados à agricultura, foram implementadas algumas iniciativas que vão além das medidas mínimas prescritas nas regulamentações ambientais. No entanto, embora exista convergência entre algumas agendas e objetivos comuns, ainda persiste um desalinhamento (lacunas, sobreposições, conflitos) entre as políticas, o que aponta para a dificuldade governamental de conciliar aspectos econômicos, ambientais e sociais entre órgãos setoriais com diferentes visões.

Assim, as condições para que atuação governamental integrada ocorra ainda não se concretizaram totalmente. Institucionalmente, dois ministérios distintos desenvolvem políticas

de modo independente, de modo que as iniciativas voltadas à produção sustentável ocorrem com reduzida interação ou coordenação horizontal. Nesse sentido, confirma-se a hipótese proposta, de que a integração entre as políticas ambientais e agrícolas ainda seria pouco desenvolvida ou insuficiente no Brasil.

Para maior coerência ou convergência na atuação das duas políticas, de modo a se romper silos setoriais, seriam desejáveis mecanismos formais de coordenação interministerial, em um nível mais alto ao dos planos setoriais e de colegiados que ainda permanecem alinhados a ministérios específicos. Entre esses mecanismos estaria o planejamento de longo prazo, multisetorial, o qual poderia contribuir para promover o alinhamento e a integração entre as políticas, corrigir distorções e criar maior sinergia entre elas. Além disso, poderiam ser criados grupos de trabalho entre os dois setores, para um trabalho colaborativo e troca mais regular e formal de informações, de modo que as áreas ambiental e agrícola possam estabelecer metas, programas e instrumentos conjuntos para lidar com as questões intersetoriais.

10.1 Oportunidades, obstáculos e desafios

A seguir, são elencados alguns dos desafios identificados nesse estudo para uma maior IPA com a política agrícola, considerando-se que as políticas orientadas ao setor têm um papel importante para a produção sustentável, a qual não pode basear-se apenas na autorregulação do mercado.

Indicadores e bases de dados

Primeiramente, destaca-se a ausência de indicadores consensuados e bases de informação integradas relacionadas ao desenvolvimento da agropecuária sustentável. Como visto (capítulo 02, item 2.4), um esforço em direção ao estabelecimento de métricas e indicadores está sendo desenvolvido no âmbito dos ODS em diversos temas, entre os quais a agricultura sustentável, no ODS 2 “Fome Zero e Agricultura Sustentável”.

No entanto, ainda não foram definidos pelo IBGE indicadores e a forma de coleta de dados para algumas metas do ODS 2, entre as quais a mensuração da agricultura sustentável no País. Os dados disponíveis ainda são dispersos em diversos estudos e bases de dados, seguem diferentes metodologias e dificultam a realização de estudos comparativos. Assim, a falta de bases de informação integradas se constitui em um obstáculo para o planejamento governamental da área.

Alocação de recursos adicionais para sistemas produtivos sustentáveis

Como visto, o grande problema para alcançar melhores resultados na agricultura sustentável no Brasil não está no desenvolvimento de práticas agrícolas sustentáveis, mas na sua adoção em larga escala. Para tanto, as políticas públicas devem avançar, para que tais sistemas saiam da escala de “demonstrativos” ou de um nicho de mercado para que alcance uma escala de corrente principal (*mainstream*) na economia agrícola.

Para essa expansão, cabe destinar um maior volume de recursos e promover melhor acesso, sobretudo dos pequenos produtores, às linhas de produção sustentável no crédito rural. Como visto no Capítulo 7, essas linhas (Programa ABC e linhas verdes do Pronaf) representam atualmente menos de 1% do total do crédito rural contratado.

Em especial, é necessário maior apoio aos agricultores familiares, que representam 77% dos estabelecimentos agropecuários e respondem por uma grande parte dos produtos que compõem a cesta básica dos brasileiros. O setor também tem um grande peso na agricultura orgânica, já que dentre os estabelecimentos que praticavam produção orgânica certificada, 76% eram formados por agricultores familiares. Além disso, 78% dos estabelecimentos que adotavam SAFs eram de agricultura familiar (IBGE, 2017). No entanto, o apoio para que os agricultores familiares avancem em sistemas agrícolas sustentáveis ainda é limitado. Vimos que apenas cerca de 1% do valor que vem sendo contratado no Pronaf está sendo aplicado em suas linhas de produção sustentável. O maior acesso ao crédito seria necessário para assistência técnica e investimentos tecnológicos em intensificação produtiva e novas tecnologias de produção sustentável, já que os pequenos agricultores, além das adaptações produtivas necessárias, devem custear a certificação para que seus produtos tenham maior acesso ao mercado. O apoio aos pequenos agricultores também pode vir por meio de mais recursos destinados aos programas de compras governamentais da agricultura familiar – Programa Alimenta Brasil (antigo PAA) e PNAE – os quais apoiam a aquisição de alimentos orgânicos ou agroecológicos (ver capítulo 6).

Além disso, é importante divulgar e estimular a expansão dos títulos verdes, para atrair o capital privado para o financiamento de sistemas sustentáveis. É desejável, ainda, o apoio a mais estudos que demonstrem a rentabilidade das práticas sustentáveis em comparação às

convencionais, já que os benefícios potenciais de sistemas mais sustentáveis ainda levantam questões quanto a possíveis perdas em produtividade. Por exemplo, a adoção de bioinsumos no controle biológico de pragas e em técnicas de fertilização vem se mostrando como alternativa promissora para reduzir os custos nas propriedades agrícolas, em substituição ao uso de insumos químicos.

Considerando-se que a manutenção de áreas naturais preservadas gera despesas de manutenção e proteção, além do custo de oportunidade do uso da terra, é importante, também, que os agricultores que têm contribuído na provisão de bens públicos e serviços ecossistêmicos tenham maior acesso a mecanismos de compensação. Nesse sentido, maiores investimentos na aplicação da PNPSA (Lei Nº 14.119/2021) poderão contribuir para premiar os que conservaram os recursos naturais em suas terras e mesmo incentivar os agricultores a restaurarem a vegetação nativa para além do mínimo necessário, indicando ao produtor rural que vale a pena conservar e que essa é uma atitude que será valorizada. Como apontam Araújo e Valle (2013):

Em nosso entender, um passo fundamental seria ‘esverdear’ as políticas agrícolas para, numa realidade em que o cumprimento estrito da lei é a exceção, premiar aqueles que o fazem, financiar os que a querem cumprir e aumentar o ônus sobre aqueles que não querem se ajustar (p.6).

Recuperação de pastagens degradadas

O fato de a área de produção agropecuária ser formada por 71% de pastagens (naturais e plantadas), com cerca de 160 milhões de hectares (IBGE, 2017) indica a importância de pastagens bem manejadas para o uso sustentável da terra. Atualmente, cerca de 52% das áreas de pastagens (89 milhões de hectares) apresentam algum nível de degradação (MAPBIOMAS, 2022; CARLOS *et al*, 2022). Nesse sentido, a recuperação de pastagens degradadas, principalmente no Cerrado e na Amazônia, é considerada como a nova “fronteira agrícola” do País – uma estratégia “ganha-ganha”, capaz de tanto alavancar a produção agropecuária, quanto evitar a expansão do desmatamento (FELTRAN-BARBIERI e FÉRES, 2021).

A recuperação de pastagens, vista como um ponto central da transição do uso da terra para uma agricultura mais ambientalmente sustentável no Brasil (Lapola *et al*, 2014), está atrelada à adoção de estratégias variadas, como o uso de sistemas integrados de ILPF (TELLES e RIGHETTO, 2019).

Estima-se que para recuperar e reformar todas as áreas de pastagem que apresentam algum nível de degradação seriam necessários, aproximadamente, R\$ 383,77 bilhões ou US\$

77,46 bilhões, tendo como base um horizonte de investimento de dez anos (CARLOS *et al*, 2022). Esses números indicam que ainda há um grande trabalho a ser feito para que seja possível a recuperação das pastagens no Brasil, em todos os biomas.

Comércio internacional

Tem se tornado medida comum no comércio internacional a exigência de produtos que possuam certificação de boas práticas ambientais na sua produção, levando inclusive ao surgimento de barreiras técnico-sanitárias que dificultam a entrada de produtos em desacordo às normas vigentes no mercado de destino.

Em 2022, o Parlamento Europeu aprovou o *Deforestation Regulation*, proposta para criação de uma norma proibindo a comercialização, importação e exportação de produtos agropecuários associados ao desmatamento (MUNHOZ *et al*, 2022). A tendência é que a demanda do comércio internacional por produtos agrícolas sustentáveis aumente, assim como as restrições a produtos que não atendam às exigências ambientais. Ou seja, as exigências dos mercados internacionais são, ao mesmo tempo, fator de risco e oportunidades de novos negócios. Assim, para fortalecer uma posição de liderança no comércio internacional, a agroindústria precisa se adequar para cumprir, também, exigências do mercado de exportação, principalmente europeu, que vem pressionando o setor a atender às normas ambientais.

Intensificação produtiva sustentável

Vimos que a transição da agricultura brasileira para um padrão mais intensivo (com aumento da produção por unidade de área) representa um ganho ambiental importante e vem contribuindo para “poupar terra” e diminuir o desmatamento. No entanto, viu-se que a produtividade ainda pode ser bastante melhorada - estima-se que a produção agrícola poderia aumentar entre 79% e 105% e a produção de carne em 27% sem a necessidade de desmatamento (ASSUNÇÃO E BRAGANÇA, 2019).

O maior investimento em melhorias tecnológicas é uma parte da resposta para maior intensificação, sobretudo para os pequenos produtores. Contudo, algumas técnicas de intensificação do uso da terra, tais como o maior uso de agrotóxicos e fertilizantes, também podem ter efeitos adversos ou externalidades ambientais negativas. Além disso, a necessidade de uso intensivo desses insumos vem impactando a lucratividade dos agricultores, que gastam

cada vez mais com fertilizantes químicos e pesticidas, variedades caras de sementes e maquinários (SHAW, 2018).

Assim, as políticas agrícolas também precisam avançar em abordagens de intensificação sustentável, nas quais os agroecossistemas, além de utilizarem práticas que diminuam a dependência de insumos químicos, sejam trabalhados como mosaicos mais complexos, que se assemelhem ou se integrem aos ecossistemas naturais em termos dos serviços que podem fornecer. Ou seja, uma abordagem integrada da paisagem, como está sendo proposto como um dos pilares do Plano ABC+.

Portanto, destaca-se a existência de diferentes estratégias de conservação ambiental na agricultura: de um lado, a estratégia “poupa terra” que foca no aumento da produtividade e defende que a intensificação agrícola, geralmente baseada na monocultura e no uso de tecnologias alto impacto pode ser boa do ponto de vista ambiental, por aumentar a produtividade e diminuir a necessidade de abrir novas áreas para aumentar a produção. De outro lado, está a estratégia voltada para “mosaicos produtivos”, com foco na diversificação produtiva associada a técnicas de manejo conservacionistas de baixo impacto ambiental. Essa segunda estratégia, considera que a manutenção de áreas de vegetação natural próximas às áreas cultivadas é importante não apenas para a conservação ambiental, mas para a própria produção agrícola. O avanço da tecnologia vem mostrando que essas duas estratégias não precisam, necessariamente, ser conflitantes. Pode-se alcançar elevados índices de produtividade associados a tecnologias menos impactantes.

10.2 Considerações finais

A realização desse estudo contribuiu para demonstrar a complexidade do processo de análise da integração de uma determinada política setorial em relação à política ambiental (IPA). Essa análise pressupõe o conhecimento, tanto da política ambiental e seus instrumentos, quanto do histórico de atuação, instrumentos legais, estrutura institucional, programas e resultados alcançados pela política setorial estudada em relação às questões ambientais. A tarefa é desafiadora e demanda, ao mesmo tempo, poder de síntese, de modo a se capturar o quadro geral com os pontos principais relacionados à política setorial, quanto o esforço de analisar, no grau de profundidade adequado, os pontos destacados.

Por outro lado, a agricultura brasileira é, também, bastante complexa e diversificada – ocorre em sistemas que variam em diferentes graus de sustentabilidade, que vão desde modelos mais predatórios ao meio ambiente até os mais sustentáveis, os quais se aproximariam de um

modelo de matriz agroecológica. Como visto no Capítulo 2, a abrangência do conceito de agricultura sustentável permite abrigar desde aqueles que se contentam com simples ajustes no atual padrão produtivo – porém praticado com maior eficiência e “racionalidade” – até aqueles que veem nessa noção um objetivo de longo prazo, que possibilite mudanças estruturais e aprofundadas no sistema produtivo.

Do mesmo modo, há um espectro que vai de uma menor a maior integração a ser atingido em relação à IPA, sendo que em algum momento deverá ser negociado e decidido o ponto de “suficiente” IPA, considerando-se os custos e benefícios com os demais setores. Tal como apontado por Grindle (2010), os objetivos políticos devem ser colocados em uma perspectiva não ideal ou excessivamente ambiciosa, mas “boa o suficiente” para considerar no mundo real, onde as capacidades humanas e os recursos de tempo e recursos são limitados, as iniciativas mais importantes (ou essenciais) para o desenvolvimento.

Além dos pontos aqui estudados (instrumentos financeiros, legais e de coordenação e colaboração intersetoriais, entre outros), não se pode negligenciar, ainda, a dinâmica de poder que está por trás da implementação de políticas conflitantes, a qual pode dificultar o alcance de melhores resultados. Por exemplo, alguns grupos econômicos (como os fabricantes de agrotóxicos), que podem ter perdas com políticas de agricultura sustentável e possuem influência na arena de negociação de políticas públicas, podem opor resistência e impedir reformas ou minar o comprometimento para o avanço dessas políticas (MORAES, 2019). Ou seja, não se pode desconsiderar os conflitos de discursos, arenas de disputa de poder e coalizões¹⁹² entre os diferentes atores políticos e a necessidade de se articular com diversos setores políticos e econômicos para negociar os possíveis *trade-offs* para alcançar soluções duradouras.

Analisamos, nesse trabalho, a integração da área ambiental com outro setor dentro do próprio governo. Mas cabe salientar que, considerando-se os limites de recursos públicos, as instituições públicas precisam, também, ultrapassar os limites de sua estrutura e funções por meio de conexão com variadas organizações e atores externos da sociedade, criando parcerias e construindo alianças e coalizões (AGRANOFF, 2012). Esses processos de governança, que perpassam as fronteiras das organizações do setor público, apontam não apenas para a atuação em relações entre duas ou mais partes, mas em redes colaborativas, capazes de enfrentar a complexidade dos desafios ambientais e somar esforços e recursos. Ou seja, não apenas as

¹⁹² Coalizões são grupamentos informais compostos por atores de diferentes tipos ligados em razão do compartilhamento de crenças direcionadas a um determinado tema de política pública, que tentam influenciar as decisões governamentais nesse domínio (Sabatier e Jenkins-Smith, 1993).

instituições políticas, como as organizações sociais em geral, precisam avançar nessas questões, uma vez que o uso sustentável da terra depende de uma ampla governança ambiental colaborativa, que envolve variados atores governamentais e não governamentais (MOURA, 2019).

Por fim, a integração de políticas é um processo dinâmico, e não um ideal. A mudança para um padrão de produção agrícola mais sustentável depende não apenas do acesso a novas técnicas, mas de um aprendizado cultural que perpassa gerações para se consolidar e prover resultados duradouros. Em outras palavras, as escolhas passadas exercem um efeito de constrangimento sobre o que se pode alcançar com políticas públicas que busquem mudanças, em razão da tendência inercial dessas escolhas, como explicita o conceito de dependência da trajetória, ou *path dependence* (MAHONEY, 2000; PIERSON, 2000). Como expressa North (2018), a história importa e o legado do passado condiciona o futuro.

Assim, além de escolhas e investimentos em políticas públicas, o alcance de uma agricultura sustentável em larga escala no país depende de tempo de maturação e de processos e aprendizados sociais, que apontam, também, para o fortalecimento de comunidades, de capital social, do desenvolvimento de capacidades humanas. Como aponta Shaw (2018), uma revolução “antidarwinista”, baseada na evolução por meio da cooperação, em vez da competição.

Considerando-se que as políticas direcionadas à agricultura não podem mais focar exclusivamente no aumento da produção – sabendo-se que isso vem solapando as bases de sustentação do próprio setor agropecuário – a velocidade da trajetória rumo à agricultura sustentável no País precisa ser acelerada. Para tanto, é preciso priorizar as medidas políticas necessárias para superar os desafios e conflitos que se apresentam na atualidade, alguns dos quais aqui apontados.

REFERÊNCIAS

ABIEC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CARNES. **Perfil da pecuária no Brasil: relatório anual**. Brasília: Abiec, 2018 e 2020.

ABRAMOVAY, R. Agricultura familiar e uso do solo. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 73-78, 1997.

ABRASCO. Associação Brasileira de Saúde Coletiva. **Uma política de incentivo fiscal a agrotóxicos no Brasil é injustificável e insustentável**. Rio de Janeiro: Abrasco, 2020.

ABREU, L. S.; BELLON, S.; BRANDENBURG, A.; OLLIVIER, G.; LAMINE, C.; DAROLT, M. R.; AVENTURIER, P. Relações entre agricultura orgânica e agroecologia: desafios atuais em torno dos princípios da agroecologia. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 26, p. 143-160, 2012.

ADELLE, C.; RUSSEL, D. Climate policy integration: A case of De'ja` Vu? **Environmental Policy and Governance**, 23(1), 1–12, 2013.

AGÊNCIA BRASIL. **Comissão Nacional de Combate à Desertificação é reinstalada**. Agência Brasil, 20/09/2018. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br>.

AGUIAR, R. C. **Abrindo o pacote tecnológico**. São Paulo: Polis/CNPq, 1986.

AGUIAR, M. V. A. Educação em agroecologia: que formação para sustentabilidade? **Agriculturas**, v. 7, n. 4, p. 4-6, dez. 2010.

AGRANOFF, Robert. **Collaborating to manage: a primer for the public sector**. Washington: Georgetown University Press, 2012.

AGRAWAL, A; Lemos, M.C. Environmental Governance. **Annual Review of Environment and Resources**, 31: 297-325, 2006.

ALBERGONI, L. e PELAEZ, V. Da Revolução Verde à agrobiotecnologia: ruptura ou continuidade de paradigmas? **Revista de Economia**, v. 33, p. 31-53, Editora UFPR, jan./jun, 2007.

ALBUQUERQUE, A. C. S. e SILVA, A. G. **Agricultura tropical: Quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**, volumes 1 e 2. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

ALFORD, John; HEAD, Brian W. Wicked and less wicked problems: a typology and a contingency framework, **Policy and Society**, 36:3, 397-413, 2017.

ALMEIDA, R. G.; MEDEIROS, S. R. **Emissões de gases de efeito estufa em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. In: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G. **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável**. Brasília: Embrapa, 2015.

ALMEIDA, P.R. **Sobre Políticas de Governo e Políticas de Estado: distinções necessárias**. Instituto Millenium, 07/04/2016. Disponível em: [Sobre políticas de governo e políticas de Estado: distinções necessárias - Instituto Millenium](#). Acesso em 07/11/2022.

ALONS, Gerry. Environmental policy integration in the EU's common agricultural policy: greening or greenwashing? **Journal of European Public Policy**, 24:11, 1604-1622, 2017.

ALTAFIN, I. G. **Sustentabilidade, políticas públicas e agricultura familiar: uma apreciação sobre a trajetória brasileira**. 2003. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

ALTIERI, M.A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 74, 19-31, 1999.

_____. **Agroecology: the science of sustainable agriculture**. Second edition. NW: CRC Press Taylor & Francis Group, 2018

_____. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 1ª ed. Guaíba, Editora Agropecuária, 2002.

ALVES, F. V. *et al.* Carne carbono neutro: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos. **Embrapa Documentos**, n. 210. Brasília: Embrapa, 2015.

ALVES, F. V.; LAURA, V.A.; ALMEIDA, R.G. **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável**. Brasília: Embrapa, 2015.

ALVES, R. N.B; HOMMA, A.K.O. O fogo na agricultura da Amazônia. In: ALVES, R. N.B.; MODESTO JÚNIOR, M. S. (Eds.) **Roça sem fogo: da tradição das queimadas à agricultura sustentável na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2020.

ALY JUNIOR, O Projetos de Desenvolvimento Sustentável (PDS'S) e os Desafios na Construção de Novas Políticas de Assentamento. **Retratos de Assentamentos**, 14(2), 283-304, 2011.

AMÂNCIO, C. O. G.; AMÂNCIO, R. Indicadores de sustentabilidade social em agroecossistemas: reflexões e aplicabilidade para o desenvolvimento local. In FERREIRA, J.M.L; ALVARENGA, A.P; SANTANA, D.P.; VILELA, M.R. (Eds.) **Indicadores de sustentabilidade em sistemas de produção agrícola**. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Belo Horizonte: EPAMIG, 2010.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020**. Informe anual. Brasília: ANA, 2020.

_____. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. - 2. ed. Brasília: ANA, 2021.

ANDA. ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Principais indicadores do setor de fertilizantes**: janeiro de 2021. São Paulo: Anda, 2021. Disponível em: https://anda.org.br/wpcontent/uploads/2021/06/Principais_Indicadores_2021.pdf. Acesso em: 28 jun. 2021.

ANDA. **Fertilizantes entregues ao mercado**. Pesquisa setorial. Disponível em: https://anda.org.br/pesquisa_setorial/. Acesso em jan. 2023.

ANDRADE, Daniel C.; FASIABEN, Maria do Carmo R. **A utilização dos instrumentos de política ambiental para a preservação do meio ambiente**: o caso dos pagamentos por serviços ecossistêmicos (PSE). In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 8., 2009, Cuiabá. Anais [...]. Cuiabá, 2009.

ANTONACCIO, L. *et al.* **Ensuring greener economic growth for Brazil opportunities for meeting Brazil's nationally determined contribution and stimulating growth for a low-carbon economy**. Climate Policy Initiative (CPI)/ Inter-American Development Bank, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/2GrmExz>

ANTONIL, A. J. **Cultura e opulência no Brasil por suas drogas e minas**. Cia. Ed. Nacional, 2ª edição, S. Paulo, 1976.

ANTONINI, Y., ACCACIO, G.M., BRANT, A., CABRAL, B.C., FONTENELLE, J.C.R., NASCIMENTO, M.T., THOMAZINI, A.P. de B.W., THOMAZINI, M.J. Insetos. *In: RAMBALDI, D.M e OLIVEIRA, D.A.S (orgs.) Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. MMA/SBF. Brasília, 2003.

ANDRADE, A. G.; FREITAS, P.L. Prevenção do avanço da degradação e recuperação de terras degradadas. *In: Vilela, G. F.; Bentes, M. P. de M.; Oliveira, Y. M. M. de; Marques, D. K. S. & Silva, J. C. B. (Ed.). Vida terrestre: contribuições da Embrapa*. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. FNP Consultoria/Agros Comunicação, 2017.

ANVISA. **Relatório das amostras analisadas no período de 2017-2018**. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos/arquivos/3770json-file-1>. Acesso em set. 2021.

ARAÚJO FILHO, J. A. **Manejo pastoril sustentável da Caatinga**. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 2013.

ARAÚJO, F.C.; VALLE, R.S. (orgs.) **Política agrícola como vetor para a conservação ambiental**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2013.

ARAÚJO, F.S.M. **Incidência da descontinuidade administrativa na Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica**. Escola Nacional de Administração Pública – ENAP. Brasília: 2020.

ARAUJO, M.; OMETTO, J. ; RODRIGUES FILHO, SAULO ; BURSZTYN, M. ; LINDOSO, D. ; LITRE, G.; GAIVIZZO, L. ; REIS, R. . The socio-ecological Nexus+ approach used by the Brazilian Research Network on Global Climate Change. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 39, p. 62-70, 2019.

ARAÚJO, Suely M. V. G. **Política ambiental no Brasil no período 1992-2012: um estudo comparado das agendas verde e marrom** Brasília. Tese de Doutorado. Instituto de Ciência Política, Universidade de Brasília, 2013.

_____. Environmental Policy in the Bolsonaro Government: The Response of Environmentalists in the Legislative Arena. **Brazilian Political Science Review**, v. 14, 2020.

_____. **(In)execução dos recursos orçamentários do MMA – administração direta**. Observatório do Clima, Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.observatoriodoclima.eco.br/>. Acesso em 30 nov. 2022.

ARIMA, E.Y., BARRETO, P., ARAÚJO, E., SOARES-FILHO, B.. Public policies can reduce tropical deforestation: lessons and challenges from Brazil. **Land Use Policy**, 2014.

ASTIER, M.; MASERA, O.M.; GÁLVAN-MIYPSHI, Y. (Coord.). **Evaluación de sustentabilidad: un enfoque dinámico y multidimensional**. Sociedad Española de Agricultura Ecológica: Catarroja, Valencia, 2008.

ASSAD, E. D. *et al.* Impactos e vulnerabilidades da agricultura brasileira às mudanças climáticas. *In: TEIXEIRA, B. S.; ORSINI, J. A. M.; CRUZ, M. R. (Eds.). Modelagem climática e vulnerabilidades setoriais à mudança do clima no Brasil*. Brasília: MCTIC, 2016.

ASSIS, Renato Linhares. **Agricultura orgânica e agroecologia: questões conceituais e processo de conversão**. Embrapa Agrobiologia, 2005.

ASSUNÇÃO, J.; BRAGANÇA, A. **Caminhos para produção agropecuária sustentável no Brasil**. Climate Policy Initiative, 2019.

ASSUNÇÃO, J.; SOUZA, Priscila. **Os impactos do Crédito Rural na produção agropecuária e no uso da terra: uma análise por linhas de crédito, tipo de produtor e finalidade do crédito**. Resumo para Políticas Públicas. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2020.

ASSUNÇÃO, J.; SOUZA, Priscila. **Desafios financeiros e propostas para produção sustentável no Brasil**. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2020.

ASSUNÇÃO, J.; Souza P.; FERNANDES, P., MIKIO, S. **Does Credit Boost Agriculture? Impacts on Brazilian Rural Economy and Deforestation**. Climate Policy Initiative and Central Bank of Brazil, 2020.

ASSUNÇÃO, J.; GANDOUR, C.; ROCHA R.; ROCHA, R. The effect of rural credit on deforestation: evidence from the Brazilian Amazon. **The Economic Journal**, 130: 290–330, 2019.

AXELROD, Robert. **A evolução da cooperação**. São Paulo: Leopardo Editora, 2010.

AZEVEDO, A.A. **Legitimação da insustentabilidade? Análise do Sistema de Licenciamento Ambiental de Propriedades Rurais – SLAPR (Mato Grosso)**. Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS). Universidade de Brasília (UnB). Brasília: 2009.

BADGLEY, C. et al. Organic agriculture and the global food supply. **Renewable Agriculture Food Systems**, 22:86–108, 2007.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011.

BANCO MUNDIAL. **Relatório de Desenvolvimento Mundial 2017: Governança e a Lei**. Washington. The World Bank, 2017 (versão em português).

BCB – BANCO CENTRAL DO BRASIL. **MCR - Manual de Crédito Rural**. Brasília - DF, 2022a. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/mcr> Acesso em: 11/04/2022.

_____. **Matriz de Dados do Crédito Rural. Crédito concedido**. Quantidade e valor dos contratos por programa e Subprograma. Disponível em: [Matriz de Dados Crédito Rural \(Report\) \(bcb.gov.br\)](https://www3.bcb.gov.br/mcr). Acesso em: 22/08/2022.

BARBOSA, M. **Primeiro CRA verde coletivo recebe selo internacional da Climate Bonds Initiative**. O Globo, 14/06/2021. Disponível em: <https://blogs.oglobo.globo.com/capital/post/>

BARROS, G.S.C; CASTRO, N.R.; ALMEIDA, F.M.S. Direções do crescimento na agricultura. *In* VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Orgs.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: Ipea, 2020.

BAUER, M. W.; KNILL, C. Understanding policy dismantling: An analytical framework. *In* BAUER, M. W et al (Eds.), **Dismantling public policy: Preferences, strategies, and effects** (pp. 30–51). Oxford: Oxford University Press, 2012.

BAUMGARTNER, F. R.; JONES, B. D. **Agendas and instability in American politics**. Chicago: University of Chicago Press, 2009.

BENITES, V. M. **Bases tecnológicas para o desenvolvimento e validação de fertilizantes organominerais a partir de resíduos agrícolas e agroindustriais no Brasil**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/207228/bases-tecnologicas-para-o-desenvolvimento-e-validacao-de-fertilizantes> . Acesso em 11/01/2022.

BENJAMIN, A. H. de V. Hermenêutica do novo Código Florestal. *In: Doutrina: edição comemorativa – 25 anos*. Brasília: STJ, 2014. p. 161-174.

BETTIOL, W. **Biopesticide use and research in Brazil**. Outlooks on pest management, Hemel Hempstead, v. 22, n. 6, p. 280-283, Dec. 2011.

BINGHAM, Lisa B. Collaborative governance. *In: BEVIR, Mark (Ed.) The Sage Handbook of Governance*, Sage: London, 2011.

BODDEY, R. M. *et al* Brazilian agriculture: the transition to sustainability. **Journal of Crop Production**, v. 9, n. 1, p. 593-621, 2003.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. FFLCH – USP. São Paulo: 2017.

BOMMARCO, R.; KLEIJN D.; POTTS, S.G. Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. **Trends in Ecology Evolution**, 28, 230-238, 2013

BRASIL. Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica (Ciapo). **Planapo: Relatório de Balanço 2013-2015**, 2015.

_____. Ministério da Transparência, Fiscalização e Controladoria Geral da União. **Relatório de Avaliação da Execução de Programas de Governo nº 69**: ações relativas à fiscalização ambiental sob responsabilidade do IBAMA. Brasília, 2017.

_____. **Mensagem ao Congresso Nacional**. 4ª Sessão Legislativa Ordinária da 56ª Legislatura. Brasília: Presidência da República, 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/mensagempresidencial/2022/MensagemaoCongressoNacional2022.pdf>

_____. **Governo federal lança Plano Nacional de Fertilizantes para reduzir importação dos insumos**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/governo-federal-lanca-plano-nacional-de-fertilizantes-para-reduzir-importacao-dos-insumos>. Consultado em 31/03/2022.

_____. **Plano Plurianual 2020-2023. Anexo I, Programas Finalísticos**. Ano-base 2022, 2022b. Disponível em: <sem-logo-anexo-i-atualizado-2022.pdf> (www.gov.br)

_____. **Plano Plurianual 2020-2023. Relatório de resultados intermediários**. Ano-base 2022, 2022c. Disponível em: <completo-relatorio-ri-2022.pdf> (www.gov.br)

BRAUN, D. Organising the political coordination of knowledge and innovation policies. **Science and Public Policy**, 35(4), pp. 227–239, 2008.

BRIASSOULIS, H. **Policy integration for complex policy problems: what, why and how**. *In* Paper presented at the Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change: Greening of Policies - Interlinkages and Policy Integration, Berlin, 2004.

- BRIDGE, G. Environmental Governance. In CASTREE, Noel *et al* (Eds) **A companion to environmental geography**. Malden e Oxford, Blackwill Publishing, pp. 475 – 497, 2009.
- BRISOLA, M. V.; MONTEIRO, M. G. Evolução da pecuária no Brasil. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (orgs.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos de Censo Agropecuário**. Brasília: Ipea, 2020.
- BRITO, R. S. D. *et al*. Rochagem na agricultura: importância e vantagens para adubação complementar. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, 6, 2019.
- BRÜHL, C.A.; ZALLER, J.G. Biodiversity decline as a consequence of an inappropriate environmental risk assessment of pesticides. **Frontiers in Environmental Science**. 7:177, 2019.
- BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R. Agriculture and environment: a conflictive and ambiguous antinomy in recent Brazilian development. In: BUAINAIN, A. M.; LANNA, R.; NAVARRO, Z. (Eds.). **Agricultural development in Brazil: the rise of a global agro-food power**. New York: Routledge, 2019. cap. 8, p. 139-151.
- BUAINAIN, A. M.; LANNA, R.; NAVARRO, Z. **Agricultural development in Brazil: the rise of a global agro-food power**. New York: Routledge, 2019. 272 p.
- BUENO, C.R. *et al*. Bioma Amazônia: oportunidades e desafios de pesquisa para produção de alimentos e outros produtos In: VILELA, E. F.; CALLEGARO, G.M.; FERNANDES, G.W. (orgs.) **Biomass e agricultura: oportunidades e desafios**. Rio de Janeiro: Vertente edições, 2019.
- BURSZTYN, M. **O país das alianças: elites e continuísmo no Brasil**. Vozes. Petrópolis: 1990.
- _____. Energia solar e desenvolvimento sustentável no Semiárido: o desafio da integração de políticas públicas. **Estudos Avançados**, 2020. 34. 167-186.
- BURSZTYN, M.; BURSZTYN, M.A. Climate change and the integration of public policies. In ISSBERNER, L.R.; LENA, P. (Ed.) **Brazil in the anthropocene: conflicts between predatory development and environmental policies**. London: Routledge, 2017.
- BURSZTYN, M.A. e BURSZTYN, M. **Fundamentos de política e gestão ambiental: fundamentos do desenvolvimento sustentável**. Garamond. Rio de Janeiro: 2012.
- BUSCH, J.; FERRETTI-GALLON, K. What drives deforestation and what stops it? A meta-analysis. **Review of Environmental Economics and Policy**, v. 11, n. 1, p. 3-23, 2017.
- CALDERAN, A.M; PETRILLI, L.; KODAMA, T.K.; SOUZA, J. F. M. ESG no BRASIL. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 5, n. 1, 29 set. 2021.
- CALEGARI, Ademir. Perspectivas e estratégias para a sustentabilidade e o aumento da biodiversidade dos sistemas agrícolas com o uso de adubos verdes. In: LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. v. 1
- CALMON, Paulo; Maranhão, Arthur. Redes de Políticas Públicas. RP3 – **Revista de Pesquisa em Políticas Públicas**, p. 1-29, 2013. Disponível em: <http://periodicos.unb.br/index.php/rp3/article/>
- CANDEL, J. J. L.; BIESBROEK, R. (2016). Toward a processual understanding of policy integration. **Policy Sciences**, 49(3), 211–231, 2016.

CANO, W. **Raízes da concentração industrial em São Paulo**. 4a ed. Campinas: Editora da Unicamp, p. 322, 1998.

CAPANO, Giliberto; HOWLETT, M.; RAMESH, M. Bringing governments back in: governance and governing in comparative policy analysis. **Journal of Comparative Policy Analysis**, Vol. 17, No. 4, 311–321, 2015.

CAPELARI, Mauro G. M.; ARAÚJO, Suely Mara V. G.; CALMON, Paulo C. D. P.; BORINELLI, Benilson. Mudança de larga escala na política ambiental: análise da realidade brasileira. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, 2020.

CAPELLA, A. C. N.; BRASIL, F. G. Análise de políticas públicas: uma revisão da literatura sobre o papel dos subsistemas, comunidades e redes. **Novos estudos CEBRAP**, São Paulo, n. 101, p. 57-76, Mar., 2015.

CARDOSO, L.V (org.) **Financiamento agroambiental no Brasil: subsídio para Desenvolvimento de políticas de crédito de apoio à regularização ambiental de propriedades rurais**. Instituto Socioambiental. São Paulo: 2011.

CARSON, Rachel L. **Silent Spring**. London: Penguin, 2002.

CASTRO, C.M.; BURSZTYN, M. Emerging hybrid governance to foster low-emission rural development in the amazon frontier. **Land Use Policy**, v. 75, p. 11-20, 2018.

_____. Climate adaptation and policy conflicts in the Brazilian Amazon: prospects for a Nexus + approach. **Climatic Change**, v. 154, p. 1-22, 2019.

CARRIGER J.F. *et al.* Pesticides of potential ecological concern in sediment from South Florida canals: an eco-logical risk prioritization for aquatic arthropods. **Soil and Sediment Contamination**, 2006.

CAPECHE, C.L. Impactos das queimadas na qualidade do solo. Degradação Ambiental e Manejo e Conservação do Solo e Água. Anais do **II Encontro Científico do Parque Estadual dos Três Picos**, 25 e 26 de outubro de 2012.

CAPELLESSO, A. J. *et al.* Economic and environmental impacts of production intensification in agriculture: comparing transgenic, conventional, and agroecological maize crops. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 40, n. 3, p. 215-236, 2016.

CARLOS, S. M.; ASSAD, E. D.; ESTEVAM, C. G.; DE LIMA, C. Z.; PAVÃO, E. M.; PINTO, T. P. **Custos da recuperação de pastagens degradadas nos estados e biomas brasileiros**. Observatório de Conhecimento e Inovação em Bioeconomia, Fundação Getúlio Vargas - FGV-EESP, São Paulo, 2022.

CARMO, M. S. A Produção familiar como *locus* ideal da agricultura sustentável. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 45, n. 1, p. 1-15, 1998.

CARNEIRO, J. P. S.; SOUSA, J. S. Pagamento de serviços ambientais: uma análise sobre sua implantação. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 9, n. 18, 27 jul. 2020.

CARVALHEIRO, L.G.; VELDTMAN, R.; SHENKUTE, A.G.; TESHAY, G.B.; PIRK, C.W.W.; DONALDSON, J.S.; NICOLSON, S.W. Natural and within farmland biodiversity enhances crop productivity. **Ecology Letters**, 14, 251–259, 2011.

CARVALHO, J.L.N.; CERRI, C.E.P.; CERRI, C.C. SPD aumenta sequestro de carbono pelo solo. **Visão Agrícola**, no. 9, jul-dez, 2009.

CBI. **Destravando o potencial de investimentos verdes para agricultura no Brasil**. London, UK: Climate Bonds Initiative, 2020.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. **Degradação neutra de terra: o que significa para o Brasil?** Brasília, DF: 2016. 28p

CEPEA e Esalq/USP. **PIB do agro cresce 8,36% em 2021**. Participação no PIB brasileiro chega a 27,4%. Piracicaba: 16 de março de 2022. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/pib-agro-cepea-pib-do-agro-cresce-8-36-em-2021-participacao-no-pib-brasileiro>.

CHADDAD, F. The economics and organization of Brazilian agriculture: recent evolution and productivity gains. San Diego: **Elsevier**, 2016.

CHIAVERI, Joana e LOPES, Cristina Leme. Os caminhos para a regularização ambiental: decifrando o Novo Código Florestal. In: SILVA, Ana Paula M., MARQUES, H.R. e SAMBUICHI, R.H. (Org.) **Mudanças no Código Florestal Brasileiro: desafios para a implementação da nova lei**. Brasília: Ipea, 2016.

CHIAVARI, Joana; LOPES, Cristina L.; ARAÚJO, Julia N. **Onde estamos na implementação do Código Florestal?** Radiografia do CAR e do PRA nos Estados Brasileiros. Edição 2020. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2020.

_____. **Onde estamos na implementação do Código Florestal?** Radiografia do CAR e do PRA nos Estados Brasileiros. Edição 2021. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2021.

CHING, L.L. Towards the transformation of our agricultural and food systems. In: **Spotlight on Sustainable Development 2016**. DAWN/TWN/GPF/ANND, 2016.

CIAPO – CÂMARA INTERMINISTERIAL DE AGROECOLOGIA E PRODUÇÃO ORGÂNICA. **Brasil Agroecológico – Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica - PLANAPO**. Brasília, DF: MDS; CIAPO, 2013.

_____. **Relatório de Balanço 2013-2015** – Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – PLANAPO. Brasília, DF, 2016.

CLEMENT, C.R. Da domesticação da floresta ao subdesenvolvimento da Amazônia. In: MENDES DOS SANTOS, G. (Ed.). **Cadernos de debate do Grupo de Estudos Estratégicos Amazônicos**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2018.

COELHO, C. M. M; POLLAK JR. M. SOUZA, C. A.; PARIZOTTO, C. **Qualidade fisiológica de sementes de arroz crioulo produzidas em sistema agroecológico na safra 2010/2011**. In: Cadernos de Agroecologia, v. 6, n. 2, 2011

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2020/21**. 11º Levantamento. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2021.

COOK, J. J. Framing the debate: How interest groups influence draft rules at the United States Environmental Protection Agency. **Environmental Policy and Governance**, 28(3), 183–191, 2018.

CORRÊA NETO, V; RAMON, D. **Análise de opções tecnológicas para projetos de co-geração no setor sucroalcooleiro**. Setap. Brasília, 2002.

COSTA FILHO, D. V.; SILVA, A. J.; SILVA, P. A. P.; SOUSA, F. C. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na elaboração de subprodutos. Comunicação Oral. **II Congresso Internacional das Ciências Agrárias**. Cointer-PDVAgro 2017. Disponível em:

<https://cointer-pdvagro.com.br/wp-content/uploads/2018/02/.pdf>

COSTA, M. P. B. Agroecologia: uma alternativa viável às áreas reformadas e à produção familiar, **Reforma Agrária**, 23(1): 53-69, jan/abr. 1993.

COSTA, M. C. L.; PORRO, R. Assentamentos convencionais e Projetos de Desenvolvimento Sustentável em Anapu, Pará: percepções locais da trajetória de implementação. **Retratos de Assentamentos**, 22(2), 63-98, 2019.

COSTABEBER, J. A.; MOYANO, E. Transição agroecológica e ação social coletiva. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.1, n.4, p. 50-60, 2000.

COSTANZA, R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature** 387, 253–260, 1997,

CROPLIFE BRASIL. Química verde: uma nova forma de se produzir. Croplife Brasil, 2020. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/noticias/quimica-verde-uma-nova-forma-de-se-produzir>.

CUADRA, Santiago Vianna *et al.* (Eds.). **Ação contra a mudança global do clima: contribuições da Embrapa**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

DALDEGAN, J.; SAMBUICHI, R. H. R. **Programa de Aquisição de Sementes e Mudanças Nativas (PASEM): uma proposta de política pública para fins de regularização ambiental no Brasil**. TD 2272, Ipea, 2017.

DAVITER, Falk. Coping, taming or solving: alternative approaches to the governance of wicked problems, **Policy Studies**, 38:6, 571-588, 2017.

DAWES, R. B. Social dilemmas. **Annual Review Psychology**, 31, 169-193, 1980.

DAWSON, I.K. *et al.* **Trees, tree genetic resources and the livelihoods of rural communities in the tropics**. State of the World's Forest Genetic Resources – Thematic study. Rome, FAO, 2020.

DE BEENHOUWER, M., Aerts, R., Honnay, O. A global meta-analysis of the biodiversity and ecosystem service benefits of coffee and cacao agroforestry. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 175, 1-7, 2013.

DELGADO, Guilherme C.; CONCEIÇÃO, Júnia Cristina P. R.; OLIVEIRA, Jader José. **Avaliação do Programa de Aquisição de Alimentos da Agricultura Familiar (PAA)**. Texto para Discussão. Brasília: IPEA, n.1145, dez. 2005.

DERPSCH, R. *et al.* Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v. 3, n. 1, p. 1-25, 2010.

DIAS, L. C. P. *et al.* Patterns of land use, extensification, and intensification of Brazilian agriculture. **Global Change Biology**, v. 22, p. 2887-2903, 2016.

DI GREGORIO, M.D. *et al.* Climate policy integration in the land use sector: mitigation, adaptation and sustainable development linkages. Elsevier, **Environmental Science & Policy**, no. 67, pp.35-43, 2017.

DI GREGORIO, M.; FATORELLI, L.; PRAMOVA, E.; MAY, P.; LOCATELLI, B.; BROCKHAUS, M. **Integrating mitigation and adaptation in climate and land use policies in Brazil: A Policy Document Analysis**. Working Paper. Leeds; Bogor: University of Leeds; CIFOR, 2016.

DI GREGORIO, M., FATORELLI, L., PAAVOLA, J., LOCATELLI, B., PRAMOVA, E., NURROCHMAT, D. R., MAY, P. H., BROCKHAUS, M., SARI, I. M.; KUSUMADEWI, S. D. Multi-level governance and power in climate change policy networks. **Global Environmental Change**, 54, 64–77, 2019.

DILLON, E.J., HENNESSY, T., BUCKLEY, C., DONNELLAN, T., HANRAHAN, K., MORAN, B. and RYAN, M. The sustainable intensification of the Irish dairy sector. Contributed paper presented at the **88th Annual Conference of the Agricultural Economics Society**, AgroParisTech, Paris, France, 9-11, 2014.

DONAGEMMA, G. K.; FREITAS, P. L. de; BALIEIRO, F. de C.; FONTANA, A.; SPERA, S. T.; LUMBRERAS, J. F.; VIANA, J. H. M.; ARAUJO FILHO, J. C. de; SANTOS, F. C. dos; ALBUQUERQUE, M. R. de; MACEDO, M. C. M.; TEIXEIRA, P. C.; AMARAL, A. J.; BORTOLON, E.; BORTOLON, L. Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1003-1020, set. 2016.

DRUMOND, M. A.; RIBASKI, J.; FARIAS, S. M.; OLIVEIRA, V. R.; SÁ, I. B., PEREIRA, P. S.; SANTOS, D. E. P. S. Desenvolvimento de espécies nativas da Caatinga em áreas degradadas na Chapada do Araripe, Pernambuco. In: **Simpósio de Mudanças Climáticas e Desertificação no Semiárido Brasileiro**, Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015.

DI FALCO, S.; VERONESI, M. e YESUF, M. Does adaptation to climate change provide food security? A micro-perspective from Ethiopia. **American Journal of Agricultural Economics**, vol. 93, 2011.

DOLABELLA, R.H.C. **Legislação brasileira e programas do governo federal para o uso sustentável e a conservação de solos agrícolas**. Consultoria Legislativa. Câmara dos Deputados, 2014.

DONADELLI, Flávia. Integração de políticas ambientais no Brasil: uma análise de políticas de mudanças climáticas e biodiversidade. **Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro 51(5):734-766, set. - out. 2017.

DRYZEK, John S. **The politics of earth: environmental discourses**. Oxford: Oxford University Press, 1997.

DUVAL, H. C.; FERRANTE, V. L. S. B. Avanços e desafios na implementação de assentamentos PDS em São Paulo: agentes e conjunturas políticas. **Retratos de Assentamentos**, 19(1), 69-98, 2016.

EEA. **Environmental policy integration in Europe: state of play and an evaluation framework**. European Environment Agency, Copenhagen, 2005.

EHLERS, Eduardo. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. 2ª ed. Guaíba: Agropecuária, 1999.

EIDT, J.S.; UDRY, C. (Eds.) **Sistemas Agrícolas Tradicionais no Brasil**. Embrapa, 2019.

ELOY, L.; COUDEL, E.; TONI, F. Dossiê pagamentos por serviços ambientais no Brasil. **Sustentabilidade em Debate**, v. 4, n. 1, p. 17-20, 2013

EMBRAPA. **Desafios para uma agricultura sustentável**. Brasília, DF: Embrapa, 2009.

_____. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira.** Brasília, DF: Embrapa, 2018.

EMBRAPA TERRITORIAL. **Agricultura e preservação ambiental:** uma análise do cadastro ambiental rural. Campinas, 2020. Disponível em: < www.embrapa.br/car >. Acesso em: 30 maio 2022

_____. **Áreas dedicadas à preservação da vegetação nativa pelo mundo rural no Brasil em 2021.** Campinas, 2021. Disponível em: <<http://www.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 23 out. 2021

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. Uso de leguminosas herbáceas para adubação verde. In: AQUINO, A. M; ASSIS, R. L (Ed.) **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável.** Embrapa, Brasília: 2005.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Report of the FAO Council,** 94th Session, Rome, 1988.

_____. **Save and grow:** A policymaker's guide to the sustainable intensification of smallholder crop production. Rome: FAO, 2011.

_____. **What is conservation agriculture?** FAO, 2014a. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/ca/1a.html>

_____. **Building a common vision for sustainable food and agriculture:** principles and approaches. Rome: FAO, 2014b.

_____. **The Water-Energy-Food Nexus:** A new approach in support of food security and sustainable agriculture. FAO, 2014c.

_____. **Sustainable food systems:** concept and framework. Technical Brief, 2018. Disponível em: <https://www.fao.org/3/ca2079en/CA2079EN.pdf> Acesso em: 23/06/2022.

_____. **Diretrizes Voluntárias para a Gestão Sustentável dos Solos.** FAO: Roma, 2019.

_____. **Global Forest Resources Assessment 2020:** Main report. FAO: Rome, 2020 a. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/ca9825en>

_____. **Global Forest Resources Assessment 2020:** Report Brazil. FAO: Rome, 2020b. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/ca9825en>

_____. **The State of Food and Agriculture 2021.** Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses. Rome, FAO, 2021a.

_____. **Conservation agriculture principles.** In: FAO, 2021b. Disponível em: www.fao.org/conservation-agriculture/overview/principles-of-ca. Acesso em nov. 2021.

FAO/AQUASTAT. **Information system on water and agriculture.** AQUASTAT. Disponível em: <http://www.fao.org/nr/water/main/index.stm> . Acesso em: 17 maio, 2021.

FAOSTAT. **Food and agriculture data.** FAOSTAT. Disponível em: [FAOSTAT](https://www.fao.org/faostat). Acesso em 24 maio, 2022.

FARIA, M.S. **Colegiados no governo federal:** qualidade informacional e efeitos do Decreto nº 9.759/2019. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialista em Ciência de Dados Aplicada a Avaliação de Políticas Públicas. Escola Nacional de Administração Pública – ENAP, 2022.

- FATORELLI, Leandra; MERTENS, Frédéric. Integração de políticas e governança ambiental: o caso do licenciamento rural no Brasil. **Ambiente & Sociedade**. Campinas, v. XIII, n. 2, p. 443-454, 2010.
- FEINDT, Peter H. Policy-learning and environmental policy integration in the common agricultural policy, 1973-2003. **Public Administration**, Vol. 88, No. 2, 296-314, 2010.
- FEIOCK, R. C. The institutional collective action framework. **Policy Studies Journal**, 41(3), 397-425, 2013.
- FELTRAN-BARBIERI, R.; FÉRES J.G. Degraded pastures in Brazil: improving livestock production and forest restoration. **Royal Society Open Science**, 2021.
- FERNANDES, Ana H. B. M. *et al.* Bioma Pantanal: oportunidades e desafios de pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: VILELA, E. F.; CALLEGARO, G.M.; FERNANDES, G.W. (orgs.) **Biomass e agricultura: oportunidades e desafios**. Rio de Janeiro: Vertente edições, 2019.
- FERNANDES, E.; GUIMARÃES, B. A.; MATHEUS, R. R. Principais empresas e grupos brasileiros do setor de fertilizantes. **BNDES Setorial**, n. 29, p. 203-227, mar. 2009.
- FERNANDES, G. B. Sementes crioulas, variedades e orgânicas para a agricultura familiar: da exceção legal à política pública. In: SAMBUICHI *et al.* **A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável**. Brasília: IPEA, 2017.
- FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. Production systems: an example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, p. 238-243, 2010.
- FÉRES, José Gustavo; FERREIRA, Marcelo Dias Paes. Sustentabilidade da agropecuária brasileira: o desafio da intensificação. In: VIEIRA FILHO, José E. R.; GASQUES, José G. (org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos de Censo Agropecuário**. Brasília: Ipea, 2020. 410 p.
- FERMENT, Gilles; MELGAREJO, Leonardo; FERNANDES, Gabriel Bianconi; FERRAZ, José Maria. **Lavouras transgênicas – riscos e incertezas: mais de 750 estudos desprezados pelos órgãos reguladores de OGMs**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2015. 450p.
- FERREIRA JÚNIOR, L. G. (Coord.). **Dinâmica das pastagens brasileiras: ocupação de áreas e indícios de degradação - 2010 a 2018**. Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – Lapig, Universidade Federal de Goiás - UFG, 2020.
- FERREIRA, J.M.L; ALVARENGA, A.P; SANTANA, D.P.; VILELA, M.R. (Eds.) **Indicadores de sustentabilidade em sistemas de produção agrícola**. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Belo Horizonte: EPAMIG, 2010.
- FIANI, Ronaldo. **Cooperação e conflito: instituições e desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- FONSECA, I. F.; LINDOSO, D. P.; BURSZTYN, M. Deforestation (lack of) control in the Brazilian Amazon: from strengthening to dismantling governmental authority (1999-2020). **Sustainability in Debate**. Brasília, v. 13, n.2, p. 12-31, ago/2022.
- FONTES, E. M. G. e VALADARES-INGLIS, M. C. (Eds.) **Controle biológico de pragas da agricultura**. Embrapa, 2020.
- FRADE, C. O. **A construção de um espaço para pensar e praticar a Agroecologia na UFRRJ e seus arredores**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: CPDA/UFRRJ, 2000.

FUKUOKA, M. **Agricultura natural**. Teoria e prática da filosofia verde. Nobel, 1995.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**: período 2019/2020. Relatório técnico. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2021.

FURTADO, Celso. **Formação econômica do Brasil**, 32 ed., São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2005.

GALINDO, E. P; SAMBUICHI, R. H. R; OLIVEIRA, M. A. C. Compras de produtos agroecológicos e orgânicos da agricultura familiar pelo Programa de Aquisição de Alimentos. In: **PAA: 10 anos de aquisição de alimentos**. Brasília: Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), 2013.

GALLINA, E. S. *et al.* Brazilian public policies and sustainable development that influence the national bioindustry. In: LEAL FILHO, W.; POCIOVALISTEANU, D. M.; AL-AMIN, A. (Ed.). **Sustainable economic development: green economy and green growth**. Switzerland: Springer, 2017.

GALT, R.E. Beyond the circle of poison: Significant shifts in the global pesticide complex, 1976-2008. **Global Environmental Change**, 18(4), 2008.

GANEN, R. S. O crescimento da agropecuária e a busca pela sustentabilidade. In: GANEN, Roseli Senna (org.) **Políticas setoriais e meio ambiente**. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2015.

GASPARINI, L. V. L. *et al.* **Sistemas integrados de produção agropecuária e inovação em gestão: estudos de casos no Mato Grosso**. Texto para Discussão, n. 2296, Brasília: Ipea, 2017.

GEIGER, F. *et al.* Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. **Basic and Applied Ecology**. Volume 11, Issue 2, March, 2010.

GIANNINI, T.C., Cordeiro, G.D., Freitas, B.M., Saraiva, A.M., Imperatriz-Fonseca, V.L. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, 108, 2015.

GIBERTONI, J. A. M.; PANDOLFI, M. A. C. **A problematização da crise hídrica para os pequenos produtores**. In: Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga, 3., 2015, Taquaritinga. Inovação e sustentabilidade: uma proposta para o futuro: [anais científicos]. Taquaritinga: Fatec Taquaritinga, 2015.

GILL, Harsimran Kaur; GARG, Harsh. Pesticides: environmental impacts and management strategies. In: SOLONESKI, Sonia. **Pesticides - toxic aspects**. IntechOpen, 2014. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/46083>

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

GLIESSMAN, S. R. Agroecology and agroecosystems. In PRETTY, J. (Ed.) **The earthscan reader in sustainable agriculture**. London, UK: Earthscan, 2005.

_____. **Agroecology: the ecology of sustainable food systems**. New York: CRC Press, Taylor & Francis, 2007.

_____. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2009.

GLOBAL COMPACT. **Who cares win:** Connecting financial markets to a changing world. United Nations and Swiss Federal Department of Foreign Affairs, 2004. Disponível em: https://www.unepfi.org/fileadmin/events/2004/stocks/who_cares_wins_global_compact_2004.pdf

GOMES, Ivair. Sustentabilidade social e ambiental na agricultura familiar. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Vol. 5, Nº 1, 2004.

GREENLAND, D.J. Bringing the green revolution to the shifting cultivator. **Science**, 1975.

GRINDLE, Merilee S. Good Enough Governance Revisited. **Development Policy Review**, Vol. 29, pp. 199-221, 2010.

GUANZIROLI, A.; DI SABATTO, A.; BUAINAIN, A. M. Evolução da agricultura familiar no Brasil (1996-2017) in VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Orgs.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil:** cem anos do Censo Agropecuário. Brasília: Ipea, 2020.

GUIMARÃES, V. T.; MOREIRA, M. S.; PINTO, P.M.B. **Assentamentos ambientalmente diferenciados:** conciliação entre reforma agrária e proteção do meio ambiente. Nota técnica conjunta do Núcleo de Estudos Constitucionais (NEC) e da Coordenação de Direito Ambiental do Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente (NIMA-JUR) da PUC-Rio. Rio de Janeiro: 2019.

GUNNINGHAM, N., GRABOVSKY, P.; SINCLAIR, D. **Smart regulation:** Designing environmental policy. Oxford: Clarendon Press, 1988.

GUNNINGHAM, Neil. The new collaborative environmental governance: the localization of regulation. **Journal of Law and Society**, V. 36, N. 1, p. 145-166, 2009.

GURGEL, A. C.; LAURENZANA, R. D. Desafios e oportunidades da agricultura de baixo carbono. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Orgs.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade.** Brasília: Ipea, 2016. p. 343-366.

GUTTERBACH-BAHL, K.; GUNDERSEN, P. Nitrogen processes in terrestrial ecosystems. In M. Sutton, *et al.* (Eds.), **The European nitrogen assessment: Sources, Effects and Policy Perspectives** (pp. 99-125). Cambridge: Cambridge University Press, 2011.

GUYTON, K.; LOOMIS, D.; GROSSE, Y.; EL GHISSASSI, F.; BENBRAHIM-TALLAA, L.; GUHA, N.; SCOCCIANI, C.; MATTOCK, H.; STRAIF, K. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group – IARC. **The Lancet Oncology** (Lyon, France), 2015.

HANDFORD, C. E., ELLIOTT, C. T.; CAMPBELL, K. A review of the global pesticide legislation and the scale of challenge in reaching the global harmonization of food safety standards. **Integrated environmental assessment and management**, v. 11, n. 4, p. 525-236, 2015.

HANSEN, M. C. et al. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. **Science**, v. 342, n. 15, p. 851-853, 2013.

HARDIN, G. The Tragedy of the Commons. **Science**, Vol. 162: 1243-1248, 1968.

HASENACK, Heinrich *et al.* Bioma Pampa: oportunidades e desafios de pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: VILELA, E. F.; CALLEGARO, G.M.; FERNANDES, G.W. (orgs.) **Biomass e agricultura:** oportunidades e desafios. Rio de Janeiro: Vertente edições, 2019.

HEAD, Brian W. Forty years of wicked problems literature: forging closer links to policy studies, **Policy and Society**, Vol. 38, No. 2, 2019.

HEIKKILA, T.; GERLAK, A. K. The formation of large-scale collaborative resource management institutions: clarifying the roles of stakeholders, science, and institutions. **The Policy Studies Journal**, vol. 33, No. 4, p. 583-612, 2005.

HEIKKILA, T., VILLAMAYOR-TOMAS, S.; GARRICK, D. Bringing polycentric systems into focus for environmental governance. *Environmental*. **Policy and Governance**, 28(4), 207–211, 2018.

HELFAND, S. M. The distribution of subsidized agricultural credit in Brazil: Do interest groups matter? **Development and Change**, 32(3), 2001.

HESS, Charlotte. Mapping the new *Commons*. In: **Twelfth Biennial Conference of the International Association for the Study of the Commons**. Cheltenham, 2008.

HILBECK A. *et al.* No scientific consensus on GMO safety. **Environmental Sciences**. Europe, 27:4, 2015.

HOBBS, Thomas. **Leviatã**. In *Hobbes*. Coleção Os Pensadores, Editora Abril Cultural, São Paulo, 1979.

HOGL, K., KLEINSCHMIT, D., RAYNER, J., 2016. Achieving policy integration across fragmented policy domains: forests, agriculture, climate and energy. **Environ. Plann. C: Gov. Policy** 34, 399–414. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/0263774X16644815>

HOLZINGER, K. *et al.* Is there convergence of national environmental policies? An analysis of policy outputs in 24 OECD countries. **Environmental Politics**, Volume 20, 2011.

HOWARD, Albert. **Um testamento agrícola**. São Paulo: Expressão Popular, 2007. 360 p., 2007.

HYDEN, G. Operationalizing governance for sustainable development. **Perspectives on Global Development and Technology**, 17(2), 13-31, 2001.

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais**. Prevfogo, 2019. Disponível em: [Prevfogo \(ibama.gov.br\)](http://prevfogo.ibama.gov.br). Acesso em 24/11/2022.

_____. **Relatórios de comercialização de agrotóxicos – 2020**. Disponível em: [Relatórios de comercialização de agrotóxicos \(ibama.gov.br\)](http://relatoriosdecomercializacao.ibama.gov.br). Acesso em 10 fev. 2022.

_____. **Relatório de qualidade do meio ambiente: RQMA Brasil 2020**. Ibama. Brasília, DF: 2022. 535 p. Disponível em: www.ibama.gov.br/phocadownload/qualidadeambiental/relatorios/2022/2022-06-03_RQMA_Brasil_2020.pdf

_____. **Relatório de gestão do exercício 2021**. Brasília, 2022. Disponível em https://www.gov.br/ibama/pt-br/aceso-a-informacao/auditorias/arquivos/20220525_Relatorio_de_Gestao_2021.pdf

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de biomas e de vegetação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15842-biomas.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em nov. 2021.

_____. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

_____. **Indicadores de desenvolvimento sustentável:** estudos e pesquisas. Informação geográfica, n. 9. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

_____. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável.** Consumo nacional de ingredientes ativos de agrotóxicos e afins por área plantada, 2014. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588> . Acesso em 10 set. 2021.

_____. **Censo Agropecuário 2017.** Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>.

_____. **Censo agropecuário 2017: resultados definitivos.** IBGE, 2019.

_____. **Pesquisa Agrícola Municipal.** Rio de Janeiro: IBGE, 2019b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em 5 abr. 2022.

_____. **Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil: 2016-2018.** Rio de Janeiro: IBGE, 2020a. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101703.pdf>. Acesso em: 23/05/2022.

_____. **Atlas do espaço rural brasileiro.** 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2020b. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101773.pdf>. Acesso em: abril de 2021

_____. **Pesquisa da Pecuária Municipal.** Principais resultados – 2021. IBGE, 2021. Disponível em: www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/ppm. Acesso em 16 jun. 2022.

_____. **Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil: 2018 – 2020.** IBGE, 2022a.

_____. **Produção Agrícola Municipal – PAM.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em 13 maio, 2022b.

_____. **Contas Nacionais Trimestrais.** Indicadores de volume e valores Correntes, 2022c. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/cnt_2021_4tri.pdf

IBGE/SEGOV. **Indicadores brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Secretaria de Governo da Presidência da República. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br> Acesso em 07 fev. 2022.

IFOAM. International Federation of Organic Agriculture Movements. **Principles of organic agriculture.** Disponível em: <http://www.ifoam.org/>. Acesso em: março, 2013.

_____. **PGS Guidelines.** How to develop and manage participatory guarantee systems for organic agriculture. Germany, 2019. Disponível em: https://www.ifoam.bio/sites/default/files/pgs_guidelines_en.pdf

IMAZOM/ISA. **Áreas Protegidas na Amazônia brasileira:** avanços e desafios. Belém: Imazon; São Paulo: Instituto Socioambiental, 2011.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal do monitoramento de queimadas e incêndios florestais.** Disponível em <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/aq1km/> Acesso em: 18/01/2023.

INPE/PRODES. **Monitoramento do desmatamento da floresta amazônica brasileira por satélite.** Prodes. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Inpe, 2023a. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Consulta em 16/01/2023.

INPE/PRODES. **Incremento anual de área desmatada no Cerrado Brasileiro**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Inpe, 2023b. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/cerrado> . Acesso em: 16/01/2023.

INPEV. **Relatório de sustentabilidade 2020 do inpEV**. Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias, 2020. Disponível em: <https://www.inpev.org.br/Sistemas/Saiba-Mais/Relatorio/inpEV-RS2020.pdf>

IPCC. **Alterações Climáticas: impactos, adaptação e vulnerabilidade**. Resumo para decisores, 2014.

IPAM e GCP. **Instrumentos financeiros para a agricultura sustentável: o estudo de caso do Mato Grosso**. IPAM, Brasília-DF, 2017.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Sustentabilidade ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano**. Brasília: Ipea, 2010.

_____. **Conselhos Nacionais: perfil e atuação dos conselheiros**. Relatório de Pesquisa. Brasília: Ipea, 2013.

_____. **Boletim Políticas Sociais: acompanhamento e análise**. Desenvolvimento Rural. Brasília: Ipea, n. 25, 2018.

_____. **Boletim Políticas Sociais: acompanhamento e análise**. Desenvolvimento Rural. Brasília: Ipea, n. 26, 2019.

_____. **Cadernos ODS: ODS 2 – Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável**. 2019a.

_____. **Cadernos ODS: ODS 13 – Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos**. Brasília: Ipea, 2019b

_____. **Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – PLANAPO**. Linha histórica e dados referenciais. Relatório de Pesquisa. IPEA, 2019c.

_____. **Comércio exterior do agronegócio: balanço de 2021 e perspectivas para 2022. Carta De Conjuntura**. Nº 54. Brasília: 2022.

ISAAA. **Global status of commercialized biotech/gm crops in 2019**. Biotech Crops Drive Socio-Economic Development and Sustainable Environment in the New Frontier. ISAAA Brief No. 55. ISAAA: Ithaca, NY, 2019.

ISSBERNER, L.R.; LENA, P. (Ed.) **Brazil in the anthropocene: conflicts between predatory development and environmental policies**. London: Routledge, 2017.

JACOB, K.; VOLKERY, A. Institutions and instruments for government self-regulation: Environmental policy integration in a cross-country perspective. **Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice**, 6(3), 291–309, 2004.

JACOB, K.; VOLKERY, A.; LENSCHOW, A. Instruments for environmental policy integration in 30 OECD countries. In JORDAN, A.; LENSCHOW, A. (Eds.), **Innovation in environmental policy? Integrating the environment for sustainability** (pp. 24–48). Cheltenham: Edward Elgar, 2008.

JENKINS-SMITH, Hank C. *et al.* The Advocacy Coalition Framework: An overview of the research program. In: WEIBLE, Christopher; SABATIER, Paul A. **Theories of the Policy Process**. 4. ed. Boulder: Westview Press, 2017.

JEROEN, J. L. Holy grail or inflated expectations? The success and failure of integrated policy strategies, **Policy Studies**, 38:6, 519-552, 2017.

JORDAN, A.; LENSCHOW, A. (Org.). **Innovation in environmental policy?** Integrating the environment for sustainability. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2008.

JORDAN, A.; LENSCHOW, A. Environmental Policy Integration: a state-of-the-art review. Policy Paper. **Environmental Policy and Governance**, 20, 147-158, 2010.

JORGE, D.M.; SOUZA, C.A.V. O papel da regulamentação dos produtos de origem biológica no avanço da agroecologia e da produção orgânica no Brasil. In: SAMBUICHI, R. H. R. *et al* (org). **A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável**. Brasília: Ipea, 2017.

JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforestry Systems**, 76, 1-10, 2009.

KASSAM, A.; FRIEDRICH, T.; DERPSCH, R. Global spread of conservation agriculture. **International Journal of Environmental Studies**, v. 76, n. 1, p. 29-51, 2018

KICHEL, A. N. et al. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e o progresso do setor agropecuário brasileiro. In: BUNGENSTAB, D. J. (Org.). **Sistemas de integração a produção sustentável**. Brasília: Embrapa, 2014. p. 1-10.

KILL, L.H.P.; PORTO, D.D. Bioma Caatinga: oportunidades e desafios de pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: VILELA, E. F.; CALLEGARO, G.M.; FERNANDES, G.W. (orgs.) **Biomass e agricultura: oportunidades e desafios**. Rio de Janeiro: Vertente edições, 2019.

KLAPWIJK, C.L. *et al.* Analysis of trade-offs in agricultural systems: current status and way forward. **Current Opinion in Environmental Sustainability**. Volume 6, February, 2014.

KLEIN, A.M., VAISSIÈRE, B.E., CANE, J.H., STEFFAN-DEWENTER, I., CUNNINGHAM, S.A., KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society**, B, 274, 303-313, 2007.

KOPPENJAN, J.; KLIJN, E.-H. **Managing uncertainties in networks: A network approach to problem solving and decision making**. London: Routledge, 2004.

KURZE, K.; LENSCHOW, A. Horizontal policy coherence starts with problem definition: Unpacking the EU integrated energy-climate approach. **Environmental Policy and Governance**, 28(5), 329–338, 2018.

KOSOY, Nicolas; MARTINEZ-TUNA, Miguel; MURADIAN, Roldan; MARTINEZ-ALIER, Joan. Payments for environmental services in watersheds: insights from a comparative study of three cases in Central America. **Ecological Economics**, 59 (1): 131-141, 2006.

KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI, A., ESPÍNDOLA, A., VANBERGEN, A.J., SETTELE, J., KREMEN, C., DiCKs, L.V. Ecological intensification to mitigate impacts of conventional intensive land use on pollinators and pollination. **Ecology Letters**, 1-17, 2017.

KRÜGER, O. Recycled fertilizers: Do we need new regulations and analytical methods? **Waste Management**, Elsevier BV, [s.l.], v. 50, p.1-2, abr. 2016.

- KUO, H. J. Identifying sustainability: the measurement and typology of sustainable agriculture in the United States. **EurAmerica**, v. 48, n. 2, p. 195-222, 2018.
- LAFFERTY, William; HOVDEN, Eivind. Environmental policy integration: towards an analytical framework. **Environmental Politics**, 12:3, 1-22m, 2003.
- LAITOS, J.; OKULSKI, J. **Why environmental policies fail**. Cambridge University Press, 2017.
- LATRUFFE, L.; DIAZABAKANA, A.; BOCKSTALLER, C., *et al.* Measurement of sustainability in agriculture: a review of indicators. **Studies in Agricultural Economics**, NAIK Research Institute of Agricultural Economics, 118 (3), pp.123-130, 2016.
- LAL, R. Land degradation and pedological processes in a changing climate. **Pedologist**, p. 315- 320. 2012.
- LANDELL-MILLS, Natasha; PORRAS, Ina T. **Silver bullet or fools' gold? A global review of markets for forest environmental services and their impact on the poor**. London: International Institute for Environment and Development, 2002.
- LAPOLA, D. M. *et al.* Pervasive transition of the Brazilian land-use system. **Nature climate change**, v. 4, n. 1, 2014. 27 p.
- LAWRENCE, D.; VANDECAR, K. Effects of tropical deforestation on climate and agriculture. **Nature Climate Change**, v. 5, n. 1, p. 27-36, 2015.
- LEBACQ, T., BARET, P.V.; STILMAN, D. Sustainability indicators for livestock farming. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, 33, 311-327, 2013.
- LENSCHOW, A. Greening the European Union: an introduction. In: LENSCHOW (ed) **Environmental Policy Integration: greening sectoral policies in Europe**. Earthscan, London, 2002.
- LENSCHOW, A., Bocquillon, P.; Carafa, L. Understanding coherence between policy spheres. **Environmental Policy and Governance**, 28(5), 323–328, 2018.
- LENTI, F. E. B.; SILVA, A.P.M. Repensando o imposto territorial rural para fins de adequação ambiental. In SILVA, A.P.M; MARQUES, H.R. e SAMBUICHI, R.H.R. **Mudanças no Código Florestal brasileiro: desafios para a implementação da nova lei**. Rio de Janeiro: Ipea, 2016.
- LEPSCH, I. F.; ESPÍNDOLA, C. R.; VISCHI FILHO, O. J.; HERNANI, L. C. **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Viçosa-MG: SBCS. 170p, 2015.
- LIMA, R.C.A.; HARFUCH, L.; PALAURO, G.R. **Plano ABC: evidências do período 2010-2020 e propostas para uma nova fase 2021-2030**. Agroicone, 2020. Disponível em: <https://www.inputbrasil.org/wp-content/uploads/2020/10/Agroicone-Estudo-Plano-ABC-2020.pdf>
- LIMA, J.R. (Coord.). **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca – PAN-Brasil**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: 2004.
- LIMA, Sandra K. *et al.* **Produção e consumo de produtos orgânicos no mundo e no Brasil**. Texto para Discussão, n. 2538. Brasília: Ipea, 2020.

- LINDOSO, D. P. *et al.* Climate Change and Vulnerability to drought in the Semi-arid: the case of smallholder farmers in the Brazilian northeast. In: MOTTA, R. S. da. *et al.* (Ed.). **Climate change in Brazil: economic, social and regulatory aspects**. Brasília: IPEA, 2011.
- LOBATO, J.F.P., FREITAS, A.K., DEVINCENZI, T., CARDOSO, L.L., TAROUÇO, J.U., VIEIRA, R.M., DILLENBURG, D.R., CASTRO, I. Brazilian beef produced on pastures: sustainable and healthy. **Meat Sci.** 98, 336–345, 2014.
- LOCATELLI, B. *et al.* Integrating climate change mitigation and adaptation in agriculture and forestry: Opportunities and trade-offs. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, 6, no. 6, 585–98, 2015.
- LOCKE, John. Segundo tratado sobre o Governo *in Locke*. Coleção os Pensadores, Editora Abril Cultural, São Paulo, 1978.
- LOË, R. C. *et al.* **From government to governance**: a state-of-the-art review of environmental governance. Guelph: Rob de Loë Consulting Services, 2009.
- LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**. V. 42, n. 117, p. 518- 534, abr-jun. Rio de Janeiro, 2018.
- LOPES, D.; LOWERY, S.; PEROBA, T.L.C. Crédito rural no Brasil: desafios e oportunidades para a promoção da agropecuária sustentável. **Revista do BNDES**, No. 45, Rio de Janeiro: 2016.
- LUSTOSA, Maria Cecília J.; CÁNEPA, Eugenio M.; YOUNG, Carlos E. F. Política ambiental. In: MAY, Peter H.; LUSTOSA, Maria Cecília J., VINHA, Valéria da (org.). **Economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- MACHADO, P.A. **Direito ambiental brasileiro**. 27ª Edição. São Paulo: Malheiros, 2020.
- MAGALHÃES, Antônio R. (Coord.). **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2016.
- MAHONEY, J. Path dependence in historical sociology. **Theory and society**, v. 29, n. 4, p. 507-548, 2000.
- MAHONEY, J.; THELEN, Kathleen. **Explaining Institutional Change**: ambiguity, agency and power. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
- MANS, Nilson; PERSSON, Asa. Lessons from environmental policy integration for the implementation of the 2030 Agenda. Policy note. **Environmental Science and Policy**, 78, 36-39, 2017.
- MANZATTO, C. V.; DE ARAUJO, L. S.; ASSAD, E.; SAMPAIO, F.; SOTTA, E.; VICENTE, L.; ... VICENTE, A. **Mitigação das emissões de Gases de Efeitos Estufa pela adoção das tecnologias do Plano ABC**: estimativas parciais. Documentos, n. 122, p. 36, 2020.
- MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura**: plano ABC. Brasília: Mapa, 2012. Disponível em: <https://goo.gl/1RLPDs>
- _____. **Valor da produção agropecuária de 2017 é estimado em 548 milhões**. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2017. Disponível em:

<http://www.agricultura.gov.br/noticias/valor-da-producao-agropecuaria-de-2017-e-estimado-em-r-548-milhoes-o-maior-em-30-anos>. Acesso em: novembro de 2018.

_____. **O futuro é agro: plano de Estado (2018- 2030)**. Brasília: Mapa, 2018.

_____. **Diretrizes para o desenvolvimento sustentável da agropecuária brasileira**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: 2020.

_____. **A Contribuição do Plano Safra para o fortalecimento de sistemas produtivos Ambientalmente Sustentáveis**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola – SPA, Departamento de Política de Financiamento ao Setor Agropecuário – DEFIN. Brasília: 2021a.

_____. **Plano ABC em números**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2021b. Atualizado em 15/07/2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-em-numeros>. Consultado em 10/03/2022.

_____. **Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária: 2020-2030**. Plano operacional. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. Brasília: Mapa, 2021c.

_____. **Plano Safra 2021/2022**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.. Brasília: 2021d.

_____. **Agropecuária encerra 2021 com VBP de R\$ 1,129 trilhão**. Nota Técnica nº 03-2022/CGPLAC/DAEP/SPA/MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: MAPA, 2022a.

_____. **Caravana Embrapa FertBrasil vai a 30 polos agrícolas para mostrar como aumentar a eficiência dos fertilizantes**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura>. Acesso em 09/05/2022b.

MAPBIOMAS. **Mapas e dados**. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/> Acesso em nov. 2021.

_____. **Mapas e dados**. Disponível em: [Plataforma - MapBiomias Brasil](https://plataforma-mapbiomas-brasil.org/). Acesso em 12 mai. 2022.

MARCH, James G. **Como as decisões realmente acontecem: princípios de tomada de decisões**. São Paulo: Editora Leopardo, 2009.

MARIN, F. R. *et al.* Intensificação sustentável da agricultura brasileira: cenários para 2050. **Revista de Política Agrícola**, ano 25, n. 3, p. 108-124, 2016.

MARQUES, F. Transgênicos na lupa. **Revista Pesquisa Fapesp**. Edição 303, maio/2021. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/transgenicos-na-lupa/>

MARZALL, K. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.

MASERA, Ó.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales**. El marco de evaluación .MESMIS. GIRA A.C. - Mundi-Prensa, México, 109 pp, 2000.

MAY, P. J., Sapotichne, J.; WORKMAN, S. Policy coherence and policy domains. **Policy Studies Journal**, 34(3), 381–403, 2006.

MCNEILL, J. R. Agriculture, forests, and ecological history: Brazil, 1500–1984. **Environmental Review**, 10(2), 123–133, 1986.

McNAMARA, M. Starting to untangle the web of cooperation, coordination, and collaboration: A framework for public managers. **International Journal of Public Administration**, 35(6), 389–401, 2012.

MCTIC. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E COMUNICAÇÃO. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. 5. ed. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2020a.

_____. **Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2020b.

MDA. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **Brasil Agroecológico: Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – Planapo**. Brasília: MDA, 2013.

_____. **Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica - Planapo**. Brasília: MDA, 2016.

ME. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Manual Técnico do Orçamento – MTO 2022**. Brasília, 2022b. Disponível em <https://www1.siof.planejamento.gov.br/mto/>

MENDES, Ieda C; CHAER, Guilherme M; SOUSA, Djalma M.G. ; REIS JUNIOR, Fábio B.; DANTAS, O. D. ; OLIVEIRA, M. I. L. ; LOPES, A.A.C. ; SOUZA, L. M. Bioanálise de solo: a mais nova aliada para a sustentabilidade agrícola. **Informações Agronômicas**, v. 8, p. 1-11, 2020.

MENEZES, E.A.; SILVA, P.G.; QUEIROZ, M.A.; PORTO, E.R. O Semiárido tropical brasileiro. In: ALBUQUERQUE, A.C.S.; SILVA, A.G. (Ed.). **Agricultura Tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 359-374.

MERCURE, JF *et al.* System complexity and policy integration challenges: The Brazilian Energy-Water-Food Nexus. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**. Volume: 105, Páginas: 230-243, 2019.

MESQUITA, Antônio Gilson Gomes *et al.* Impactos das queimadas sobre o ambiente e a biodiversidade acreana. **Revista Ramal de Ideias**, v. 1, n. 1, p. 2008-2009, 2008.

MICKWITZ, Per. A framework for evaluating environmental policy instruments – context and key concepts. **Evaluation**, v. 9, n. 4, p. 415-436, 2003

MIKLÓS, Andreas Attila de Wolinsk. **Agricultura biodinâmica, nutrição e desenvolvimento humano**. São Paulo: Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 2019.

MILARÉ, E. Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco. 6. ed. São Paulo: **Revista dos Tribunais**, 2009.

MILHORANCE, C. ; MENDES, P. ; MESQUITA, P. ; MORIMURA, M. ; REIS, R. ; Rodrigues-Filho, Saulo; BURSZTYN, MARCEL . O desafio da integração de políticas públicas para adaptação às mudanças climáticas no Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, p. 175-195, 2019.

MILHORANCE, Carolina; BURSZTYN, Marcel; SABOURIN, E. From policy mix to policy networks: Assessing climate and land use policy interactions in Mato Grosso, Brazil. **Journal of Environmental Policy & Planning**, v. 1, p. 1, 2020.

MILHORANCE, C.; LE COQ, J. F.; SABOURIN, E. Dealing with cross-sectorial policy problems: An advocacy coalition approach to climate and water policy integration in Northeast Brazil. **Policy Sciences**, v.54, p. 557-578, 2021.

MITTERMEIER, R.; GIL, P. ; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T. ; MITTERMEIER, C.; LAMOREUX, J.; FONSECA, G. **Hotspots revisited**. Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Cemex; 2004.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**. Volumes I e II. Brasília: MMA, 2016a.

_____. **Procedimentos de Licenciamento Ambiental do Brasil**. Brasília: MMA, 2016b.

_____. **Pagamentos por resultados de REDD+ por resultados alcançados pelo Brasil no bioma Amazônia em 2014 e 2015**. Projeto-piloto de Pagamentos por Serviços Ambientais para Conservação e Restauração da Vegetação Nativa (Projeto-piloto Floresta+). Manual Operativo do Projeto. Ministério do Meio Ambiente, 2021a.

_____. **Diretrizes para uma estratégia nacional para neutralidade climática**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: 2021b.

_____. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**. Relatório Final de Monitoramento e Avaliação. Ciclo 2016-2020. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2021.

_____. **Floresta+ Inovação é apresentado a empresários, investidores e empreendedores em evento no Rio de Janeiro**. Ministério do Meio Ambiente, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/floresta-inovacao-e-apresentado-a-empresarios-investidores-e-empreendedores-em-evento-no-rio-de-janeiro>

MOLLIER, P. Cocktail effects of toxic substances demonstrated in vitro. **Inra**, 8 Dec. 2016. Disponível em: <https://www.inrae.fr/en>.

MONTES, M. Prefácio. In VIEIRA FILHO, J.E.R. (Org.) **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Rio de Janeiro: IPEA, 2019.

MORAES, R. F. **Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória**. Texto para Discussão, n. 2509. Brasília: Ipea, 2019.

MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 786–792, 2000.

MOSIER, A.R., SYERS, J.K., FRENEY, J.R. **Agriculture and the nitrogen cycle**. Assessing the Impacts of Fertilizer Use on Food Production and the Environment. Island Press, USA: Scope – The Scientific Committee on Problems of the Environment, 2004.

MOURA, A.M.M (Org.) **Governança ambiental no Brasil: instituições, atores, políticas públicas**. Brasília: Ipea, 2016a.

_____. Aplicação dos instrumentos de política ambiental no Brasil: avanços e desafios. In MOURA, A.M.M. (Org.) **Governança ambiental no Brasil: instituições, atores, políticas públicas**. Brasília: Ipea, 2016b.

MOURA, A.M.M. e FONSECA, I.F. Conselho Nacional de Meio Ambiente: análise e recomendações de aperfeiçoamento. In MOURA, A.M.M. (Org.) **Governança ambiental no Brasil: instituições, atores, políticas públicas**. Brasília: Ipea, 2016c.

_____. Trajetória da política ambiental federal no Brasil. In MOURA, A.M.M. (Org.) **Governança ambiental no Brasil: instituições, atores, políticas públicas**. Brasília: Ipea, 2016d.

_____ *et al.* **Gastos ambientais no Brasil: proposta metodológica para aplicação no orçamento federal**. Texto para Discussão, N. 2354. Rio de Janeiro: Ipea, 2017a.

_____. Environmental policy and governance in Brazil: challenges and prospects. In ISSBERNER, L.R.; LENA, P. (Ed.) **Brazil in the anthropocene: conflicts between predatory development and environmental policies**. London: Routledge, 2017b.

MOURA, I.F. Antecedentes e aspectos fundantes da agroecologia e da produção orgânica na agenda das políticas públicas no Brasil. In SAMBUICHI, R. H. R. et al (org). **A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável**. Brasília: Ipea, 2017.

MS. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Relatório nacional de vigilância em saúde de populações expostas a agrotóxicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2018.

MUNHOZ, L.; VALENTE, F.; VARGAS, D. **Definição de desmatamento na nova regulação europeia e implicações**. Nota do Observatório de Bioeconomia, FGV, outubro de 2022.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-857, 2000.

NAVARRO, Zander; PEDROSO, M.T.M. Rural Brazil: the demise of its agrarian past, 1968–2018. In: BUAINAIN, A. M. et al. (Ed.). **Agricultural development in Brazil: the rise of a global agro-food power**. New York: Routledge, 2019. cap. 2. p. 30-44.

NILSSON, M., ECKERBERG, k; PERSSON, A. Environmental policy integration and changes in governance in Swedish energy and agriculture policy over two decades. Co-ordinating and synthesising research on environmental policy integration and multi-level governance, 2006-2008. **EPIGOV Papers**, No. 22, 2007.

NILSSON, M.; ECKERBERG, K (eds). **Environmental policy integration in practice: shaping institutions for learning**. Earthscan Publications: London, 2007.

NILSSON, M., ZAMPARUTTI, T., PETERSEN, J.E., NYKVIST, B., RUDBERG, P., MCGUINN, J. Understanding policy coherence: analytical framework and examples of sector-environment policy interactions in the EU. **Environmental Policy Governance**. 22, 395–423, 2012.

NILSSON, M.; PERSSON, A. Policy note: lessons from environmental policy integration for the implementation of the 2030 Agenda. **Environmental Science and Policy**, N.78, 36-39, 2017.

NORTH, D. C. **Instituições, mudança institucional e desempenho econômico**. São Paulo: Três Estrelas, 2018.

NOSSO FUTURO COMUM. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

NUNAN, Fiona *et al.* Environmental mainstreaming: the organizational challenges of policy integration. **Public Administration and Development**, 32, 262-277, 2012.

OELOFSE, M.; HOGH-JENSEN, H.; ABREU, L. S.; ALMEIDA, G. F. D.; EL-ARABY, A.; HUI, Q. Y.; SULTAN, T.; NEERGAARD, A. D. Organic farm conventionalisation and farmer practices in China, Brazil and Egypt. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 31, n. 4, p. 589-698, 2011.

OERKE, E.-C. Crop losses to pests. **The Journal of Agricultural Science**, v. 144, n. 1, p. 31- 43, 2006.

OLIVEIRA, C. Consequências das queimadas no solo: impactos do fogo no meio ambiente, o que diz a legislação, como evitar e o que deve ser feito após as queimadas. **Lavoura**, 2020. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/consequencias-das-queimadas-no-solo/> . Acesso em nov. 2021.

OLIVEIRA, D.V.; GASQUES, J.G. Produção e economia regional. *In* VIEIRA FILHO, J.E.R. (Org.) **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Rio de Janeiro: IPEA, 2019.

OLSON, M. **The logic of collective action**. Public goods and the theory of groups. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1965.

ONU. **Transformando nosso mundo: A Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Organização das Nações Unidas (ONU), 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>

_____. **Sistema de contas econômicas ambientais 2012 – marco central**. Santiago do Chile: Cepal, copublicado: EU, FAO, FMI, OCDE, BIRD/Banco Mundial, 2016.

OSTROM, Elinor. **Governing the commons: the evolution of institutions for collective action**. Cambridge, UK and New York, NY: Cambridge University Press, 1990.

_____. Collective action theory *In*: BOIX, C. and STOKES, S. **The Oxford handbook of comparative politics**. Oxford University Press, Oxford, 2007.

PAN CONSOLIDATED. **List of banned pesticides**. Pesticide Action Network International, 2021. Disponível em: [PAN International Consolidated List of Banned Pesticides | PAN International \(pan-international.org\)](https://pan-international.org/).

PARANHOS, B. J., BARBOSA, F., HAJI, F. N. P., de ALENCAR, J. A.; MOREIRA, A. N. **Monitoramento de moscas-das-frutas e o seu manejo na fruticultura irrigada do Submédio São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004.

PASQUALETTO, A.; OLIVEIRA JÚNIOR, G.S. Pagamento por serviços ambientais na agropecuária brasileira. *In*: SCHIMIDT, F.; SILVA NETO, C.M. **Cognoscere: cadernos temáticos de pesquisa do IFG**; 2. Goiânia: Editora IFG, 2020.

PASQUARELLI, Bruno V. L. Política comparada: tradições, métodos e estudos de caso. **Revista de Discentes de Ciência Política da UFSCAR**, Vol.2, n.2, 2014.

PELAEZ, V.; SILVA, L.R.; GUIMARÃES, T.A.; Dal Ri; F.; TEODOROVICZ, T. A (des)coordenação de políticas para a indústria de agrotóxicos no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**. Volume 14. Campinas (SP), no esp., p. 153-178, julho – 2015.

PEREIRA, P. A. A. *et al.* The development of Brazilian agriculture: future technological challenges and opportunities. **Agriculture and Food Security**, v. 1, n. 4, p. 1-12, 2012.

PÉREZ, V. G. Evaluación de la sostenibilidad agrária. *In*: **La práctica de la agricultura y ganadería ecológicas**. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica, Sevilla, pp. 373-398, 2002.

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J.; LEVINS, R. The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Vol. 107, No. 13, March 30, 2010.

PERIN, G. *et al.* **A evolução do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA):** uma análise da sua trajetória de implementação, benefícios e desafios. Texto para Discussão, n. 2606. Brasília: Ipea, 2021.

PERSSON, Asa *et al.* Editorial: Environmental Policy Integration: Taking stock of policy practice in different contexts. **Environmental Science & Policy**. Volume 85, July, 2018.

PETERS, B. G. **The search for coordination and coherence in public policy:** return to the center? Pittsburgh: Department of Political Science, University of Pittsburgh, 2005.

_____. Approaches in comparative politics. In: CARAMANI, Daniele. **Comparative politics**, 2nd Edition. Oxford University Press, 2011.

_____. What is so wicked about wicked problems? A conceptual analysis and a research program, **Policy and Society**, 36:3, 385-396, 2017.

_____. The challenge of policy coordination. **Policy Design and Practice**. VOL. 1, NO. 1, 1–11, 2018.

PIERSON, P. Increasing returns, path dependence, and the study of politics. **American political science review**, v. 94, n. 2, p. 251-267, 2000.

PINGALI, P. L. Green revolution: Impacts, limits, and the path ahead. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 109(31), 2012.

PINTO, L. C. G. **Notas sobre política agrícola e crédito rural**. Campinas, São Paulo, 1980.

POLIDORO, J.C.; FREITAS, P. L., HERNANI, L.C., *et al.* The impact of plans, policies, practices and technologies based on the principles of conservation agriculture in the control of soil erosion in Brazil. **Authorea**. April 21, 2020.

POLIDORO, J. C.; COELHO, M. R.; CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J. F.; OLIVEIRA, A. P. de; VASQUES, G. de M.; MACARIO, C. G. do N.; VICTORIA, D. de C.; BHERING, S. B.; FREITAS, P. L. de; QUARTAROLI, C. F.; BREFIN, M. de L. M. S. **Programa Nacional de Levantamento e Interpretação de Solos do Brasil (PronaSolos):** diretrizes para implementação. Embrapa Solos, 2021.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Ecologia e manejo em sistema silvipastoril. In: FERNANDES, E. N.; PACUILLO, D. S.; CASTRO, C. R. T. de; MULLER, M. D.; ARCURI, P. B.; CARNEIRO, J. da C. (Ed.). **Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul:** desafios e potencialidades. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007.

PORTES, A. Instituciones y desarrollo: una revisión conceptual. **Cuadernos de Economía** V. XXV, No 45: 13-52, 2006..

PRADO, R. B.; FORMIGA, R. M.; MARQUES, G. 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**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017.

PRETTY, J. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 363, n. 1491, p. 447-465, 2008.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo:** a agricultura em regiões tropicais. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1990.

PRS. **Programa Rural Sustentável**. Fortalecendo a agropecuária de baixa emissão de carbono. Disponível em: <https://programaruralsustentavel.org.br/> Acesso em 09/05/2022.

QUARCOO, Franklin; BONSI, Conrad e TACKIE, Nii (2014). Pesticides, the environment, and human health,. *In*: SOLONESKI, Sonia. **Pesticides - toxic aspects**. IntechOpen. Disponível em: www.intechopen.com/chapters/46114.

QUIST, D.; CHAPELA, I. 2001. Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. **Nature**, Vol 414.

QUIVY, R.; Van Campenhoudt, L. **Manual de investigação em ciências sociais**. Lisboa: Gradiva, 2005.

RAMOS, D. L. **Intensificação ecológica como uma alternativa para aumentar a produção agrícola no Cerrado**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Ciências Biológicas. Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília, 2017.

RAYNER, Jeremy; HOWLETT, Michael. Introduction: Understanding integrated policy strategies and their Evolution. **Policy and Society**, 28:2, 99-109, 2009.

RCIA. Fazenda de cana na região de Araraquara é a primeira a receber CPR ambiental do BB. **Revista Comércio, Indústria e Agronegócio** (RCIA). 07/04/2022. Disponível em: <https://rciararaquara.com.br/agronegocio/fazenda-de-cana-na-regiao-de-araraquara-sera-a-primeira-a-receber-cpr-ambiental-do-bb/>. Acesso em 02/05/2022.

REDE ILPF. **ILPF em números**. 2021. Disponível em: <https://www.redeilpf.org.br/index.php/rede-ilpf/ilpf-em-numeros> Acesso em 08/04/2022.

REIS, Veronica Massena; TEIXEIRA, K. S. **Fixação biológica de nitrogênio – estado da arte**. Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 28, p. 350-68, 2005.

REIS JÚNIOR, F.B.; MENDES, I.C.; REIS, V.M.; HUNGRIA, M. Fixação biológica de nitrogênio: uma revolução na agricultura. *In*: FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S.R.M. (Eds.) **Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. 730 p.

REYNA, Edi F.; BRAGA, Marcelo J.; MORAIS, Gabriel A. S. Impactos do uso de agrotóxicos sobre a eficiência técnica na agricultura brasileira. *In*: VIEIRA FILHO, José E. R.; GASQUES, José G. (org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos de Censo Agropecuário**. Brasília: Ipea, 2020.

RIBEIRO, H.; JAIME, P. C.; VENTURA, D. Alimentação e sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 185-198, 2017.

RITTEL, H.W.J.; WEBBER, M.M. Dilemmas in a general theory of planning. **Policy Sciences**, 4, 155-169, 1973

RHODES, R. A. W. The new governance: governing without government. **Political studies**, 44(4), 652-667, 1996.

RHODES, R. A. W. Policy network analysis. *In*: MORAN, M., REIN, M.; GOODIN, R. E. (Eds.), **The Oxford handbook of public policy** (pp. 425–447). Oxford University Press, 2006.

ROCKSTRÖM, J. *et al.* **A safe operating space for humanity**. *Nature*, v. 461, p. 472-475, 2009.

RÓTOLO, G. C. *et al.* Environmental assessment of maize production alternatives: traditional, intensive and GMO-based cropping patterns. **Ecological Indicators**, v. 57, p. 48-60, 2015.

ROUSSEAU, Jean-Jacques. Do Contrato Social *in* **Rousseau**. Coleção Os Pensadores, Editora Abril Cultural, São Paulo, 1978.

RUNHAAR, Hens *et al.* Towards a systematic framework for the analysis of Environmental Policy Integration. **Environmental Policy and Governance**, 24, 233-246, 2014.

RUNHAAR, H. Tools for integrating environmental objectives into policy and practice: what works where? **Environmental Impact Assessment Review**, vol. 59, pp. 1-9, 2016.

SÁ, Iêdo B.; SILVA, Pedro C. G (Eds.) **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Embrapa Semiárido, 2010.

SAATH, K.C. O e FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Vol. 56, Nº 02, p. 195-212, Abr./Jun. 2018.

SABATIER, P. A.; JENKINS-SMITH, H. S. **Policy change and learning: an advocacy coalition approach**. Boulder: Westview Press, 1993.

SABIHA, N.-E., SALIM, R., RAHMAN, S.; ROLA-RUBZEN, M. F. **Measuring environmental sustainability in agriculture: A composite environmental impact index approach**. Journal of Environmental Management, 166, 84–93, 2016.

SABOURIN, Eric; LE COQ, JEAN-FRANÇOIS; MENDES, Priscylla. Unpacking the policy mix of adaptation to climate change in Brazil's semiarid region: enabling instruments and coordination mechanisms. **Climate Policy**, v. 1, p. 1-16, 2020.

SALLES, C. **Conheça a legislação, as punições e as metragens autorizadas em relação às queimadas**. Jusbrasil, 2013. Disponível em: <https://carollinasalle.jusbrasil.com.br/noticias/111881985/conheca-a-legislacao-as-punicoes-e-as-metragens-autorizadas-em-relacao-as-queimadas>. Consultado em nov.2021.

SAMBUICHI, R. H. R. *et al.* **A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios**. Texto para Discussão, n. 1782, Brasília: Ipea, 2012.

SAMBUICHI, R. H. R.; Silva, A.P.M.; OLIVEIRA, M. A. C.; SAVIAN, M. (Orgs.). **Políticas agroambientais e sustentabilidade: desafios, oportunidades e lições aprendidas**. 1. ed. Brasília: Ipea, 2014. 273p.

SAMBUICHI, R. H. R. *et al.* A diversificação produtiva como forma de viabilizar o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar no Brasil. In: MONASTERIO, L. M.; NERI, M. C.; SOARES, S. S. D. (Ed.). **Brasil em desenvolvimento 2014: Estado, planejamento e políticas públicas**. Brasília: Ipea, 2014. v. 2. p. 61-84.

SAMBUICHI *et al.* **Diversidade da produção nos estabelecimentos da agricultura familiar no Brasil: uma análise econométrica baseada no cadastro da declaração de aptidão ao PRONAF (DAP)**. Texto para discussão No. 2202. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada- Ipea , 2016.

SAMBUICHI, R. H. R. *et al* (orgs.). **A Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável**. Brasília: Ipea, 2017.

SAMBUICHI, R.H.R. **Análise da construção da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica no Brasil**. Brasília: Ipea, 2017. p. 1-56. (Texto para Discussão, n. 2305).

_____. Análise da concepção da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. In: SAMBUICHI, R. H. R. *et al.* (Orgs.). **A Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável**. Brasília: IPEA, 2017a, p. 117-146.

_____. Avaliação da execução do Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. In: SAMBUICHI, R. H. R. *et al.* (Orgs.). **Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável**. Brasília: IPEA, 2017b, p. 147-196.

SAMBUICHI, R.H.R. *et al.* **Programa de Aquisição de Alimentos e segurança alimentar: modelo lógico, resultados e desafios de uma política pública voltada ao fortalecimento da agricultura familiar**. Brasília: Ipea, 2019. (Texto para Discussão, n°2482).

SAMBUICHI, R. H. R. *et al.* **Execução do Programa de Aquisição de Alimentos nos municípios brasileiros**. Brasília: Ipea, 2020. (Texto para Discussão, n. 2606)

SÁNCHEZ-BAYO, F.; WYCKHUYS, K. A. Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. **Biology Conservation**, 232, 8–27, 2019.

SANO, E. E. Bioma Cerrado: agricultura no Cerrado brasileiro, histórico e desafios da agricultura ambientalmente sustentável. In: VILELA, E. F.; CALLEGARO, G.M.; FERNANDES, G.W. (orgs.) **Biomás e agricultura: oportunidades e desafios**. Rio de Janeiro: Vertente edições, 2019.

SANTANA, C.A.M.; GASQUES, J.G. Agricultural development in Brazil: the role of agricultural policies. In: BUAINAIN, A. M. *et al.* (Ed.). **Agricultural development in Brazil: the rise of a global agro-food power**. New York: Routledge, 2019. cap. 8. p. 46-69.

SANTILLI, Juliana. **Socioambientalismo e novos direitos**. São Paulo: Peirópolis, 2005.

SANTOS, R.H.S. Olericultura orgânica. In: Fontes, P.C.R. (Ed.) **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa, Editora UFV, 2005.

SANTOS, D. G.; DOMINGUES, A. F.; GISLER, C. V. T. Gestão de recursos hídricos na agricultura: o programa produtor de água. In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P.; ANDRADE, A. G. **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. p. 353-376.

SAUER, Sérgio; BALESTRO, Moisés V. **Agroecologia e os desafios da transição agroecológica**. São Paulo: Expressão Popular, 2009.

SAVARY, S., FICKE, A., AUBERTOT, J.-N., HOLLIER, C. Crop losses due to diseases and their implications for global food production losses and food security. **Food Security** 4, 519-537, 2012.

SCHÄFER, R. B., BRINK P. J.; LIESS, M. Impacts of pesticides on freshwater ecosystems. In: SÁNCHEZ-BAYO, F. *et al* (eds). **Ecological impacts of toxic chemicals**. Bentham Science Publishers, 111–137, 2011.

SCHELLING, T. C. **Micromotives and macrobehavior**. Norton: New York, 1978.

SCHLINDWEIN, S. L. Indicadores de sustentabilidade e aprendizagem social. In FERREIRA, J.M.L; ALVARENGA, A.P; SANTANA, D.P.; VILELA, M.R. (Eds.) **Indicadores de sustentabilidade em**

sistemas de produção agrícola. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Belo Horizonte: EPAMIG, 2010.

SCHNEIDER, V. E.; PERESIN, D; TRENTIN, A.C.; SAMBUICHI, R.H.R. **Diagnóstico dos resíduos orgânicos do setor agrossilvopastoril e agroindústrias associadas.** Relatório de Pesquisa. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea, 2012.

SCOTT, Tyler. Does collaboration make any difference? Linking collaborative governance to environmental outcomes. **Journal of Policy Analysis and Management**, vol. 34, p. 537-566, 2015.

SEN, A. An aspect of Indian agriculture. **Economic Weekly**, February, pp 243–246, 1962.

SENADO FEDERAL. **Avaliação da Política Nacional sobre Mudança do Clima.** Relatório consolidado. Comissão de Meio Ambiente. Brasília: 2019. Disponível em: ARQUIVO_PORTAL_CMA_5226ComissaoPermanenteCMA20191206 (8).pdf

SERRES, Michel. **O Contrato Natural.** Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira, 1991.

SFB. Serviço Florestal Brasileiro. **Florestas do Brasil em resumo: 2019.** Brasília: MAPA/SFB, 2019.

_____. **Sistema Nacional de Informações Florestais – SNIF.** Brasília, 2019b. Disponível em:< <http://snif.florestal.gov.br/pt-br/>>. Acesso em: nov. 2021.

_____. **Regularização ambiental: boletim informativo. Dados declarados até 01 de dezembro de 2022.** Serviço Florestal Brasileiro – SFB. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/servico-florestal-brasileiro/boletim-informativo-car/BoletimCAR_DEZ011.pdf

SHEPSLE, Kenneth. **Analyzing politics: Rationality, behavior and institutions.** 2nd. Edition. New York: W.W Norton, 2010.

SILVA, L. A. **Desvendando a caixa preta do Executivo Federal:** coordenação intragovernamental no Brasil. Tese de Doutorado. Fundação Getúlio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo, 2017.

SILVA, M.C. **Crédito bancário e desenvolvimento sustentável nas instituições financeiras brasileiras.** Dissertação de mestrado. Centro de Desenvolvimento Sustentável – CDS. Universidade de Brasília - UnB, 2011.

SILVA, M. S. L.; MENDONÇA, C. E. S.; ANJOS, J. B. dos; FERREIRA, G. B.; SANTOS, J. C. P. dos; OLIVEIRA NETO, M. B. de. **Barragem subterrânea:** uma opção de sustentabilidade para a agricultura familiar do semiárido do Brasil. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. 10 p. il. color. (Embrapa Solos. Circular técnica, 36).

SIMPSON, G.B.; JEWITT, G.P.W. The development of the water-energy-food nexus as a framework for achieving resource security: a review. **Front Environ Sci**, 7, 2019.

SINDIVEG. **Mercado total de defensivos agrícolas por produto aplicado.** Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal, 2021. Disponível em [Mercado total - Sindiveg](#). Acesso em 24/11/2022.

SOARES, A. L. J. **Conceitos básicos sobre permacultura.** Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Projeto Novas Fronteiras da Cooperação para o Desenvolvimento Sustentável – SDR-MA/PNUD/SDR/PNFC, 1998.

SOARES, W. L.; CUNHA, L. N.; PORTO, M. F. S. **Uma política de incentivo fiscal a agrotóxicos no Brasil é injustificável e insustentável**. Associação Brasileira de Saúde Coletiva. Rio de Janeiro: Abrasco, 2020.

SÖDERBERG, Charlotta. Institutional conditions for multi-sector environmental policy integration in Swedish bioenergy policy. **Environmental Politics**, v. 20, n. 4, p. 528-546, 2011.

SOUZA, C. M.; PIRES, F. R.; PARTELLI, F. L.; ASSIS, R. L.; **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012.

SOUZA, D. P. et al. Desenvolvimento urbano e saúde pública: impactos da construção da UHE de Belo Monte. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 46, p. 154-173, 2018.

SOUZA, Priscila; HERSCHMANN, Stela; ASSUNÇÃO, Juliano. **Política de crédito rural no Brasil: Agropecuária, proteção ambiental e desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2020.

STORBJÖRK, S.; ISAKSSON, K. Learning is our Achilles heel. Conditions for long-term environmental policy integration in Swedish regional development programming. **Journal of Environmental Planning and Management**, (57), 7, 1023-1042, 2014.

SWANSON, N.; LEU, A.; ABRAHAMSON, J.; WALLET, B. Genetically engineered crops, glyphosate and the deterioration of health in the United States of America. **Journal of Organic Systems**, 2014.

SWIFT, M. J.; ANDERSON, J. M. Biodiversity and ecosystem function in agricultural systems. **Biodiversity and Ecosystem Function**, 15–41, 1994.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU. **Referencial para avaliação da governança do Centro de Governo**. Tribunal de Contas da União. Brasília: TCU, Secretaria de Controle Externo da Administração do Estado (SecexAdmin), 2016.

_____. **Avaliação da preparação do governo brasileiro para implementar e monitorar os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS)**. Compromisso assumido pelo Brasil junto à ONU. Relatório de Auditoria. Brasília, 2017.

TELLES, T.S. *et al.* **Desenvolvimento da agricultura de baixo carbono no Brasil**. Brasília: Ipea, 2021. p. 1-48. (Texto para Discussão, n. 2638).

TELLES, T.S.; RIGHETTO, A. J. Crescimento da agropecuária e sustentabilidade ambiental. In VIEIRA FILHO, J.E.R. (Org.) **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Rio de Janeiro: IPEA, 2019.

THE LANCET EDITORIAL, 1999. **Health risks of genetically modified foods**. Volume 353, No. 9167, p1811, 29 May 1999

THOMAS, R. J.; QUILLÉROU, E.; STEWART, N. **Economics of land degradation initiative: a global strategy for sustainable land management: the rewards of investing in sustainable land management**. Bonn: ELD Initiative, 2013. 122 p.

TOLEDO FILHO, Demétrio Florentino. **Integração da política climática: segurança energética e proteção climática, lições das experiências da Alemanha e do Reino Unido**. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável, 2014.

TOSUN, Jale; LANG, Achim. Policy integration: mapping the different concepts, **Policy Studies**, 38:6, 553-570, 2017.

TRAGE, Dayane Regina. **Estudo do mercado de fertilizantes no Brasil por meio de previsões estatísticas**. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

TREIN, P., Meyer, I.; MAGGETTI, M. The integration and coordination of public policies: A systematic comparative review. **Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice**, 1–18, 2018.

TRINDADE, C. C. **Sementes crioulas e transgênicos, uma reflexão sobre sua relação com as comunidades tradicionais**. Universidade do Estado do Amazonas, 2006.

UNDERDAL, A. Integrated marine policy: What? Why? How?, **Marine Policy**, vol. 4, pp159-169, 1980.

UNEP. **Environmental and health impacts of pesticides and fertilizers and ways of minimizing them**. Summary for policymakers. United Nations Environment Programme, 2021.

USGS. **Global food security-support analysis data at 30 m (GFSAD)**. U.S. Geological Survey, 2018. Disponível em: <https://www.croplands.org/home> Acesso em 14 jul. 2022.

VALADARES, A.; ALVES, F.; GALIZA, M. **O crescimento do uso de agrotóxicos: uma análise descritiva dos resultados do censo agropecuário 2017**. Nota Técnica No 65. Ipea. 2020.

VEIGA NETO, F.C; MAY, P.H.; VIVIAN, J.L. Marco referencial para serviços ambientais: reflexões sobre a prática. In FERREIRA, J.M.L; ALVARENGA, A.P; SANTANA, D.P.; VILELA, M.R. (Eds.) **Indicadores de sustentabilidade em sistemas de produção agrícola**. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Belo Horizonte: EPAMIG, 2010.

VERES, A.; PETIT, S.; CONORD, C.; LAVIGNE, C. Does landscape composition affect pest abundance and their control by natural enemies? A review. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 166, 110-117, 2013.

VIANA, J.P.; MOURA, A.; KLUG, L. B; FERREIRA, J.S.; DIABATÉ, R. S. **Dimensionamento e comportamento dos gastos ambientais do governo federal: 2001 a 2018**. Texto para Discussão. Ipea, 2020.

VIANA, J.P. **Gastos ambientais do governo federal: 2001 a 2021**. Texto para Discussão. Ipea, 2023 (em edição).

VIANNA, J.N.S. *et al.* Em busca de uma estratégia de adaptação às mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **ComCiência**. Campinas, N. 149, 2013.

VILELA, E. F.; CALLEGARO, G.M.; FERNANDES, G.W. (orgs.) **Biomass e agricultura: oportunidades e desafios**. Rio de Janeiro: Vertente edições, 2019.

VIDAL, M.C.; SALDANHA, R.; VERISSIMO, M.A.A. Bioinsumos: o programa nacional e a sua relação com a produção sustentável. In: GINDRI, D.M.; MOREIRA, P.A.B.; VERISSIMO, M.A.A. **Sanidade vegetal: uma estratégia global para eliminar a fome, reduzir a pobreza, proteger o meio ambiente e estimular o desenvolvimento econômico sustentável**. Florianópolis: CIDASC, 2020. 486 p.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Efeito poupa-terra e ganhos de produção no setor agropecuário brasileiro**. Brasília: Ipea, 2018. (Texto para Discussão, n. 2386).

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**. Brasília: Ipea, 2017. 305 p

VIEZZER, J.; SENTA, M.M.D.; VIEIRA, R.M. Bioma Mata Atlântica: oportunidades e desafios de pesquisa em ciências agrárias para o desenvolvimento sustentável. In: VILELA, E. F.; CALLEGARO, G.M.; FERNANDES, G.W. (orgs.) **Biomass e agricultura: oportunidades e desafios**. Rio de Janeiro: Vertente edições, 2019.

VIGGIANI COUTINHO, S. M.; SANTOS, D. V.; BURSZTYN, M.; MARENGO, J. A.; RODRIGUES-FILHO, S.; LUCENA, A. F. P.; RODRIGUEZ, D. A.; MAIA, S. M. F. The Nexus+ approach applied to studies of Impacts, vulnerability and adaptation to climate change in Brazil. **Sustainability in Debate**, 11(3), 24–56, 2020.

VIVIAN, R.; QUERINO, R. B. Mercado de agentes de controle biológico. In: FONTES, E. M. G. e VALADARES-INGLIS, M. C. (Eds.) **Controle biológico de pragas da agricultura**. Embrapa, 2020.

WEIBLE, C. M.; HEIKKILA, T. Policy conflict framework. **Policy Sciences**, 50(1), 23-40, 2017.

WEIBLE, C. M.; HEIKKILA, T.; PIERCE, J. Understanding rationales for collaboration in high-intensity policy conflicts. **Journal of Public Policy**, 38(1), 1-25, 2018.

WEID, J. M. von der. A transição agroecológica das políticas de crédito voltadas para a agricultura familiar. **Revista Agriculturas**, v. 3, n. 1, p. 18-20, 2006.

WEITZ, N. *et al.* Closing the governance gaps in the water-energy-food nexus: insights from the integrative governance. **Global Environmental Change**, 45, 165-173, 2017.

WHO. **Exposure to highly hazardous pesticides: a major public health concern**. World Health Organization. Geneva, 2010.

WILLER, H.; TRÁVNÍČEK, J.; MEIER, C; SCHLATTER, B. (Eds.). **The world of organic agriculture: statistics and emerging trends 2021**. Frick: FiBL; Bonn: IFOAM – Organics Internacional, 2021.

_____. **The world of organic agriculture. Statistics and Emerging Trends 2022**. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn, 2022.

WILLER, H.; SCHLATTER, B.; TRÁVNÍČEK, J. (Eds.) **The world of organic agriculture. Statistics and Emerging Trends 2023**. Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn. Online Version 2 of February 23, 2023

WILSON C, TISDEL C. Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs? **Ecol. Econ.**; 39: 449-462, 2001.

WORLD BANK. **World development report 2017: Governance and the law**. Washington, DC: World Bank, 2017.

WRI – WORLD RESOURCES INSTITUTE. **World resources 2002-2004**. Decisions for the Earth: balance, voice, and power. Washington: WRI, 2009.

WUNDER, Sven. **Payments for environment services: some nuts and bolts**. Jakarta: Center for International Forestry Research, 2005.

YOUNG, O. Governance for sustainable development in a world of rising interdependencies. In; DELMAS, M.A. and YOUNG, O **Governance for the environment: new perspectives**; Cambridge University Press, 2010.

ZHAO, Chuang *et al.* Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** vol. 114,35, 2017.

ZINNGREBE, Y. M. Mainstreaming across political sectors: Assessing biodiversity policy integration in Peru. *Environmental Policy and Governance*, 28(3), 153–171, 2018.