



3

Terra



Fonte: Bruno Ape Sabier/MMA

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação

Bruno Siqueira Abe Saber Miguel - MMA

Redação

Adma Hamam de Figueiredo - IBGE
 Adriano Santhiago de Oliveira - MMA
 Amanda Amaral Abrahão - Ministério da Saúde
 Ana Clara Alencar Lambert - IBGE
 Bruno Siqueira Abe Saber Miguel - MMA
 Celso Vainer Manzatto - Embrapa Meio Ambiente
 Cristiano Alberto de Andrade - Embrapa Meio Ambiente
 Débora Sousa Bandeira - Ministério da Saúde
 Edson Luís Bolfe - Embrapa Informática Agropecuária
 Fabio Giusti Azevedo de Britto - NETMIN/CETEM/MCTI
 Felipe Leite Nisiyama - Ministério da Saúde
 Fernando Ferreira de Castro - NETMIN/CETEM/MCTI
 Fernando Peres Dias - IBGE
 Gustavo Bayma Siqueira da Silva - Embrapa Meio Ambiente
 Iara Campos Ervilha - Ministério da Saúde
 Iêdo Bezerra Sá - Embrapa Semi-Árido
 Jaciara Aparecida Rezende - Ibama
 José Antônio Sena do Nascimento - NETMIN/CETEM/MCTI
 José Carlos Polidoro - Embrapa Solos
 Luis Carlos Hernani - Embrapa Solos
 Marcelo Augusto Boechat Morandi - Embrapa Meio Ambiente
 Margareth Gonçalves Simões - Embrapa Solos
 Maria Amélia da Silva Enriquez - UFPA
 Maria Pereira Lima Green - NETMIN/CETEM/MCTI
 Mariely Helena Barbosa Daniel - Ministério da Saúde
 Monica Monnerat Tardin Bastos - NETMIN/CETEM/MCTI
 Pedro Luiz de Freitas - Embrapa Solos
 Robson Rolland Monticelli Barizon - Embrapa Meio Ambiente
 Rodrigo Favero Clemente - Ministério da Saúde
 Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz - Embrapa Solos
 Sandro Eduardo Marschhausen Pereira - Embrapa Meio Ambiente
 Tassiane Garcia Peinado - Ibama
 Thais Araújo Cavendish - Ministério da Saúde
 Vanessa de Paula Ferreira - Ministério da Saúde
 Wagner Lopes Soares - IBGE

Colaboração e revisão

Alexandre Marques - Ibama
 Laerte Guimarães Ferreira - UFG
 Peter Rembischevski - Anvisa
 Roberta Zecchini Cantinho - MCTI
 Rosângela Garrido Machado Botelho - IBGE

ODS relacionados ao capítulo



INTRODUÇÃO

“Gigante pela própria natureza”, a grande extensão do território brasileiro se reflete nas diversas formas de ocupação e uso dos espaços moldados pela natureza tropical e subtropical do País, conformando uma diferenciação regional que se altera à medida que o movimento de ocupação vai construindo o território nacional através do tempo.

Não é, portanto, uma simples coincidência o fato de que a história da formação do Brasil esteja ligada a diferentes ciclos de uso da terra – pau-brasil, cana-de-açúcar, ouro e diamantes, algodão, borracha, café, cacau, ferro e soja, sucessivamente, tendo a pecuária como atividade de suporte e de viabilização da ocupação do interior do País.

Pode-se afirmar, assim, que as potencialidades naturais do território forneceram a base de recursos necessária à expansão da fronteira econômica sempre que solicitada nos momentos de aceleração do processo de crescimento, de consolidação do mercado interno e, mais recentemente, de competição no mercado externo.

Partindo das principais tipologias de uso da terra definidas no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013) e no projeto Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil (IBGE, 2020a), o presente capítulo tem o objetivo de analisar a

dinâmica recente de ocupação e uso do território nacional, identificando as pressões e impactos relacionados às principais classes de uso da terra (agricultura, pecuária, silvicultura, mineração, áreas urbanas e cobertura vegetal), bem como as iniciativas que têm sido implementadas visando otimizar as oportunidades e coibir os efeitos adversos decorrentes desses processos.

Para tanto, é importante ter em perspectiva que essa dinâmica é resultado da influência de uma série de fatores (ou forças motrizes), tanto internos quanto externos, que atuam na conformação territorial do País na contemporaneidade, associados a processos demográficos, econômicos, sociais e ambientais que moldam as mudanças ocorridas na distribuição da produção primária no território nacional.

Estima-se que a população brasileira atingiu, em 2020, cerca de 211,7 milhões de habitantes. A taxa média geométrica de crescimento anual, no período de 2010 a 2020, foi de 1,05%, a mais baixa já observada, refletindo a continuidade do declínio da fecundidade verificado no decorrer dos últimos 50 anos, exprimindo-se na queda relativa e, em diversos casos, na redução até absoluta do número de nascimentos (IBGE, 2016a).



Ainda que em desaceleração, houve um acréscimo de mais de 20 milhões de habitantes desde o Censo Demográfico de 2010, o que, conjugado com o aumento da renda per capita nacional (fortemente impactada pela crise econômica iniciada em 2015 e intensificada pela pandemia de COVID-19) e a mudança dos hábitos alimentares dos brasileiros, com maior consumo de proteínas animais, têm se refletido no aumento da demanda por produtos agropecuários, minérios e energia para atender o mercado consumidor do País.

Outro aspecto importante da evolução da população brasileira está relacionado ao processo de urbanização, que, de acordo com o Censo Demográfico de 2010 (último dado disponível), atingiu o patamar de 84,4%.

Em seguida à região Sudeste – que, no Censo Demográfico de 1960, apresentou pela primeira vez predomínio de residentes na zona urbana (57%) –, as regiões Sul e Centro-Oeste também começam a se urbanizar de forma intensa a partir de meados da década de 1970, uma vez que a concomitante expansão das atividades agropecuárias nessas regiões foi acompanhada por um intenso processo de mecanização. Com efeito, a modernização do setor agrícola no Brasil veio acompanhada também por um ritmo acelerado do processo urbano-industrial, estimulando um movimento simultâneo de esvaziamento do espaço rural e de adensamento populacional em torno dos grandes centros urbanos, tais como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte¹.

Essa concentração populacional nas zonas urbanas gera, por exemplo, uma maior demanda por minerais, em especial os de uso direto na construção civil, além de minerais metálicos e industriais. Entre 1990 e 2018, o consumo per capita de cimento no Brasil passou de 177 kg/habitante para 254 kg/habitante; o de alumínio saltou de 2,2 kg/habitante para 6,6 kg/habitante, enquanto o de cerâmica para revestimento aumentou de 1,1 m²/habitante para 3,4 m²/habitante (MME, 2020).

Por fim, não menos importante na leitura da dinâmica populacional e dos vetores indutores das formas de apropriação e uso da terra na atualidade, a distribuição espacial dos estabelecimentos agropecuários no País constitui um reflexo direto de formas simultâneas de incorporação econômica da população, da terra e, portanto, da natureza no território nacional.

As manchas adensadas de estabelecimentos agropecuários, em geral de pequeno porte, são características do bioma Mata Atlântica, em áreas históricas de ocupação agrícola pioneira pela expansão das lavouras de cana-de-açúcar e café, e do bioma Caatinga, área pioneira de interiorização do sertão nordestino pela pecuária. Ademais, essa distribuição revela os adensamentos lineares ao longo dos rios e as formas contemporâneas derivadas da apropriação do bioma Amazônia por meio dos projetos de assentamento ao longo da Transamazônica (BR-230) e do eixo da BR-364 em Rondônia e dos movimentos mais recentes de interiorização de sua ocupação ao longo do eixo da BR-163 e de estradas vicinais situadas no Amazonas e no Pará.

Essas porções do território apresentam um forte contraste com as áreas ocupadas por estabelecimentos agropecuários no restante do bioma Amazônia e nos biomas Cerrado e Pantanal, caracterizadas por uma estrutura fundiária com predomínio de estabelecimentos de grande dimensão. De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, nos estados do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul, 80,1% e 76,4% da área de seus estabelecimentos agropecuários, respectivamente, é ocupada por unidades com mais de 1.000 hectares (ha), que correspondem a apenas 8% e 9,4% do número de estabelecimentos desses estados. Além disso, os estados com maior área média de seus estabelecimentos agropecuários estão localizados nesses três biomas: Mato Grosso (462 ha), Mato Grosso do Sul (412,4 ha), Tocantins (233,3 ha), Amapá (177,1 ha) e Goiás (173,3 ha)².

1 Segundo o Censo Demográfico de 2010, as taxas de urbanização das regiões brasileiras são de 92,9% no Sudeste, 88,8% no Centro-Oeste, 84,9% no Sul, 73,5% no Norte e 73,1% no Nordeste.

2 A área média dos estabelecimentos agropecuários no Brasil é de 69,1 ha, sendo os menores valores encontrados nos estados de Sergipe (45,6 ha), Pernambuco (15,9 ha) e Alagoas (16,6 ha).

Em nível internacional, os últimos anos foram marcados pelo expressivo crescimento da economia da China, combinado à elevação da renda per capita de sua população, de 1,4 bilhão de habitantes, e ao seu ingresso, em 2001, na Organização Mundial do Comércio, desencadeando um processo de redução das barreiras tarifárias e não tarifárias.

Esse crescimento, que também se fez sentir em outros Países, em especial a Índia, foi acompanhado pela inserção maciça no mercado de produtos alimentícios processados de carnes (de aves, bovina e suína) e derivados de soja, e pela demanda por bens cuja produção é altamente dependente de energia, como é o caso do ferro e do aço.

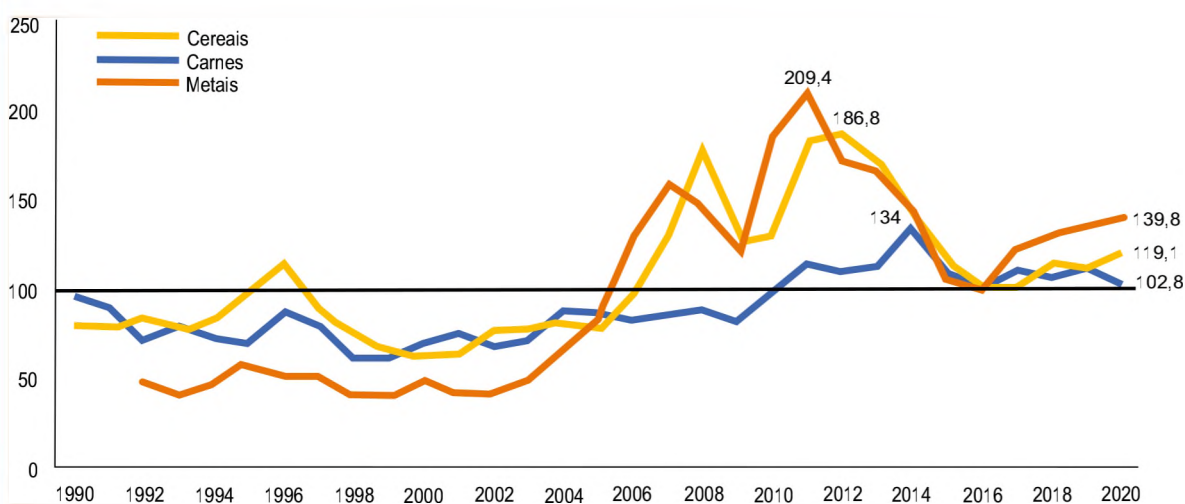
Em decorrência desses fatores, o período entre 2006 e 2014 testemunhou um “super ciclo” das *commodities*, no qual a intensa alta dos preços dos produtos agropecuários e dos minérios desencadeou forte pressão pelo aumento da produção e das exportações. Não obstante as

baixas pontuais a partir de 2009, os índices de preços se mantiveram em patamares muito acima daquele verificado nos anos 1990 (Figura 1).

Dessa forma, outro fator propulsor da atual dinâmica de uso da terra no Brasil se deve à posição de liderança mundial que o País vem assumindo na exportação de *commodities* agropecuárias e minerais, a fim de abastecer a nova demanda. O País é atualmente o principal exportador de açúcar, café, carne bovina e de aves, celulose, nióbio, soja e suco de laranja e é o segundo maior exportador de ferro e milho.

O volume exportado pelo setor agropecuário brasileiro cresceu quase cinco vezes entre 2000 e 2020, totalizando US\$ 100,7 bilhões no último ano³ – com um superávit de US\$ 87,7 bilhões (AGROSTAT/MAPA, 2021), enquanto as exportações de minério de ferro e aço, que foram de US\$ 6,63 bilhões em 2000, atingiram US\$ 34,78 bilhões em 2020 (COMEXSTAT/MDIC, 2021), contribuindo de forma decisiva para o saldo total da balança comercial brasileira.

Figura 1 – Evolução do índice de preços de *commodities* agropecuárias e minerais no mercado internacional, entre 1990 e 2020 (2016 = 100).



OBS: O índice de cereais inclui arroz, aveia, cevada, milho, soja, sorgo e trigo; o índice de carnes inclui carne bovina, suína e de aves; o índice de metais inclui alumínio, chumbo, cobalto, cobre, estanho, ferro, molibdênio, níquel, urânio e zinco.

Fonte: Primary Commodity Price System/FMI, 2021.

³ Note-se, no entanto, que as receitas de exportação do setor dependem fortemente de alguns produtos. Em 2020, as exportações do complexo soja (grão, farelo e óleo) atingiram US\$ 35,2 bilhões, ou 35% da receita total. Os cinco principais produtos agropecuários exportados (soja, carne, açúcar/etanol, produtos florestais e cereais, respectivamente) responderam por quase 80% da receita, contra 57,7% em 2000.



No ano 2000, os países europeus, os Estados Unidos e o Canadá absorveram mais de 62% das exportações de produtos agropecuários e 44,5% das exportações de minério de ferro do Brasil, enquanto a China era apenas o 11º importador de produtos agropecuários – com menos de US\$ 0,5 bilhão, ou 4% do total – e o 3º importador de minério de ferro – com US\$ 271 milhões, ou 9% do total.

Em 2020, a China ficou em primeiro lugar nos dois grupos, absorvendo US\$ 36,2 bilhões em produtos agropecuários (35,8% do total) e US\$ 18,5 bilhões em minério de ferro (71,8% do total), com a participação dos países europeus, dos Estados Unidos e do Canadá, tendo diminuído para 24,4% e 6,2% do total, respectivamente (AGROSTAT/MAPA, 2021; COMEXSTAT/MDIC, 2021). Apesar da desaceleração do crescimento econômico chinês, as disputas comerciais entre esse País e os Estados Unidos tendem a favorecer o Brasil.

Como resultado, a trajetória brasileira nos últimos anos culminou em um quadro de incentivo ao setor agropecuário e mineral com foco no mercado externo, muitas vezes em detrimento da diversificação produtiva e da valorização de outras potencialidades do espaço nacional⁴.

Isso tem ocorrido por meio de políticas setoriais difusas e concessões à iniciativa privada para desenvolvimento das redes de suporte à logística do setor primário, essencial ao escoamento desses produtos até os pontos de armazenagem e exportação, favorecendo o crescimento e interiorização do agronegócio e do setor mineral nacional.

Em escala nacional, o Centro-Sul do País continua a concentrar o principal eixo de armazenagem, grande parte da matriz rodoviária e ferroviária e os principais portos exportadores do

Brasil (Santos, Paranaguá e Rio Grande). Contudo, chama atenção uma nova geografia configurada pelos fluxos entre as unidades da federação onde se dá a produção das *commodities* agrícolas e os principais locais de exportação, que começa a colocar os portos de Manaus, Santarém, Belém e São Luís, localizados nas regiões Norte e Nordeste, no cenário dos fluxos de exportação da produção agropecuária de grãos do Centro-Oeste e da região do Matopiba (distribuída pelos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, em áreas majoritariamente de Cerrado, somando cerca de 730 mil km²), além de minérios e celulose trazidos pelas ferrovias Norte-Sul e Carajás (Figura 2).

O sucesso do País na exportação de *commodities* agrícolas e minerais tem, inclusive, posto na ordem do dia a complexa questão envolvendo o crescente peso desses produtos na pauta de exportações brasileiras⁵, ao mesmo tempo em que ressalta a dependência do País em relação à importação de produtos industrializados, problematizando, em novos termos, a questão da forma de inserção do Brasil no mundo.

De forma transversal aos processos descritos anteriormente, um vetor adicional das condições de demanda e oferta de produtos primários está relacionado à mudança comportamental de um número crescente de pessoas, que valorizam cada vez mais características que vão além do preço, como a saudabilidade, a segurança dos alimentos, a ética e a sustentabilidade (ARAÚJO; BOLFE, 2020).

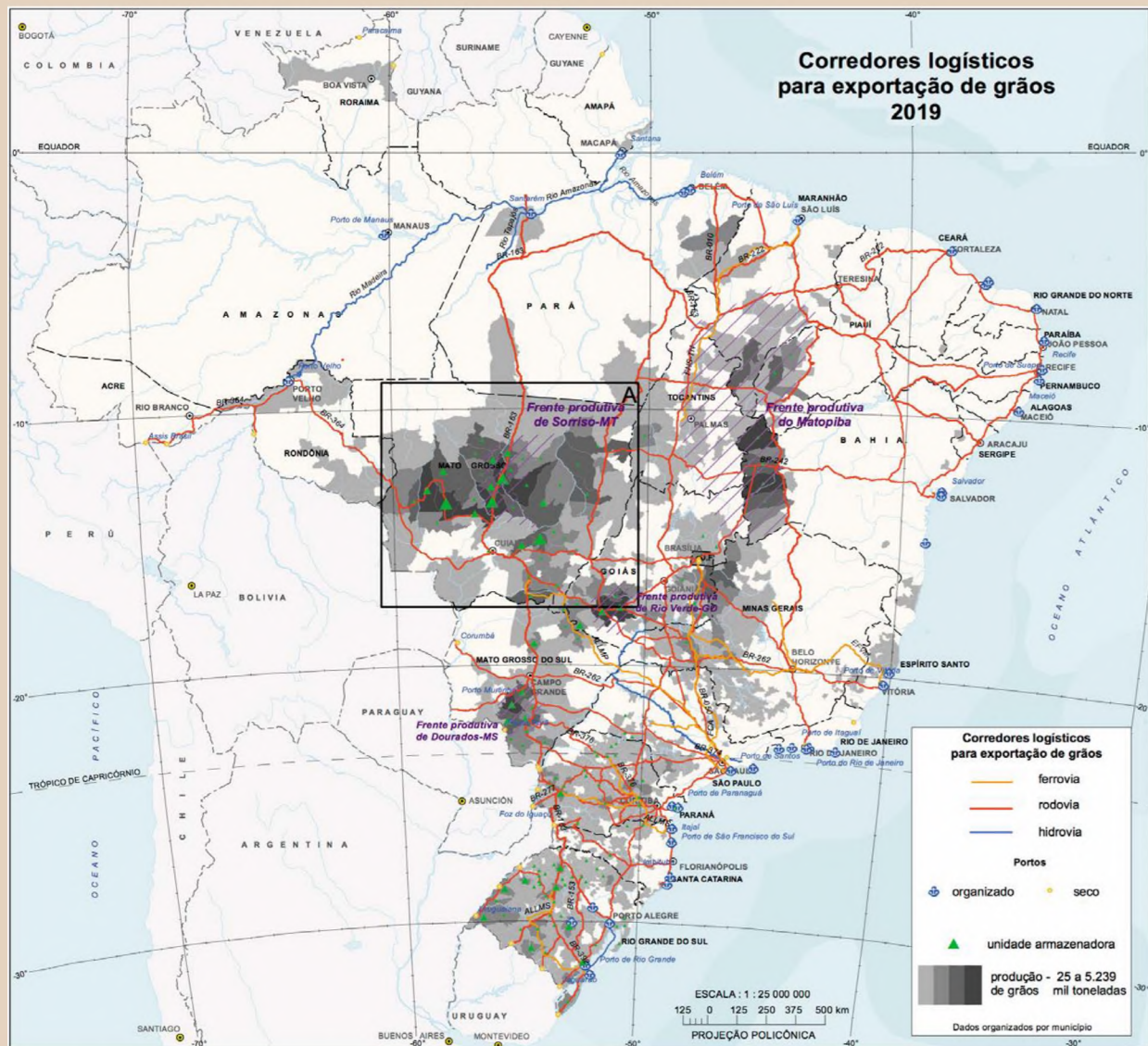
O acelerado avanço das tecnologias da informação e comunicação, com a proliferação das mídias sociais e plataformas digitais, vem modificando radicalmente as relações entre produtores e consumidores.

4 Como exemplo, pode-se mencionar a Lei Kandir - Lei complementar no 87/1996 -, que ao isentar as exportações de matérias-primas e produtos semiprocessados do ICMS é criticada por desestimular a agregação de valor à produção.

5 A participação das exportações agropecuárias e da indústria extrativa mineral (excluindo-se petróleo e gás) no total das receitas de exportação aumentou de 37,3% e 6,4% para 48% e 14% entre 2000 e 2020, respectivamente, enquanto os produtos da indústria de transformação mineral, entre metais e manufaturados, que respondiam por 27% das exportações em 2000, caíram para apenas 15% em 2020 (AGROSTAT/MAPA, 2021; COMEXSTAT/MDIC, 2021).



Figura 2 – Corredores logísticos para exportação de grãos no Brasil, em 2019.



Fonte: IBGE. Atlas do Espaço Rural Brasileiro, 2020b.

Os consumidores tornam-se mais conscientes e exigentes por informações sobre a origem dos produtos e o impacto de seus hábitos de consumo na saúde e no meio ambiente, implicando, assim, em novos arranjos organizacionais para o setor produtivo, a exemplo dos sistemas integrados, dos orgânicos, das práticas de bem-estar animal e das certificações socioambientais (EMBRAPA, 2018).

Por fim, é importante considerar os efeitos das mudanças climáticas, em especial sobre

o setor agropecuário. Estimativas do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) indicam que o aumento da temperatura média e a alteração dos regimes de precipitação alterarão os padrões de uso da terra em termos de área total semeada, distribuição geográfica das culturas agrícolas e redução dos índices de produtividade. No caso da pecuária, os impactos incluem efeitos na forragem e alimentação animal e na disponibilidade de água para os rebanhos, bem como efeitos indiretos por meio de doenças do gado (IPCC, 2014).



No contexto doméstico, a Quarta Comunicação Nacional à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, de 2020, destaca que esses impactos poderão restringir a produção dos principais produtos voltados à alimentação da população, em um contexto, conforme descrito anteriormente, de aumento da demanda por alimentos, influenciada tanto pelo crescimento da população e do consumo per capita, quanto pelas exportações de produtos agropecuários. A Quarta Comunicação Nacional registra, ainda, um potencial de redução da capacidade de produção em cerca de 11 milhões de hectares (Mha) de terras agricultáveis até 2030, afetando de forma diversa cada região brasileira e seus respectivos sistemas de produção (MCTI, 2020a).

Estudos de impactos climáticos corroboram a indicação de que a produção agrícola

brasileira será significativamente afetada pela mudança do clima, reduzindo a produtividade e, conseqüentemente, a produção da maioria dos produtos agropecuários do País (Tabela 1).

A título de exemplo, a soja poderá testemunhar uma redução de até 79,6% em sua produtividade até 2050, o que implicaria em uma forte queda da produção do grão, de 190,2 milhões para 38,5 milhões de toneladas. Uma vez que a demanda interna projetada seria de 90,4 Mt, o Brasil, maior exportador da oleaginosa na atualidade, poderá voltar a depender, no futuro, de importações maciças de produtos agrícolas para suprir suas necessidades, o que desperta para a magnitude do desafio e da necessidade de medidas de adaptação e mitigação para fazer frente a tais impactos.

Tabela 1 – Produtividade (t/ha) atual e projetada com base em cenários de mudança do clima.

Agricultura				
Produtos	Produtividade atual (t/ha)*	Produtividade projetada em 2050 (t/ha)	Varição (%)	Fonte
Arroz	4,9	4,2	-15,2	Fernandes <i>et al.</i> , 2012
Café	1,4	1,1	-21,5	Pinto <i>et al.</i> , 2019; Tavares, 2017
Feijão	0,9	0,7	-23,1	Campos <i>et al.</i> , 2010; Oliveira, 2007; Martins e Assad, 2007
Milho	4,7	2,3	-51	Bender, 2017
Soja	2,9	0,6	-79,6	Fernandes <i>et al.</i> , 2012

Fonte: MCTI, 2020a. – * Média de 2008-2017.

AGRICULTURA E PECUÁRIA

O monitoramento do uso da terra no Brasil, realizado em várias escalas geográficas, é fundamental não só para observar as grandes mudanças que ocorrem nas formas de uso econômico do território, como deve avançar, também, no sentido de acompanhar os eventuais impactos e rupturas que essas mudanças podem causar na alteração da imensa diversidade socioambiental que dá destaque ao País no cenário mundial.

Em 2018, dos 8,51 milhões de km² do País, 63% estavam ocupados por áreas com

vegetação florestal e campestre, 13,2% com pastagens com manejo, 12,7% com mosaicos de ocupações em áreas florestais e campestres (áreas de ocupação fragmentada, nas quais, devido à escala de trabalho, não é possível individualizar os elementos), 7,8% com áreas agrícolas, 1% com silvicultura e 0,45% com áreas artificiais (nas quais estão incluídas as áreas voltadas à extração mineral e as áreas urbanas), sendo o restante constituído por áreas úmidas e corpos d'água (IBGE, 2020a).



O retrato abaixo da cobertura e uso da terra no Brasil em 2018 reflete a dinâmica observada entre 2012 e 2018, quando o avanço da agropecuária, principalmente das pastagens com manejo e das áreas agrícolas, resultou em redução da cobertura vegetal (Figura 3).

A vegetação florestal perdeu, nesse período, cerca de 5,48 Mha, enquanto a redução da vegetação campestre foi de 4,44 Mha (IBGE, 2020a).

A expansão da atividade agrícola e da atividade pecuária ocorreu de forma associada, pressionada

pela valorização dos produtos agropecuários nos mercados nacional e internacional, com maior avanço ora dos cultivos, ora das pastagens, e de forma diferenciada nas diversas regiões do País, de acordo com fatores econômicos, sociais e ambientais locais.

Entre os anos de 2012 e 2018, a área agrícola brasileira cresceu 8,1 Mha (um aumento de 13,88%). Esse crescimento ocorreu principalmente entre 2012 e 2014, quando foi registrado 50% do aumento observado no período.

Figura 3 – Cobertura e uso da terra do Brasil, em 2018.



Fonte: IBGE. Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil, 2020a.



A maior parte da expansão dos cultivos aconteceu em quatro regiões do Brasil, apresentando diferentes dinâmicas de ocupação do território. A primeira está localizada no norte do Mato Grosso, onde extensos cultivos avançam em direção à borda sul do bioma Amazônia. A partir de 2012, o avanço das novas áreas agrícolas no Mato Grosso foi observado principalmente sobre áreas ocupadas por pastagens, uma alteração em relação à dinâmica do período anterior, entre 2000 e 2012, quando o crescimento da área agrícola ocorreu especialmente sobre áreas de vegetação florestal e campestre.

A substituição das áreas de usos antrópicos, como as pastagens com manejo por áreas agrícolas, também ocorreu de maneira mais intensa na região que se estende pelo Centro-Sul, englobando partes do Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Paraná. Já no Rio Grande do Sul, o avanço das áreas agrícolas vem sendo observado sobre as áreas de vegetação campestre do bioma Pampa.

Por último, na região do Matopiba, a expansão das áreas agrícolas, no período de 2012 a 2018, de 1,45 Mha (um aumento de 30%), foi caracterizada pelo avanço dos cultivos sobre áreas de vegetação campestre dos planaltos e chapadas da região, sendo que mais da metade dessa expansão aconteceu entre 2012 e 2014, totalizando quase 800 mil ha.

Por sua vez, o crescimento de 532 mil ha (ou 5,72%) da área ocupada por pastagens com manejo ocorreu tanto sobre áreas de mosaicos florestais quanto sobre a vegetação campestre, especialmente no Tocantins e no Maranhão. O avanço dos cultivos agrícolas e das pastagens sobre áreas de vegetação natural resultou na redução de 1,78 milhão e de 240 mil ha de áreas de vegetação campestre e florestal, entre 2012 e 2018, respectivamente.

Dados de aptidão agrícola indicam uma significativa proporção de terras na região do Matopiba (26 Mha ou 35% do total) com potencial para o desenvolvimento da agricultura intensiva (LUMBRERAS *et al.*, 2015), com projeções de 2020 indicando um crescimento de 14,8% da produção de grãos na região, na próxima década, passando de 25 Mt na safra 2019/2020 para o patamar entre 33 e 41 Mt em 2029/2030 (MAPA, 2020). A região, porém, apresenta grande variedade de solos, sob condições climáticas distintas e, por vezes, adversas, com reflexos em qualidades e vulnerabilidades diversas para o uso agrícola. A realidade agrária também é complexa e necessita especial atenção, pois envolve inúmeras áreas quilombolas, terras indígenas, assentamentos rurais e unidades de conservação da natureza.

Além das quatro regiões citadas acima, houve significativa expansão das áreas agrícolas sobre áreas de vegetação florestal e de pastagens nos arredores de Paragominas e Santarém, no Pará, e sobre áreas de vegetação campestre na savana de Roraima. No Brasil como um todo, enquanto o crescimento da área agrícola foi constante entre 2012 e 2018, a área ocupada por pastagens com manejo apresentou tendência de estabilidade, resultando em pequena redução de 91,2 mil ha (-0,08%) nesse período. Esse saldo é resultado de duas dinâmicas diferentes observadas no Brasil em relação às pastagens com manejo: a redução da área ocupada por pastagens em algumas regiões do Brasil – como no Vale do Araguaia, no Mato Grosso, e nas porções centro-sul e sudeste do País, abrangendo principalmente os estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo – e a expansão de novas áreas de pastagens sobre áreas de vegetação florestal e campestre, observada principalmente nas regiões limítrofes dos biomas Cerrado e Amazônia, avançando para o interior deste último bioma.



Nunca é demais lembrar que a velocidade das mudanças ocorridas nas formas de apropriação e uso da terra no Brasil estão associadas também a mudanças operadas na base técnica da produção agropecuária, aí se destacando, particularmente, a crescente mecanização observada no campo, em especial a partir dos anos 1970.

A distribuição geográfica do trator no território nacional, entre 1970 e 2017, ilustra o quanto o processo de mecanização avançou rumo ao interior do País, alavancado no início pela política creditícia que sustentou a modernização da agricultura brasileira e que passou a adotar, daí em diante, pacotes tecnológicos voltados à padronização da produção, como a da soja e a do milho, voltadas crescentemente para o mercado internacional (Figura 4).

Nesse contexto, a figura de 1970 ainda apresenta uma geografia que remonta ao início da expansão dos tratores no espaço rural brasileiro, onde se destaca a presença dos dois núcleos pioneiros da mecanização no País, localizados no Rio Grande do Sul e em São Paulo. Os demais mapas da Figura 4 revelam o processo de crescimento contínuo do número de tratores que impulsionou a mecanização da agricultura brasileira, fazendo com que essa última conhecesse uma expansão contínua acompanhada pela evolução do cultivo da soja, entre outros produtos, em direção ao Centro-Oeste e, mais recentemente, à região Norte.

Entretanto, no que se refere à presença da mecanização no espaço rural brasileiro em escala macrorregional, o Censo Agropecuário de 2017 levantou que, dos 5.073.324 estabelecimentos existentes no País, 14,4% ou 734.280 estabelecimentos, tinham acesso a tratores, com uma média de 1,6 trator nesses estabelecimentos⁶. Em Santa Catarina, São Paulo e Rio Grande do Sul, estados de ocupação mais antiga e de fronteira agropecuária mais consolidada, essa proporção atingiu níveis superiores a 44%.

Em patamares de mecanização também elevados, acima de 33%, vêm a seguir: Paraná, Distrito Federal e Mato Grosso do Sul, além de Mato Grosso e

Goiás, com níveis acima de 22%. Em comum, esses estados têm o fato de terem sido fronteiras agrícolas alavancadas, em grande parte, pela produção de *commodities* em regimes altamente mecanizados, ressaltando a precedência do Paraná nesse processo, quando comparado à incorporação mais recente do Centro-Oeste à fronteira agropecuária brasileira, que conta, inclusive, com um número elevado de migrantes oriundos do Sul.

Uma dimensão igualmente importante, no que diz respeito ao processo de mecanização da agropecuária brasileira, é aquela atinente à comparação entre os estratos fundiários e a incorporação de tecnologia via uso do trator. Observa-se, por exemplo, uma distribuição concentrada dos tratores em Mato Grosso no grupo de área com estabelecimentos acima de 500 ha (37,7% do total), enquanto em Santa Catarina cerca de 60,1% dos tratores estão em estabelecimentos de áreas entre 2 e 20 ha, acompanhando os números da concentração fundiária em cada estado.

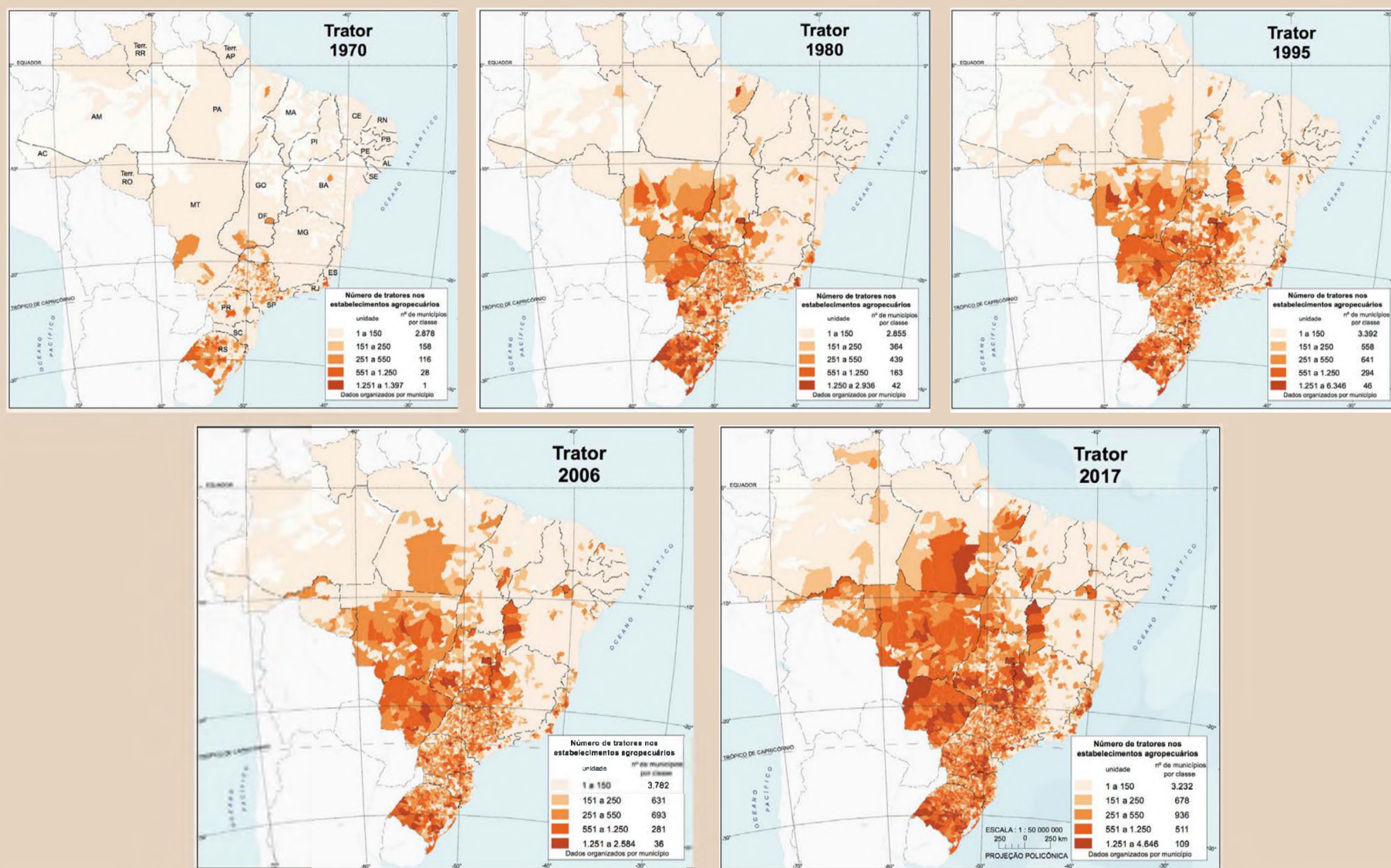
Quando se utiliza como parâmetro os estabelecimentos agropecuários considerados de agricultura familiar, que representam 77% dos estabelecimentos mapeados pelo Censo Agropecuário de 2017 no Brasil (o equivalente a 3.897.408 unidades), observa-se a continuidade desses contrastes, visto que apenas 11,7% destes possuíam tratores. Esse baixo percentual de acesso se perpetua para outros insumos e práticas produtivas, como a adubação, química e/ou orgânica (utilizada em 42% dos estabelecimentos de agricultura familiar), a assistência técnica (18,2%) e a rotação de culturas (19%). Nos estabelecimentos agropecuários com mais de 500 ha, essas proporções foram de 92,9% (tratores), 46,3% (adubação), 54,3% (assistência técnica) e 23,6% (rotação de culturas).

Nesse sentido, a crescente modernização e mecanização da agricultura brasileira e as pressões dela derivadas devem ser vistas a partir de vários ângulos, destacando as diferenças regionais quanto ao perfil fundiário, à incorporação de insumos e práticas produtivas e ao próprio uso da terra.

6 E uma média de 0,2 trator/estabelecimento, quando considerados todos os estabelecimentos agropecuários brasileiros existentes em 2017.



Figura 4 – Distribuição espacial de tratores nos estabelecimentos agropecuários do Brasil, entre 1970 e 2017.



Fonte: IBGE. Atlas do Espaço Rural Brasileiro, 2020b.

Breve retrato da agropecuária brasileira nos últimos anos

Em 2020, a participação do agronegócio (que compreende, além da produção primária, as cadeias produtivas relacionadas aos insumos, à agroindústria e aos agrosserviços) no PIB do Brasil correspondeu a 26,6%, um crescimento importante em relação à 2010, quando essa proporção foi de 20,6%. Em valores monetários, o PIB do Brasil totalizou R\$ 7,45 trilhões em 2020, dos quais aproximadamente R\$ 2 trilhões foram oriundos do agronegócio (CEPEA/USP; CNA, 2021).

A importância da atividade agrícola e pecuária para o País fica mais bem compreendida quando analisamos os tipos de lavoura e de rebanho que impulsionam a expansão do setor, tais como a soja, o milho, a cana-de-açúcar e o algodão, além dos rebanhos bovino, suíno e avícola. A soja é o carro-chefe da produção agropecuária brasileira, responsável por aproximadamente um quarto do valor bruto da produção (VBP) do setor no Brasil, R\$ 175,63 bilhões. O segundo lugar no ranking do VBP é ocupado pela pecuária de corte, com R\$ 139,7 bilhões em 2020, seguida do milho, com R\$ 90,7 bilhões, da pecuária de leite (R\$ 50,9 bilhões) e da cana-de-açúcar (R\$ 47,4 bilhões).

Em uma perspectiva quantitativa, quando se comparam dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017, pode-se observar grande transformação no que diz respeito ao uso da terra no Brasil, ressaltando a redução absoluta de 3,92 Mha das áreas ocupadas com lavouras permanentes (uma queda de 34% no período, totalizando 7,76 Mha em 2017), enquanto a área ocupada com lavouras temporárias cresceu 6,85 Mha nesse intervalo (um acréscimo de 14%, totalizando 55,76 Mha no último Censo Agropecuário).

Na escala regional, conforme revelado nas Figuras 5 e 6, esse crescimento ocorreu, sobretudo, nos estados de Minas Gerais e do Pará, no caso das lavouras permanentes,



Fonte: Bruno Albuquerque/MMA

e nas regiões Centro-Oeste e do Matopiba, como fronteiras ativas voltadas às *commodities* agrícolas, como a soja e o milho⁷.

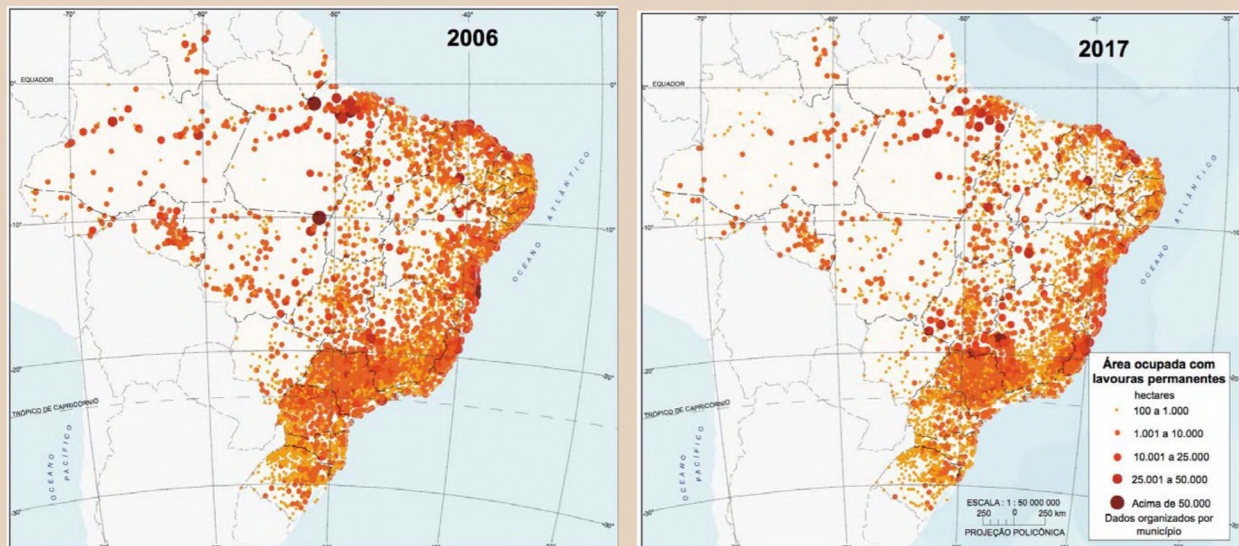
Contando com um conjunto muito diverso de cultivos, a lavoura temporária abrange, entre outros produtos, a soja e o milho, cuja expansão espacial constitui na atualidade um reflexo direto da inserção cada vez maior do Brasil no mercado internacional como produtor de *commodities* agrícolas, notadamente para o continente asiático.

A soja esteve geograficamente concentrada até meados da década de 1960 na região Sul do País, onde passou de cultivo que fazia parte da policultura colonial dessa região à produção voltada ao mercado nacional e internacional. Alavancada pela política de crédito rural, essa lavoura conheceu uma acelerada expansão a partir de meados da década de 1970 e 1980 em direção à região Centro-Oeste e, mais recentemente, alcançando as áreas de Cerrado da região do Matopiba e até mesmo a região Norte.

7 A soja e o milho representaram, em 2017, 68,7% da área destinada às lavouras temporárias no Brasil, o equivalente a 46,5 Mha.

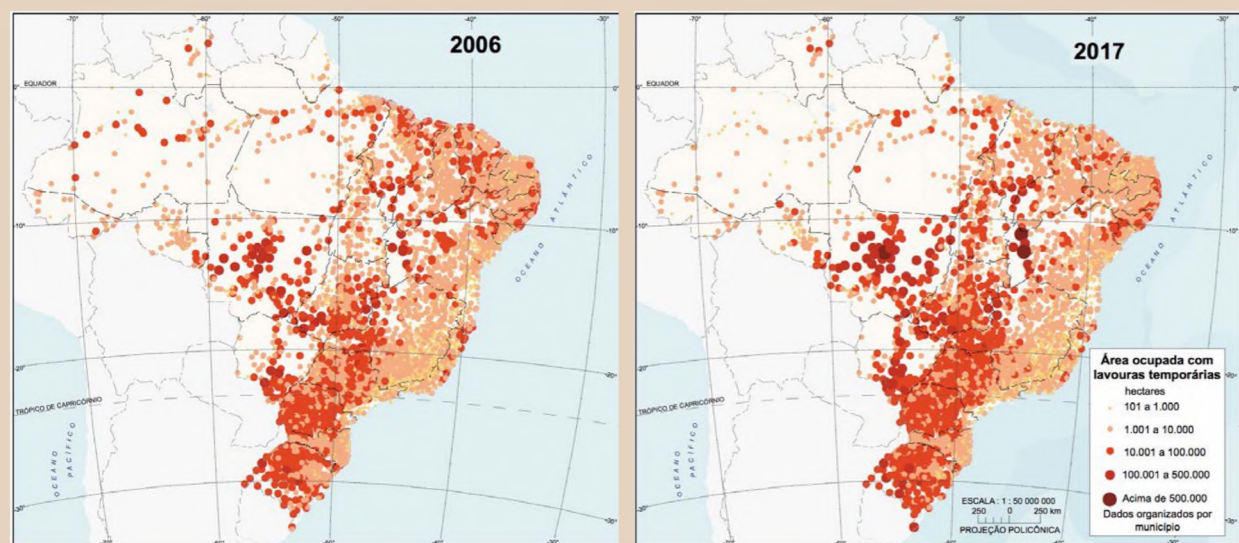


Figura 5 – Área ocupada com lavouras permanentes no Brasil, em 2006 e 2017.



Fonte: IBGE. Atlas do Espaço Rural Brasileiro, 2020b.

Figura 6 – Área ocupada com lavouras temporárias no Brasil, em 2006 e 2017.



Fonte: IBGE. Atlas do Espaço Rural Brasileiro, 2020b.

Em 2017, a produção total de soja em grão foi de 103,2 Mt, distribuídas em aproximadamente 30,7 Mha, um impressionante crescimento de 123% da quantidade produzida e de 71% da área cultivada em relação a 2006. A produtividade do grão, por sua vez, registrou

uma elevação de 30%, passando de 2.583 kg/ha, em 2006, para 3.357 kg/ha, em 2017. A região Centro-Oeste foi responsável por 46,8% do volume produzido, seguida pela região Sul, que possuía pouco mais de um terço da produção nacional.



O plantio da soja no Centro-Oeste e no Sul, no entanto, apresenta aspectos distintos. Em geral, na região Centro-Oeste, o cultivo ocorre em grandes áreas de monocultura de soja, concentrando a produção em um número relativamente reduzido de estabelecimentos agropecuários, enquanto na região Sul a produção está distribuída em um número maior de produtores, com escala produtiva inferior.

O milho, partindo, em 1940, de uma lavoura concentrada especialmente nos estados de Minas Gerais e São Paulo, teve sua produção passando de uma condição de cultivo tradicional voltado à alimentação da população brasileira para a de *commodity* mecanizada destinada em grande parte à agroindústria de aves, expandindo-se para a região Sul e, mais recentemente, em grande escala, para as regiões Centro-Oeste e do Matopiba.

A produção de milho em grão no País, em 2017, foi de 88,1 Mt (aumento de 113% em relação a 2006), com 15,8 Mha cultivados com o cereal (36% a mais do que em 2006). Em termos de produtividade, houve um progresso de 56,3%, de 3.570 kg/ha, em 2006, para 5.581 kg/ha, em 2017. Mais da metade da produção do cereal tinha como origem a região Centro-Oeste (48,6 Mt), concentrada em um número relativamente baixo de estabelecimentos agropecuários, caracterizados, em geral, por cultivos de milho em monoculturas de grandes extensões e em sucessão a uma primeira safra de soja. Em seguida, com pouco mais de um quarto da produção nacional, estava a região Sul, com 22,4 Mt.

Outro destaque na evolução das lavouras temporárias no País no período recente é a cana-de-açúcar, ligada historicamente ao povoamento do litoral nordestino e hoje ocupando, enquanto produtora de bioenergia, áreas do interior paulista e partes dos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul e do noroeste paranaense.

Em 2017, a produção total de cana-de-açúcar no País foi de 638,7 Mt (um crescimento de 56,7% sobre 2006), com cerca de 9,1 Mha plantados – uma área 60% superior aos quase 5,7 Mha registrados em 2006. São Paulo era responsável, em 2017, por mais da metade da produção nacional, totalizando 347,7 Mt. Em seguida, estavam os estados de Goiás (72,7 Mt),

Minas Gerais (66 Mt), Mato Grosso do Sul (50,5 Mt) e Paraná (37,8 Mt). A soma da produção desses cinco estados correspondia a quase 90% da produção do Brasil.

Cabe observar que a distribuição espacial da cana-de-açúcar, embora ainda guarde forte caráter regional, a partir de seu núcleo histórico no litoral nordestino e, posteriormente, em São Paulo, tem demonstrado, na atualidade, em meio à ampliação do complexo sucroalcooleiro, grande potencial de expansão em direção ao Triângulo Mineiro, ao sul de Goiás e Mato Grosso do Sul e mesmo em direção ao Mato Grosso.

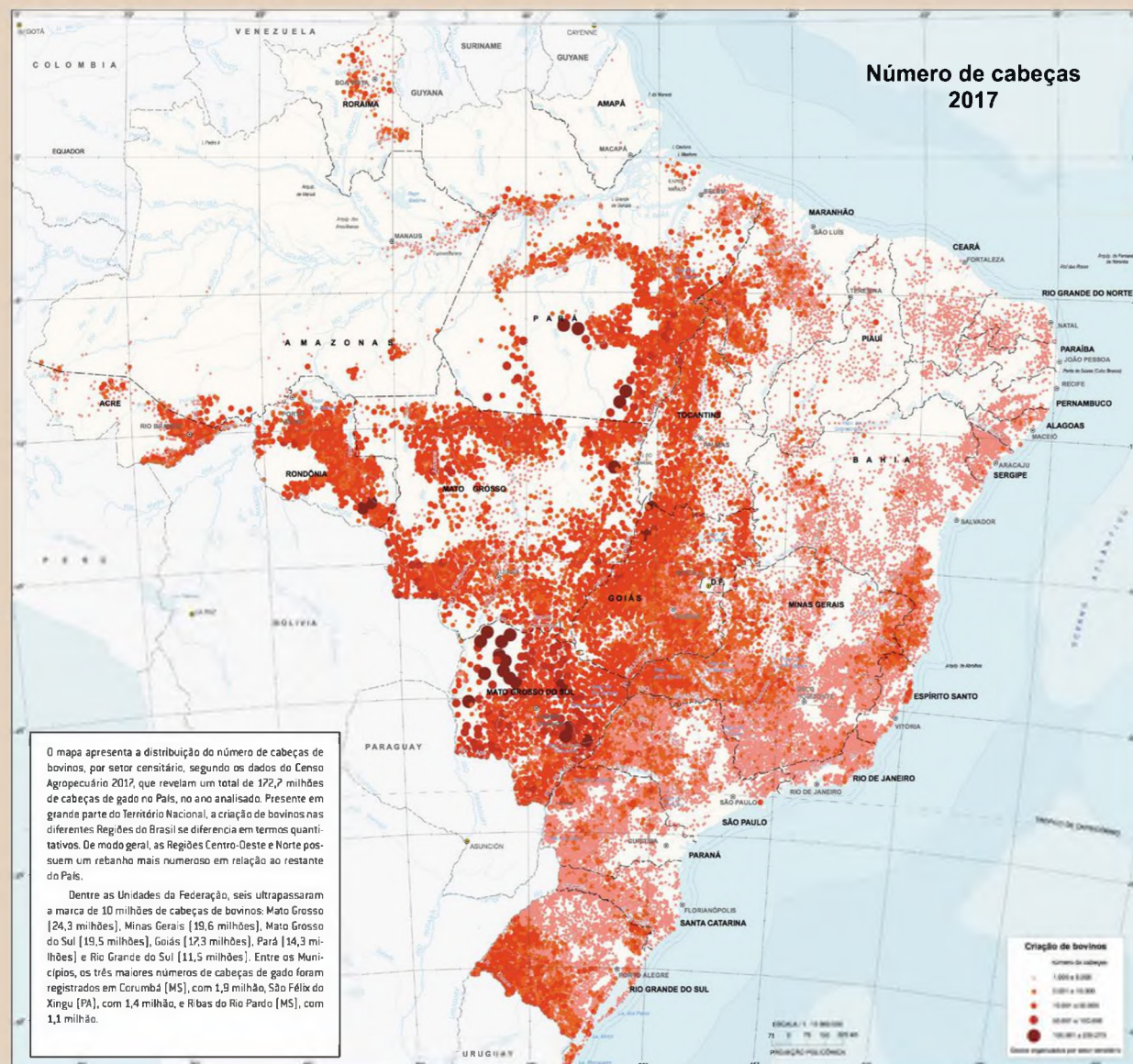
Constituindo uma produção com uso intensivo de máquinas e insumos, o Censo Agropecuário de 2017 revelou uma produção total de 3,7 Mt de algodão herbáceo no País nesse ano (um aumento de 48% em relação ao volume de 2,5 Mt em 2006), em pouco mais de 910 mil ha, um ligeiro crescimento de 5,9% sobre os 859 mil ha cultivados em 2006. Mato Grosso concentrava, em 2017, 64% dessa produção, totalizando 2,4 Mt, seguido pela Bahia, com 940,3 mil toneladas, com o cultivo se concentrando no oeste e no sul deste estado.

As alterações verificadas no uso da terra no período intercensitário ocorreram também no que diz respeito à pecuária, uma vez que a pastagem natural teve um decréscimo de 17,9%, passando de 57,6 Mha, em 2006, para uma superfície de 47,3 Mha em 2017, enquanto as pastagens plantadas tiveram um aumento de 9,5%, com um acréscimo de 9,7 Mha em relação aos 102,4 Mha verificados em 2006, com destaque para a região Norte, onde a pecuária bovina passou por forte expansão.

Distribuído por todo o território nacional, o aumento quantitativo dos bovinos e seu avanço para a região Centro-Oeste e, mais recentemente, para a região Norte, é o que distingue, de modo geral, a sequência temporal de sua distribuição geográfica. Nesse contexto, chama atenção o avanço registrado para os estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e, nos últimos anos, para Rondônia e sudeste e leste paraense, que vêm aumentando sua participação na pecuária bovina brasileira (Figura 7).



Figura 7 – Distribuição espacial do rebanho bovino no Brasil, em 2017.



Relevante também é a manutenção dessa atividade em praticamente todos os municípios das regiões Sudeste, Sul e Nordeste, embora apresentem diferenças regionais marcantes quanto ao quantitativo do rebanho.

Cabe registrar que, em 2017, no âmbito nacional, o País totalizou 172,7 milhões de cabeças de gado (uma ligeira queda em relação a 2006, quando foram contabilizadas 176,1 milhões

de cabeças). Das unidades da federação, seis ultrapassaram a marca de 10 milhões de cabeças de bovinos em 2017 – Mato Grosso (24,3 milhões), Minas Gerais (19,6 milhões), Mato Grosso do Sul (19,5 milhões), Goiás (17,3 milhões), Pará (14,3 milhões) e Rio Grande do Sul (11,5 milhões) –, duas a menos em relação a 2006, quando Bahia e São Paulo também possuíam mais de 10 milhões de cabeças de bovinos.



Com relação aos rebanhos suíno e avícola, sua geografia atual alia a presença marcante em áreas tradicionais de sua produção, na região Sul, com um avanço mais recente em direção à região Centro-Oeste. Assim, em 2017, o número de cabeças de suínos no País era de 39,3 milhões (crescimento de 26% em relação às 31,2 milhões de cabeças em 2006), com mais da metade desse total na região Sul (21,1 milhões cabeças), das quais 8,4 milhões estavam em Santa Catarina, 6,4 milhões no Rio Grande do Sul e 6,2 milhões no Paraná, sendo esses os maiores números dentre todas as unidades da federação.

Quanto ao rebanho avícola, que totalizava, em 2006, 1,14 bilhão de cabeças de aves (galinhas, galos, frangas, frangos e pintos), seu número saltou para 1,36 bilhão de animais em 2017 (crescimento de 19,3%) dos quais 333,3 milhões estavam em pequenos e médios estabelecimentos rurais do Paraná, o equivalente a quase um quarto do total. Outros quatro estados ultrapassaram a marca de 100 milhões de aves: São Paulo (177,6 milhões), Santa Catarina (160,3 milhões), Rio Grande do Sul (154,8 milhões) e Minas Gerais (112,7 milhões). Destaca-se, ainda, fora do eixo Sul-Sudeste, o Estado de Goiás, com um total de 91,5 milhões de cabeças de aves.

Finalmente, as mudanças operadas no uso da terra no Brasil ao longo do período analisado apontam não só no sentido da substituição da cobertura vegetal do País, como no da expansão/reorganização contínua do espaço apropriado, configurando novos padrões regionais de especialização em diferentes produtos agropecuários.

Nesse contexto de expansão, renovação e especialização contínua do espaço rural brasileiro é que se insere a questão de se compatibilizar esse movimento com a manutenção simultânea dos sistemas agrícolas tradicionais, intrinsecamente associados à própria existência dos povos e comunidades tradicionais existentes no mundo rural brasileiro.

Numa perspectiva mais ampla, o uso da terra pela agropecuária se abre também a análises conjuntas com as redes de circulação e os nós de articulação representados pelos centros urbanos, uma vez que a produção de alimentos e *commodities* insere-se em complexas cadeias produtivas responsáveis por fluxos de diferentes naturezas e intensidades, cujos nós se localizam, em grande parte, nas cidades. São nos centros urbanos que ocorrem a disponibilização de crédito aos produtores, a comercialização dos produtos e insumos, a gestão da produção de grande porte, os principais centros de consumo por meio das centrais de abastecimento, a sede de complexos agroindustriais e os centros de pesquisa agropecuária, entre muitos outros exemplos (IBGE, 2020c).

O mapeamento de alguns fluxos gerados pela produção agropecuária baseou-se nas informações levantadas pela pesquisa “Regiões de Influência das Cidades (REGIC)”, do IBGE. No âmbito dessa pesquisa foram investigados os fluxos entre municípios gerados pela origem dos insumos, implementos, serviços especializados e destino da produção dos principais produtos agropecuários como articuladores de redes próprias, que influenciam a hierarquização urbana, sobretudo, nas regiões de forte produção agropecuária.

A fim de ilustrar os resultados desse trabalho, a Figura 8 apresenta os fluxos gerados pela produção de soja, de ampla difusão no País e que articula regiões de todo o território nacional, com exceção de grande parte da Amazônia Ocidental.

No que se refere aos deslocamentos produzidos pela soja, tanto para aquisição de insumos como para destinação da produção, chama atenção, além de sua enorme dispersão pelo território nacional, o direcionamento para o Sudeste e Sul e em direção ao Norte do País.

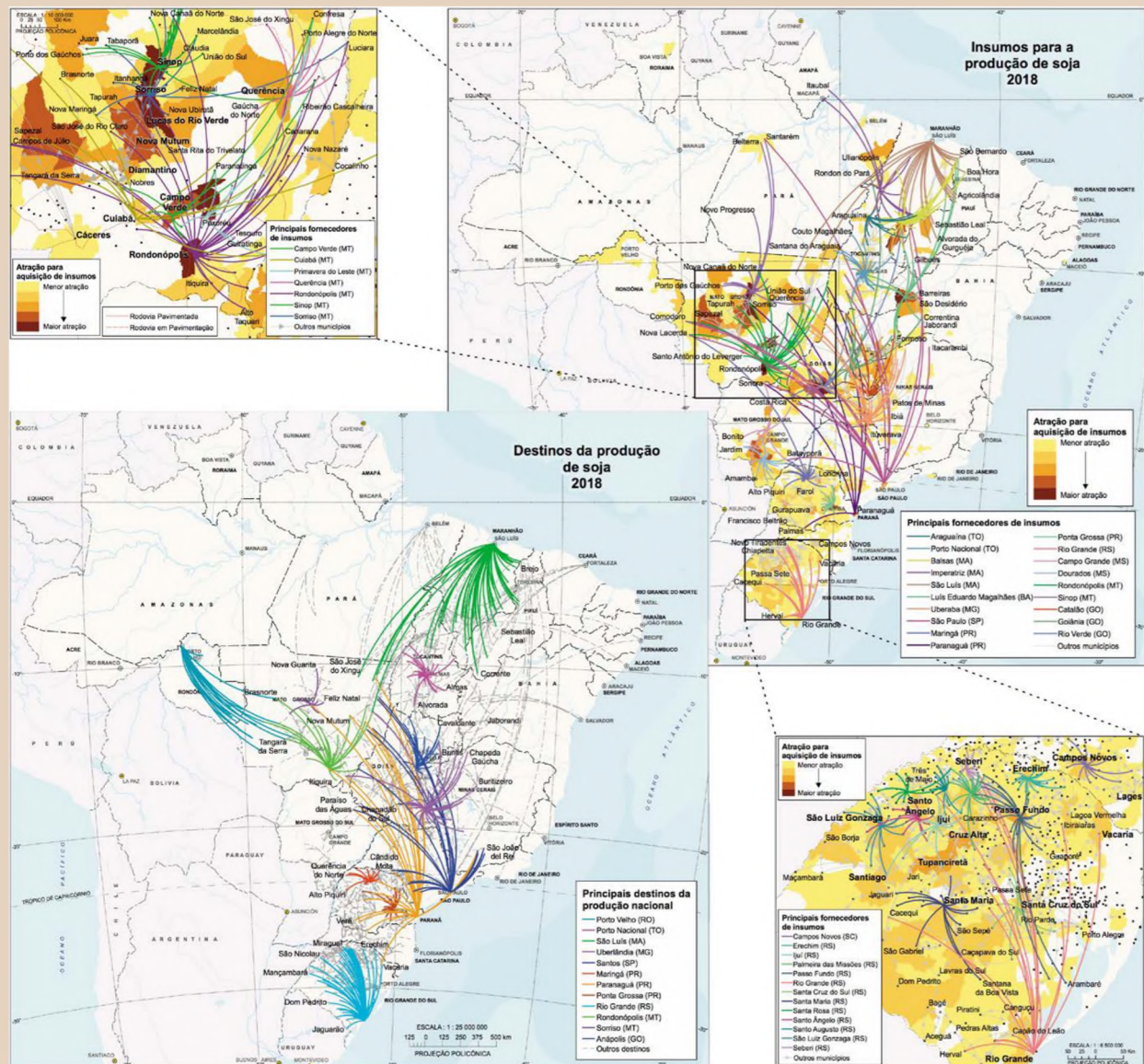


Os fluxos mais longos de destino da produção de soja destacam as cidades portuárias marítimas de Santos e Paranaguá, assim como o porto fluvial de Porto Velho, entre outras. Cabe registrar que, quanto aos fluxos mais longos associados ao destino da produção na região Centro-Oeste, as maiores distâncias são percorridas pelos produtores de Mato Grosso. A média foi de 361 km, principalmente pelas longas distâncias até cidades portuárias, como Paranaguá e Barcarena, e

os arranjos populacionais de São Luís e da Baixada Santista, constituindo ligações com distância superior a 1.000 km (IBGE, 2020b).

O deslocamento para aquisição de insumos e escoamento da produção, além das implicações decorrentes das emissões de gases de efeito estufa que acarreta, representa um custo importante para a produção e, portanto, o fator locacional deve ser considerado na compreensão da dinâmica agropecuária.

Figura 8 – Fluxos da produção de soja no Brasil, em 2018.



Fonte: IBGE. Atlas do Espaço Rural Brasileiro, 2020b.



Segurança alimentar

Apesar do expressivo aumento da produção agropecuária, é importante analisar, também, em que medida esse crescimento foi acompanhado pelo aumento dos níveis de segurança alimentar⁸ da população brasileira, no que outras questões, como o estímulo à produção de alimentos básicos e o aumento do poder de compra do mercado consumidor interno, desempenham um papel complementar fundamental.

Nesse contexto, é imprescindível destacar o papel da agricultura familiar – entendida como aquela que atende aos requisitos estabelecidos no Decreto n.º 9.064/2017.

De acordo com o último Censo Agropecuário do IBGE, 77% dos estabelecimentos agropecuários foram classificados como de agricultura familiar, correspondendo a 23% da área total dos estabelecimentos brasileiros (aproximadamente 81 Mha, dos quais 48,2% estavam destinados a pastagens e 15,5% às lavouras agrícolas⁹), onde se concentra 67% da mão de obra ocupada no campo – um total de 10,1 milhões de pessoas.

A agricultura familiar possui também uma importância indiscutível no fornecimento de produtos considerados essenciais para a segurança alimentar da população brasileira. Ainda segundo dados do Censo de 2017, parte significativa da produção de caprinos (70,2%), mandioca (69,6%), leite (64,2%), suínos (51,4%), aves (45,5%), café (37,8%) e feijão (23,1%), além da maioria dos produtos hortícolas e algumas espécies frutíferas, como o morango (81,2%), a alface (64,4%) e a banana (48,5%), foi produzida por estabelecimentos de agricultura familiar.

Em um contexto no qual o aumento da demanda internacional por *commodities* estimula a homogeneização produtiva, a agricultura familiar é um setor estratégico para as políticas de segurança alimentar, uma

vez que parte importante de sua produção é destinada ao mercado interno, além de constituir um fator de redução do êxodo rural e fonte de receita para famílias com menor renda.

A necessidade da elaboração e fortalecimento de políticas públicas específicas para esse segmento é ainda mais importante quando se observa os dados da Pesquisa Agrícola Municipal, do IBGE, que mostra uma redução da produção de itens fundamentais da cesta de alimentos da população nacional, como a mandioca (cuja produção caiu 30% entre 2010 e 2019), o trigo (decréscimo de 9,2%), o feijão (com queda de 8%), o arroz (diminuição de 7,7%) e a banana (-2,25%).

Essa redução, por vezes acompanhada do aumento do preço dos alimentos, representa um fator adicional de agravamento da condição de insegurança alimentar que ainda atinge parte importante da população brasileira.

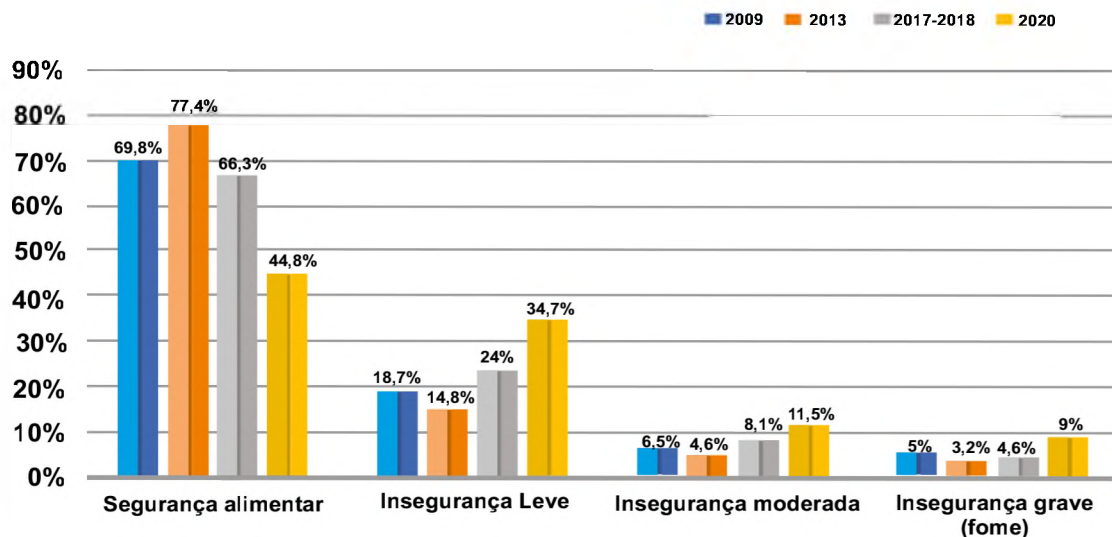
Conforme retrata a Figura 9, a porcentagem de domicílios em situação de insegurança alimentar grave – isto é, quando a fome passa a ser uma experiência vivida no lar – aumentou gradativamente, passando de 3,2% da população (ou 7,2 milhões de brasileiros) em 2013 para 9% (o que corresponde a 19,1 milhões de habitantes, sobretudo mulheres negras com baixo nível de escolaridade, chefes de família e moradoras das periferias urbanas das regiões Norte e Nordeste) em 2020.

Se, a partir de 2015, a crise econômica – acompanhada do aumento dos índices de desemprego e da redução da renda média dos trabalhadores – contribuiu para reverter os progressos registrados até 2013, a partir do 2020 o advento da pandemia do coronavírus deu novo impulso negativo às condições de acesso da população à alimentação adequada.

⁸ Segundo a Declaração de Roma sobre a Segurança Alimentar Mundial, redigida durante a Cúpula Mundial da Alimentação, organizada pela FAO em 1996, a segurança alimentar pressupõe que as pessoas tenham, a todo momento, acesso a alimentos seguros, nutritivos e suficientes para satisfazer suas necessidades dietéticas e preferências alimentares, a fim de levarem uma vida ativa e saudável.

⁹ Além disso, 24,8% eram ocupados com matas e florestas, 6% com sistemas agrofloretais e 5,5% com lâminas d'água, tanques, lagos, açudes, área de águas públicas para aquicultura, de construções, benfeitorias ou caminhos, de terras degradadas e de terras improveitáveis (IBGE, 2020b).



Figura 9 – Porcentagem de domicílios brasileiros por tipo de situação alimentar, entre 2009 e 2020.

OBS: Apesar das diferentes fontes de informação, todas se valem da Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA), método adotado para mensuração do indicador 2.1.2 dos ODS, garantindo a comparabilidade entre os anos representados.

Fonte: IBGE (PNAD, 2009 e 2013; POF, 2017-2018) e Rede PENSSAN (VigiSAN, 2020).

No entanto, em que pese a permanência de alguns programas sociais, como o Bolsa Família, e a recente criação do auxílio emergencial, observa-se nos últimos anos, também, a desestruturação das linhas centrais sobre as quais vinha sendo organizada a atuação do governo federal no campo da segurança alimentar: valorização do salário mínimo, transferência de renda, compras públicas, programas de apoio (como o Programa Um Milhão de Cisternas e os restaurantes populares), participação popular, articulação territorial e consolidação institucional (IPEA, 2014).

Como exemplos, podem ser citados o enfraquecimento do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), criado em 2003 com o objetivo de realizar a compra pública de produtos da agricultura familiar para doação a entidades sociais, merenda escolar ou formação de estoques, cujos recursos aplicados foram reduzidos de R\$ 379,7 milhões em 2010 para R\$27,16 milhões em 2020; e a extinção, em 2019, do Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Consea), responsável por apresentar proposições e exercer o controle social na formulação, execução e monitoramento das políticas de segurança alimentar.

Conservação dos solos

A degradação dos solos pode ser definida como o declínio ou a perda das funções edáficas relacionadas, entre outras, à capacidade de produção agrobiológica, ao estoque de carbono orgânico e à regulação hidrossedimentológica. Diversos são os fatores que conduzem à degradação dos solos, como a compactação pelo tráfego de máquinas agrícolas e o pisoteio do gado, a acidificação e a salinização, sendo, contudo, a erosão hídrica o processo mais deletério, sobretudo nas regiões tropicais, onde o regime de precipitação se traduz, normalmente, em altos níveis de erosividade.

A erosão constitui um processo geomorfológico natural (decorrente, por exemplo, da ação das águas da chuva, do vento, do relevo e do próprio tipo de solo), sendo que as atividades antrópicas podem, contudo, acelerar consideravelmente tais processos. Dependendo da intensidade do fenômeno, da suscetibilidade natural e do uso e manejo dos solos, a erosão pode causar, em variados graus, a degradação das propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos, reduzindo



e/ou comprometendo a capacidade produtiva dos mesmos (LAL, 2001; GUERRA; JORGE, 2014; LAL, 2017; GARCIA-RUIZ *et al.*, 2017). Em casos severos, em poucas décadas a erosão hídrica descontrolada pode conduzir à degradação total dos sistemas pedológicos, sendo os intensos voçorocamentos¹⁰ encontrados em diversas localidades do País, exemplos inequívocos desta assertiva.

A supressão da vegetação natural e o uso agrossilvipastoril dos solos, agravados por seu manejo inadequado, pela inobservância das práticas de conservação dos solos e pela utilização de sistemas de produção não-conservacionistas, constituem os principais fatores de pressão sobre os solos, pondo em marcha os processos erosivos.

Estimativas da FAO (2015) apontam que cerca de 33% das áreas produtivas existentes no mundo encontram-se com algum grau de degradação. Não por acaso, o combate à desertificação, a restauração dos solos degradados e o alcance de um mundo neutro em degradação do solo foram inseridos no ODS 15 (vida terrestre).

No Brasil, em que pese a crescente adoção de sistemas mais conservacionistas de produção, o desenvolvimento da agropecuária revela, ao mesmo tempo, a ocorrência de

processos de intensificação do uso do solo nas áreas de consolidação da agricultura, frentes pioneiras onde novas áreas, após o desmatamento, são incorporadas às atividades agropecuárias e, ainda, a ocorrência de regiões com solos anteriormente exauridos, hoje abandonados ou ocupados com pastagens degradadas (FERRAZ; SKORUPA, 2017).

Em 2010, do total de 167,7 Mha de pastagens, cerca de 32,1% apresentavam índice severo de degradação e aproximadamente 38,7% possuíam índice leve ou moderado; o restante, 29,1%, era de pastagens sem índice de degradação. As áreas com maiores índices de degradação foram observadas, em especial, nos biomas Caatinga, Cerrado e Pantanal, onde as condições de estresse (no caso do Cerrado e da Caatinga) e de saturação hídrica (no Pantanal) são extremas, o que traz desafios ao manejo e à produtividade pecuária, contribuindo para o avanço dos processos de degradação (LAPIG/UFG, 2020).

Entre 2010 e 2018, uma área de aproximadamente 31,7 Mha deixou de ser mapeada como pastagem, visto que foi convertida para outros usos. Desse total, cerca de 65,6% apresentaram índice de degradação em 2010 – o que indica que a maior parte das áreas que estão saindo do sistema pecuário são as menos produtivas.

¹⁰ Estágio avançado de erosão do solo, quando se observa a formação de grandes sulcos com profundidade superior a 1,5 metro – algumas voçorocas podem chegar até mesmo ao nível do lençol freático do local onde ocorrem – em solos onde a vegetação é escassa e não mais protege o solo, que fica cascalhento e suscetível de carregamento por enxurradas.



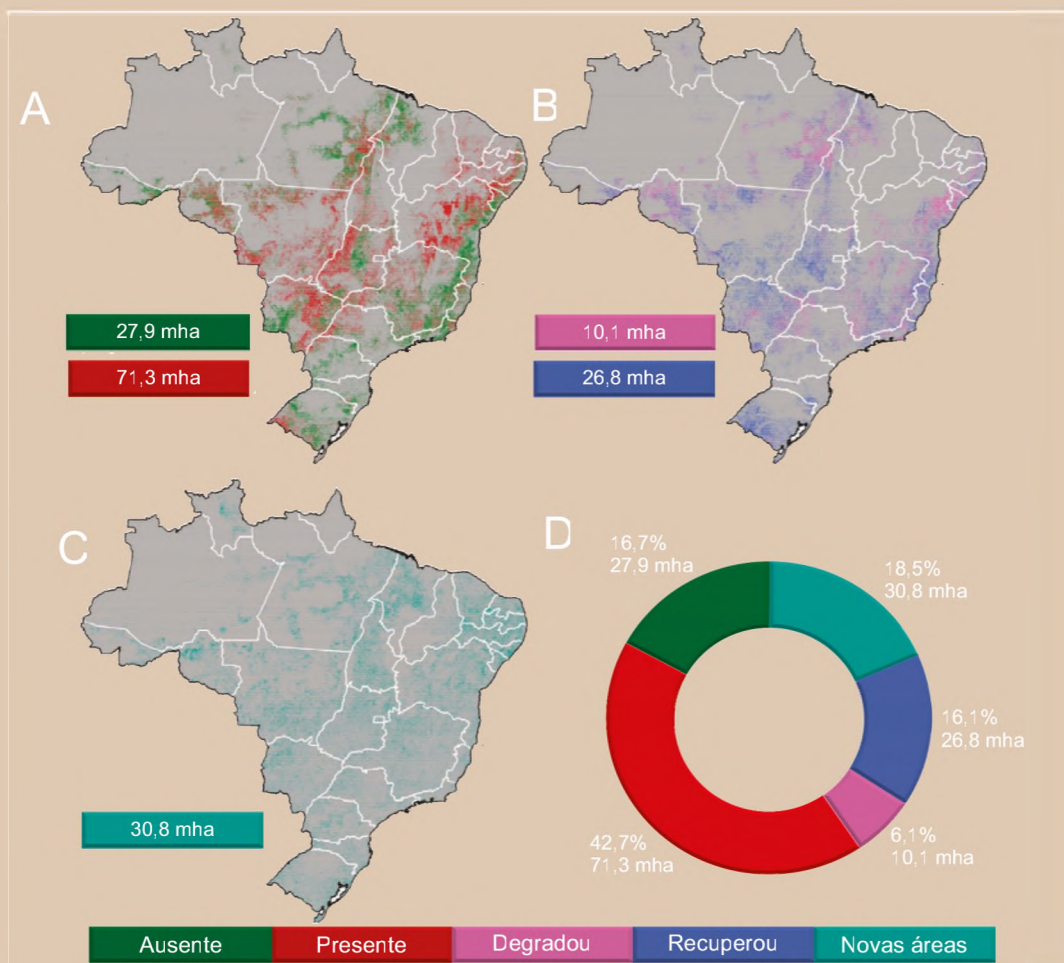
Em 2018, as áreas mapeadas como pastagens foram divididas em três categorias: áreas estáveis, que não apresentaram mudança quanto aos indícios de degradação; áreas com mudanças, que apresentaram alteração quanto aos indícios; e novas áreas, não mapeadas como pastagem em 2010, uma vez que estavam direcionadas a outras atividades, e mapeadas em 2018, porém sem identificação de seus indícios de degradação.

As áreas estáveis somaram cerca de 59,4% do total, sendo 27,9 Mha sem indícios de degradação e 71,3 Mha com indícios de degradação. Houve mudanças em 22,2% da área, com perda de qualidade em 10,1 Mha e ganhos em outros 26,8 Mha. A recuperação

ocorreu principalmente no bioma Cerrado, onde houve maior investimento do Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) para recuperação de pastagens degradadas, bem como nos biomas Pampa e Pantanal. Cerca de 18,5% do total de pastagens em 2018 são novas áreas, concentradas em sua maior parte na região Norte do País.

Apesar da redução, entre 2010 e 2018, de 9,5 Mha com indícios de degradação severa, chama atenção o fato de que as áreas enquadradas nesta categoria, em 2018, totalizaram 44,3 Mha, ou cerca de 26,5% da área ocupada com pastagens (Figura 10).

Figura 10 – Áreas de pastagens no Brasil, em 2018, classificadas quanto aos indícios de degradação, em relação à 2010.



OBS: (A) Áreas estáveis quanto à presença ou ausência de indícios de degradação: Ausente - indícios ausentes em 2010 e 2018; Presente - indícios presentes em 2010 e 2018; (B) Áreas que passaram por mudanças: Degradou - indícios ausentes em 2010 e presentes em 2018; Recuperou - indícios presentes em 2010 e ausentes em 2018; (C) Novas áreas: áreas não mapeadas como pastagem em 2010 e mapeadas em 2018; (D) Percentual e área de pastagem por classe.

Fonte: LAPIG/UFG, 2020.



Ainda assim, os resultados apontam redução das pastagens degradadas e evidenciam certa melhora da atividade pecuária. De fato, observa-se, ainda que timidamente,

o aumento da lotação bovina nas últimas décadas, saindo de 0,8 unidade animal por hectare, em 1985, para 0,92 ua/ha, em 2018 (LAPIG/UFG, 2020).

Desertificação: uma combinação de processos naturais e antrópicos

Se, por um lado, a região semiárida do Brasil apresenta condições climáticas naturalmente adversas, com acentuados ciclos de seca, por outro tem passado por constantes alterações devido à intensa exploração dos recursos naturais, na qual a vegetação original da Caatinga tem sido gradativamente suprimida com vistas, principalmente, à obtenção de lenha e à sua conversão ao uso agropecuário, por vezes acompanhado pela adoção de práticas que não consideram as potencialidades e limitações da região.

Além disso, o Semiárido brasileiro, que ocupa uma área de 1,13 milhão de km² (o que corresponde a 13,3% do território nacional¹¹), abriga um contingente demográfico de cerca de 27,8 milhões de habitantes, distribuídos em 1.262 municípios, gerando uma densidade populacional elevada para as condições de semiaridez.

Essa combinação vem resultando em processos de desertificação de elevada severidade, principalmente nas áreas mais secas, onde os recursos naturais são mais vulneráveis, sendo a erosão dos solos, que também leva ao assoreamento dos cursos hídricos e dos reservatórios de água, e a pauperização da vegetação os indícios mais marcantes desse fenômeno. Estima-se que as áreas fortemente degradadas em processo de desertificação totalizem 70.279 km², sendo que a Bahia (com 26.751 km²) e o Ceará (com 17.042 km²) são os estados mais afetados (CGEE, 2016).

A cobertura vegetal é, talvez, o mais importante dos fatores de controle do fenômeno da desertificação no espaço semiárido. No entanto, entre 2010 e 2019, o bioma Caatinga registrou um decréscimo de 1,15 Mha das áreas com vegetação florestal e campestre, enquanto as áreas com pastagem em manejo apresentaram um aumento de 1,5 Mha e as áreas agrícolas tiveram um ganho de 936 mil ha – parte da conversão do uso da terra para fins agropecuários foi decorrente da diminuição de aproximadamente 1 Mha dos mosaicos de ocupações em áreas florestais e campestres (MAPBIOMAS, 2021). Como agravante, áreas com limitações ao uso agrícola têm sido cultivadas, resultando em riscos adicionais de degradação.

Essa constatação permite afirmar que a principal causa da erosão nessa região e, conseqüentemente, da desertificação, é a devastação da vegetação com os objetivos de atendimento das necessidades energéticas, em especial domésticas e do polo gesseiro de Pernambuco, e do fornecimento de madeira para cercas e outros fins. Quando o desmatamento se faz a corte raso, com vistas ao aproveitamento agropecuário, o solo tende a permanecer ainda mais desprotegido por longos períodos, em decorrência da itinerância das explorações e, principalmente, da baixa capacidade de regeneração da vegetação nativa em determinados locais (CUNHA *et al.*, 2008).

Tendo como referência a Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Brasil, instituída pela Lei n.º 13.153/2015 com o objetivo principal de prevenir e combater a desertificação e recuperar as áreas em processo de degradação da terra em todo o território nacional, algumas medidas de prevenção aos processos de desertificação, ainda incipientes, vêm sendo executadas, tais como o manejo florestal da Caatinga e o extrativismo sustentável, o preparo do solo e as alternativas forrageiras, a adoção dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e as tecnologias voltadas para captação e armazenamento da água da chuva (ANGELOTTI; FERNANDES JÚNIOR; SÁ, 2011).

11 Conforme nova delimitação aprovada pelo Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), por meio das Resoluções n.º 107/2017 e 115/2017.



O aumento da percepção sobre a crescente perda da capacidade de produção dos solos em função dos processos erosivos tem impulsionado uma resposta do próprio setor produtivo, com a adoção em larga escala, por exemplo, dos sistemas de plantio direto (SPD) e dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. Preconizando o não revolvimento dos solos e a semeadura direta sob os resíduos das culturas das safras anteriores, a difusão dos SPD promoveu verdadeira revolução conceitual na conservação dos solos tropicais. Entretanto, em condições de alta erosividade das chuvas e suscetibilidade dos solos à erosão hídrica, mesmo o plantio direto na palha não estava sendo suficiente para controlar o problema a contento, levando ao aperfeiçoamento dos SPD com a inclusão de outras estratégias conservacionistas, como a rotação plurianual de culturas, a cobertura permanente do solo e o tráfego controlado (DUMANSKI; PEIRETTI, 2013; LANDERS *et al.*, 2013).

Todos estes sistemas de produção de base conservacionista constituem respostas de manejo das culturas e dos solos que atuam no âmbito dos estabelecimentos agropecuários. Contudo, os processos erosivos atuantes em uma bacia hidrográfica podem ser notavelmente poderosos, exigindo uma visão integrada de gestão ambiental e territorial (baseada no planejamento do uso da terra a partir de avaliações de potencialidades e vulnerabilidades) que considere toda a paisagem rural, capaz de mitigar os impactos negativos da degradação dos solos causados pela erosão hídrica (RAMALHO-

FILHO; BEEK, 1995). Cabe mencionar os diferentes tipos de zoneamento e o Programa Nacional de Conservação de Recursos Naturais e Desenvolvimento Rural em Microbacias Hidrográficas (Programa Águas do Agro), lançado em 2021 a partir dos aprendizados do Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas, de 1987.

O ponto em comum em todas essas iniciativas de resposta ao problema da erosão hídrica dos solos no Brasil é que elas carecem de dados e informações ambientais qualificadas e especializadas, sendo o conhecimento da variabilidade taxonômica e espacial dos solos como base da produção agropecuária de importância essencial.

Atualmente, o País dispõe apenas de levantamentos de solo de caráter geral, com mapas de pequena e média escalas (1:5.000.000; 1:1.000.000 ou 1:250.000), sendo que menos de 5% do território nacional conta com mapas pedológicos em escalas detalhadas iguais ou maiores que 1:100.000.

Essa lacuna levou à criação do Programa Nacional de Levantamento dos Solos (Prona Solos), instituído pelo Decreto n.º 10.269/2020. O PronaSolos visa, em um período de 30 anos, realizar o levantamento, o inventário e a interpretação dos dados de solos brasileiros, mapeando os solos de todo o Brasil em escalas que vão de 1:25.000 a 1:100.000 – fornecendo assim uma peça fundamental para a edificação de um modelo de desenvolvimento agropecuário realmente sustentável (POLIDORO *et al.*, 2016).



Supressão, fragmentação e modificação dos ecossistemas

A relação entre a atividade agropecuária e o desmatamento tem sido objeto de debates constantes no Brasil. Embora a relação causal não seja única, tradicionalmente se observa um comportamento característico: a extração inicial de madeira fragmenta a cobertura vegetal e abre espaços para a pecuária, que, por sua vez, é gradualmente substituída pela agricultura, forçando o gado a se deslocar para áreas menos valorizadas e fortalecendo o ciclo de desmatamento.

No entanto, essa dinâmica vem se alterando em determinadas porções do território nos últimos anos. Enquanto nas regiões de ocupação mais antiga essa sucessão de atividades é percebida, em outras, como na região do Matopiba, a supressão da vegetação dá lugar diretamente à produção agrícola, dada sua maior lucratividade em comparação com a pecuária. Entre 2010 e 2018, houve redução de 5,5 Mha da superfície coberta com vegetação campestre, muito presente no Cerrado, dos quais 59% (3,2 Mha) foram convertidos em áreas agrícolas – número ainda maior se considerarmos que outros 2,2 Mha foram marcados por ocupação mista de área agrícola, pastagem e/ou silvicultura, associados ou não a remanescentes campestres, nos quais não é possível uma individualização de seus componentes (IBGE, 2020a).

Apesar disso, com um rebanho, segundo a Pesquisa da Pecuária Municipal, do IBGE, de cerca de 213,8 milhões de cabeças de gado em 2018, a pecuária continua sendo a principal responsável pelo desmatamento no País, dada sua natureza predominantemente extensiva e a área ocupada por pastagens – enquanto as pastagens com manejo totalizavam 112,5 Mha em 2018, as áreas agrícolas compreendiam aproximadamente 66,5 Mha (IBGE, 2020a).

Embora dotado de uma cobertura vegetal ainda significativa (63% do território nacional apresentava cobertura vegetal florestal ou campestre em 2018), as taxas de desmatamento registradas no Brasil têm apresentado tendência de alta nos últimos anos.

Na Amazônia, após o desmatamento atingir um pico de 27.772 km² em 2004, a criação de iniciativas como o Plano de Combate ao

Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) contribuiu para a redução dos índices observados, caindo para mínimo histórico de 4.571 km² em 2012. No entanto, neste mesmo ano, a reforma do Código Florestal (flexibilizando as exigências para a regularização ambiental de imóveis rurais com passivos anteriores a 22 de julho de 2008) e a redução significativa das operações de fiscalização contra crimes ambientais ocasionaram retomada do ritmo do desmatamento na região, que atingiu, segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), 10.129 km² em 2019 (MMA, 2020).

No Cerrado, a situação é agravada pela existência de um nível mais baixo de proteção. Enquanto 53% da Amazônia é constituída por áreas protegidas, esse índice atinge apenas 13% no Cerrado. Além disso, na Amazônia, as áreas privadas cadastradas no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (Sicar) respondem por cerca de 20% do desmatamento, enquanto no Cerrado essas áreas atingem 84% - resultado, em parte, de que a necessidade de conservar a vegetação nativa a título de reserva legal nos estabelecimentos agropecuários varia de 20% a 35% da área da unidade, contra 80% na Amazônia.

Por conseguinte, a taxa de desmatamento registrada no Cerrado é, em diversos anos, superior à observada na Amazônia. De acordo com o Inpe, após atingir 29.495 km² em 2002, a média entre 2012 e 2020, após a aprovação do novo Código Florestal, foi de 8.846 km². Como resultado, mais da metade da área original do bioma já foi convertida, principalmente para atividades agropecuárias. Pesquisas apontam que apenas um quinto do que resta de vegetação encontra-se em condições satisfatórias de conservação (STRASSBURG *et al.*, 2017).

A supressão da vegetação no Cerrado concentra-se principalmente na região do Matopiba, a mais recente fronteira agrícola do Brasil e onde se encontram os maiores vestígios de vegetação no bioma: dos dez municípios com as maiores taxas de desmatamento do Cerrado em 2019, oito estão localizados na região.

Os impactos do desmatamento se fazem sentir em diversos níveis – como ilustram as controvérsias recentes em torno da ratificação do acordo comercial entre o Mercosul e a União Europeia (UOL, 2021)¹².

12 Mais informações sobre os efeitos do desmatamento sobre os ecossistemas e os serviços por eles prestados podem ser obtidas nos capítulos “Biodiversidade” e “Florestas”.



Emissões de gases de efeito estufa

As emissões e remoções de gases de efeito estufa (GEE) são computadas a partir das informações referentes a cinco setores: energia; processos industriais e uso de produtos; resíduos; agropecuária; e uso da terra, mudança do uso da terra e florestas¹³.

As emissões de GEE do setor agropecuária estão relacionadas, em especial, com a raça, o sexo, o peso, o tipo de confinamento, a digestibilidade e a produtividade animal, no caso da pecuária, além do processo de produção agrícola e da utilização de adubos nitrogenados, no que se refere à agricultura. O setor é dividido em sete subsetores: fermentação entérica, manejo de dejetos, cultivo de arroz, solos manejados, queima de resíduos agrícolas, calagem e aplicação de ureia.

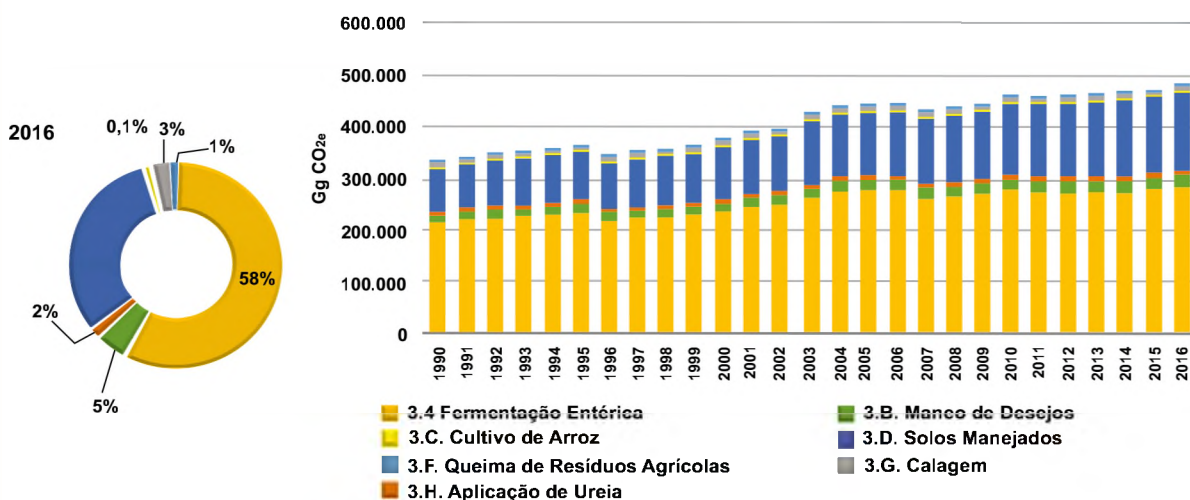
Atualmente, esse setor responde pela maior parte das emissões brasileiras de GEE, representando 33,2% do total em 2016 (o equivalente a 487.005 Gg CO_{2eq})¹⁴, um aumento de 11,2% em relação a 2005 (Figura 11). O subsetor

fermentação entérica foi o mais representativo, com uma contribuição de 58% desse total, seguido pelo subsetor solos manejados, com 31% (MCTI, 2020a).

É importante ressaltar, contudo, que as emissões referentes ao subsetor fermentação entérica registraram um aumento de apenas 1,6% entre 2005 e 2016, período em que o rebanho bovino (que em 2016 representou 97,2% da parcela de emissão do subsetor) apresentou um crescimento de 5,3%.

Essa diferença é resultante de um conjunto de políticas voltadas ao setor pecuário, que, somadas a pesquisas científicas, ao desenvolvimento tecnológico e ao empreendedorismo dos produtores rurais, têm resultado no aumento da produtividade nacional. Como exemplo, podem ser citados o aumento da taxa de digestibilidade das forragens consumidas pelo rebanho e o melhoramento genético vegetal, que exercem uma influência direta na intensidade das emissões de cada animal.

Figura 11 – Emissões do setor agropecuária no Brasil, por subsetor, em CO_{2eq}, entre 1990 e 2016.



Fonte: MCTI, 2020a.

¹³ Mais informações sobre as emissões de cada setor podem ser obtidas no capítulo "Atmosfera".

¹⁴ Gg CO_{2eq}: gás de efeito estufa no equivalente em dióxido de carbono (CO₂).





No subsetor solos manejados, apesar de se estimar que a adoção da fixação biológica de nitrogênio tenha contribuído com uma redução de 10.000 Gg CO_{2eq} no País entre 2010 e 2016, o aumento da aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos e da mineralização de nitrogênio resultante da perda de matéria orgânica do solo fez com que as emissões do subsetor registrassem um crescimento de 12% nesse mesmo período.

As emissões de metano (CH₄) são as mais representativas para o setor (63% do total) e são oriundas, mormente, do subsetor fermentação entérica. Em seguida, estão as emissões de óxido nitroso (N₂O), com participação de 33% e que tiveram como sua principal fonte de emissão o subsetor solos manejados. O dióxido de carbono (CO₂) participou com apenas 4% das emissões totais do setor, relacionadas principalmente à aplicação de calcário no solo.

Na escala estadual, as unidades da federação que mais contribuíram com as emissões do setor agropecuária, em 2016, foram Mato Grosso (com 12,3% do total, em Gg CO_{2eq}), Minas Gerais (11%), Rio Grande do Sul (10,5%), Goiás (9,3%), Mato Grosso do Sul (8,5%) e Pará (7,3%)¹⁵ (MCTI, 2020b). Não por acaso, essa classificação equivale à ordem dos estados com os maiores rebanhos bovinos do Brasil – com exceção do Rio Grande do Sul, que possuía o oitavo maior quantitativo bovino em 2016, mas concentrava, nesse mesmo ano, 54,3% da área destinada ao cultivo de arroz no País (SIDRA/IBGE, 2021).

Entre os principais emissores, chama atenção o fato de que todos, com exceção do Mato Grosso do Sul, apresentaram um crescimento das emissões pelo setor agropecuária, entre 2005 e 2016, superior à média nacional de 11,2%. No Mato Grosso essa elevação foi de 21,4%, reflexo, em parte, do aumento de 13,7% do rebanho bovino estadual nesse intervalo de tempo. Quando se considera o conjunto dos estados, Roraima apresentou o maior crescimento no período (35,5%, ainda que represente apenas 0,3% do total nacional para o setor), enquanto o Piauí, onde o rebanho bovino teve uma diminuição de 10,2%, registrou queda de 5,1% de suas emissões (MCTI, 2020b; SIDRA/IBGE, 2021).

No entanto, conforme abordado, parte importante da conversão das áreas com cobertura vegetal destina-se à atividade agropecuária, sendo importante considerar também as emissões do setor de uso da terra, mudança no uso da terra e florestas para se compreender melhor a dinâmica das emissões associadas à agropecuária.

Para o setor uso da terra, mudança no uso da terra e florestas, os resultados são representados por emissões ou remoções líquidas, resultantes do balanço entre as emissões brutas (associadas à perda de biomassa pelo desmatamento) e as remoções de CO₂ (por incremento de carbono estocado na vegetação conservada em áreas protegidas e das ações de regeneração e reflorestamento, por exemplo).

¹⁵ Para esses cálculos, foram utilizados os dados da quinta edição das “Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil” (MCTI, 2020b), computando, porém, no setor agropecuária as emissões do subsetor calagem (reportado no setor uso da terra, mudança no uso da terra e florestas nesta publicação), conforme metodologia do IPCC já incorporada na “Quarta Comunicação Nacional” (MCTI, 2020a).



Em 2016, as emissões líquidas do setor contribuíram com 27,1% do total das emissões de GEE do Brasil, o que correspondeu a 397.357 Gg CO_{2eq} – uma queda de 74,6% em relação a 2005, ano em que a taxa de desmatamento na Amazônia atingiu 19.014 km², muito superior aos 7.893 km² de 2016. No entanto, quando comparado a 2010, houve um crescimento de 57,4% das emissões, reflexo do recrudescimento dos índices de desmatamento a partir de 2012 (MCTI, 2020a).

As emissões mais representativas do setor vêm do subsetor campo e pastagem, em especial quando se dá a supressão de áreas de vegetação natural para uso pecuário, geralmente acompanhada pela queima de biomassa. Com 640.377 Gg CO_{2eq} emitidos em 2016, houve um aumento de 4,1% das emissões desse subsetor em relação a 2010. As maiores remoções de CO₂ foram oriundas do subsetor floresta, que contribuiu com -347.821 Gg CO_{2eq}, principalmente devido à vegetação natural protegida em unidades de conservação e terras indígenas. O subsetor agricultura, responsável pela emissão de 132.999 Gg CO_{2eq} em 2016, registrou um crescimento de 86,4% em relação a 2010.

As emissões do setor agropecuária e do setor uso da terra, mudança no uso da terra e florestas foram, portanto, da ordem de 487.005 Gg CO_{2eq} e de 397.357 Gg CO_{2eq}, respectivamente, uma participação de 33,2% e 27,1% das emissões líquidas totais de GEE do Brasil, em 2016 – o que demonstra a necessidade de fortalecimento de ações voltadas à mitigação e adaptação às mudanças climáticas na atividade agropecuária e à redução do desmatamento ilegal no País.

Uso de agrotóxicos

No Brasil, o marco legal, a Lei n.º 7.802/1989, e seu regulamento, o Decreto n.º 4.074/2002, conceituam agrotóxicos e afins como: (i) 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, e de outros ecossistemas e também

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; (ii) as substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento.

País predominantemente tropical, onde a agricultura não conta com longos períodos de inverno para interromper ciclos de pragas e doenças, o Brasil constitui o terceiro maior consumidor de agrotóxicos do mundo, atrás da China e dos EUA (FAOSTAT, 2021).

Considerando a série histórica sobre a comercialização de agrotóxicos no Brasil, elaborada a partir de levantamentos realizados pelo Ibama, com base nos dados obtidos em relatórios enviados pelas empresas titulares de registros desses produtos, as vendas de agrotóxicos entre os anos de 2000 e 2019 tiveram um crescimento de 282%, passando de 162 mil para 620 mil toneladas de ingredientes ativos.

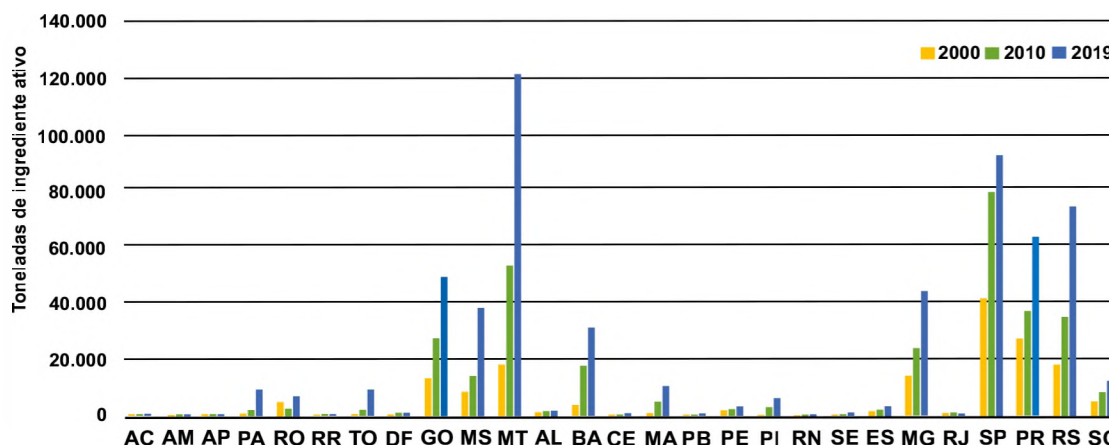
Os herbicidas são os agrotóxicos mais consumidos no Brasil, correspondendo a uma média, entre 2009 e 2019, de 58% das vendas totais de agrotóxicos no território nacional. O herbicida recordista foi o glifosato, que correspondeu a 61% das vendas de herbicidas e a 35% das vendas totais de agrotóxicos no País.

A distribuição dos valores referentes à comercialização desses produtos por unidade da federação revela que os estados brasileiros que mais comercializaram agrotóxicos em 2019 foram Mato Grosso, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Goiás, nos quais também se concentra parte significativa da produção agropecuária nacional (Figura 12).

Os dados de vendas de agrotóxicos por unidades da federação sugerem a estimativa de consumo de agrotóxicos nos estados mencionados, porém não se pode afirmar que, efetivamente, foram utilizados. Circunstâncias diversas podem afetar a demanda de uso de agrotóxicos em uma cultura e o produto comprado pode não ser utilizado, perder a validade ou não ser necessário devido ao não aparecimento de uma praga que era esperada (IBAMA, 2010).



Figura 12 – Distribuição da comercialização de agrotóxicos e afins por unidade da federação do Brasil, entre 2010 e 2019.

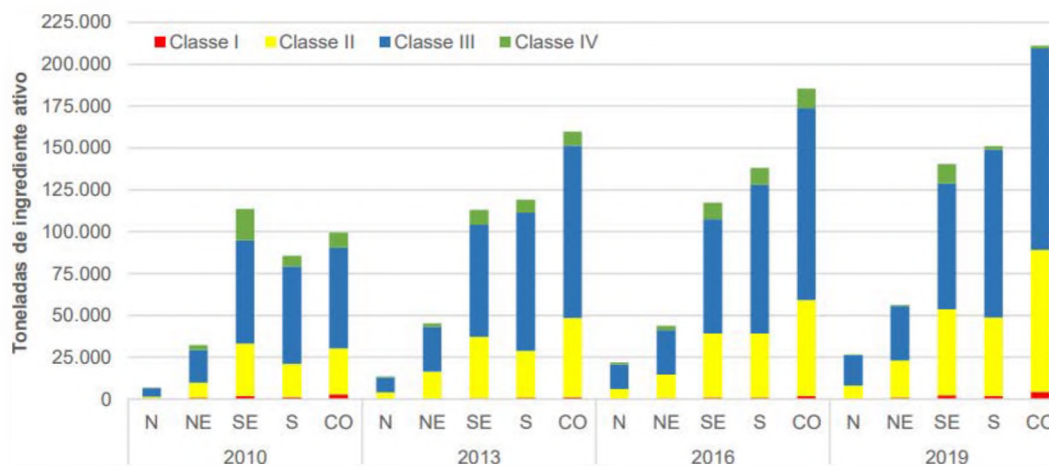


Fonte: IBAMA, 2020a.

No que se refere ao potencial de periculosidade ambiental, as vendas de agrotóxicos no Brasil de 2010 a 2019 evidenciam ainda a tendência de crescimento do consumo de agrotóxicos das classes II (muito perigoso ao meio ambiente) e III (perigoso ao meio ambiente) em relação às demais, sendo que os agrotóxicos da

classe I (altamente perigoso ao meio ambiente) apresentam uma tendência de estabilidade e pouca participação no total de vendas no País. A classe IV (pouco perigoso ao meio ambiente) representa as vendas dos produtos biológicos, incluindo os produtos destinados à agricultura orgânica (Figura 13).

Figura 13 – Quantidade de agrotóxicos comercializados por classe de periculosidade ambiental, por região brasileira, entre 2010 e 2019.



Fonte: IBAMA, 2020a.

Ressalta-se, contudo, que os dados citados anteriormente não se referem aos agrotóxicos que não possuem registro no Brasil e, portanto, são ilegais. Nesse grupo, incluem-se os agrotóxicos fabricados em outros países, mas

sem registro no Brasil (e que entram no País por meio do contrabando), os agrotóxicos falsificados (que simulam agrotóxicos registrados, mas cuja formulação é desconhecida e não autorizada) e os agrotóxicos que não foram submetidos



ao processo regular de registro, normalmente produzidos em fábricas clandestinas e com formulação desconhecida. Estima-se que o comércio de agrotóxicos ilegais representa cerca de 24% do mercado de agrotóxicos no Brasil (IDESF, 2019).

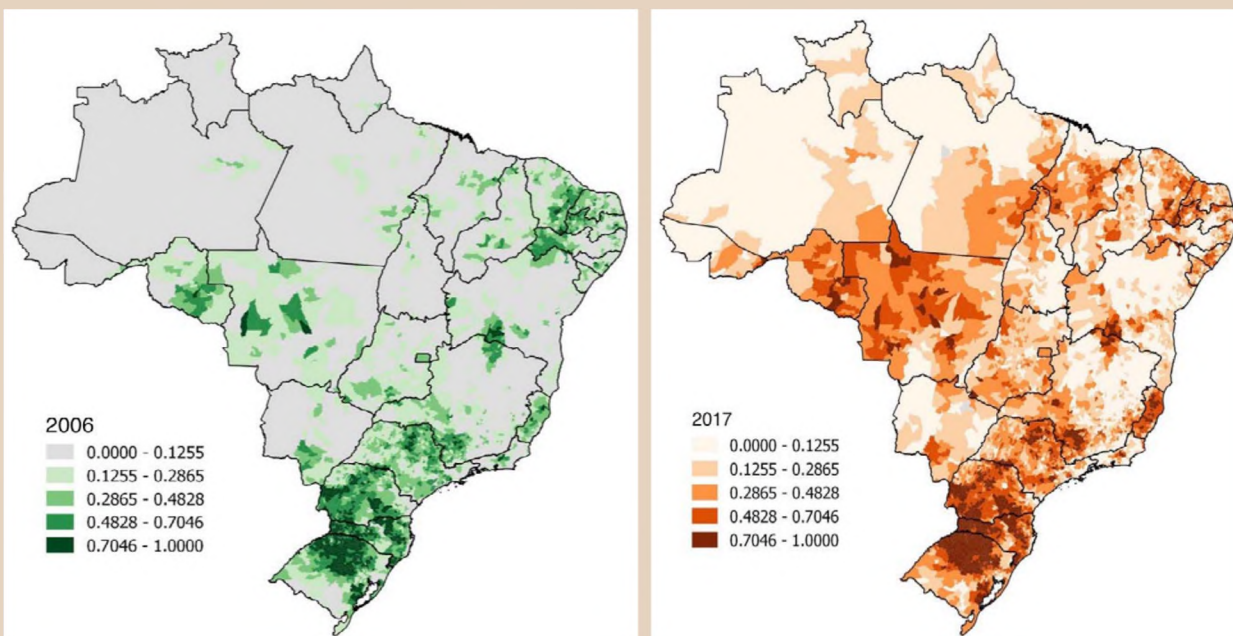
De forma complementar, os dados do Censo Agropecuário mostram que, entre 2006 e 2017, houve crescimento de cerca de 20,4% nos estabelecimentos agropecuários que utilizaram agrotóxicos no País. As despesas efetuadas com agrotóxicos somaram cerca de R\$ 32 bilhões no último levantamento, incremento de cerca de 26,4% em relação a 2006 (R\$ 13,4 bilhões, que corrigidos pelo IPCA chegam a R\$ 25,3 bilhões em 2017).

Do ponto de vista espacial, verifica-se uma maior proporção de estabelecimentos que usam agrotóxicos nos municípios onde a agricultura é relevante atividade econômica, com destaque para o cultivo de grãos. É o caso dos municípios do norte do Rio Grande

do Sul, do oeste catarinense e, como um todo, do Paraná e do Mato Grosso, onde mais de 70% dos estabelecimentos fazem uso de agrotóxicos. Observa-se, ainda, crescimento do uso de agrotóxicos em municípios que se configuram como a nova fronteira agrícola do País, situados na Amazônia (em especial nos estados do Amazonas, Pará e Rondônia, além do próprio Mato Grosso) e na região do Matopiba (Figura 14).

Quanto ao perfil de uso segundo a estrutura fundiária, cerca de 36% dos estabelecimentos relataram, no Censo Agropecuário de 2017, fazer uso habitual de agrotóxicos, ao passo que essa proporção chegou a 50% entre aqueles com mais de 500 ha. Esse crescimento, de acordo com a área dos estabelecimentos, também acontece quando se considera as despesas anuais com esses produtos, que se encontram, em média, em R\$ 668,00 entre os estabelecimentos de 0 a 5 ha e chegam a R\$ 1.347.475,00 naqueles com mais de 2.500 ha.

Figura 14 - Percentual de estabelecimentos que utilizam agrotóxicos segundo os municípios brasileiros, em 2006 e 2017.



Fonte: SOARES, 2019.



Os estabelecimentos agropecuários cujas atividades econômicas principais eram a horticultura e a floricultura foram aqueles que, percentualmente, mais reportaram o uso habitual de agrotóxicos, 57%, seguidos daqueles voltados à produção de sementes e mudas, às lavouras permanentes e às lavouras temporárias, com 54%, 49% e 43%, respectivamente¹⁶.

Reflexo do crescimento da comercialização e do consumo de agrotóxicos, a exposição a essas substâncias e seus impactos negativos sobre a saúde e o meio ambiente tornaram-se um tema relevante e motivo de preocupação crescente na sociedade.

A exposição da população aos agrotóxicos e outras substâncias químicas utilizadas para aumentar a produtividade agrícola pode gerar efeitos e agravos agudos ou crônicos à saúde, a depender da toxicidade, do tempo e da forma de contato entre a pessoa e o agrotóxico, da suscetibilidade do organismo e do prazo decorrido entre a exposição e o atendimento médico (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020).

Entre 2004 e 2020, o Sistema de Informação de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Solo Contaminado (Sissolo), do Ministério da Saúde, registrou um total de 1.517 áreas passíveis de provocar uma exposição populacional a agrotóxicos por existir a possibilidade de uso dessas substâncias nessas áreas, classificadas como áreas agrícolas ou de depósitos de agrotóxicos.

No que se refere à ocorrência de agrotóxicos na água destinada ao consumo humano, o Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA) realizou, em 2014, ações de monitoramento em 741 municípios do Brasil. Do total de análises realizadas neste ano (57.299), 99,9% apresentaram resultados compatíveis com os padrões de potabilidade definidos na Portaria do Ministério da Saúde n.º 2.914/2011. Apesar do elevado percentual de amostras em consonância com os padrões estabelecidos, faz-se necessário considerar, nas ações de vigilância em saúde, os resultados que identificaram agrotóxicos nas

amostras de água, ainda que inferiores ao valor máximo permitido na legislação (ANA, 2019).

No período de 2010 a 2020, do total de intoxicações exógenas registradas no Sistema de Agravos de Notificação (Sinan), 12,4% foram atribuídas a intoxicações decorrentes da exposição aos agrotóxicos e, dessas, 36,7% aos agrotóxicos agrícolas – que contam atualmente com pouco mais de 400 ingredientes ativos autorizados no Brasil, dos quais 115 são semioquímicos (como, por exemplo, feromônios), extratos vegetais ou de origem biológica. Em números absolutos, foram registrados 3.914 casos de intoxicação exógena por agrotóxicos agrícolas em 2020 – o que corresponde a uma proporção de 1,85 casos a cada 100 mil habitantes –, um aumento de 31% em relação às 2.988 notificações de 2010.

Em geral, quanto maior a comercialização de agrotóxicos por área plantada, maior a possibilidade de se encontrar altas taxas de incidência de intoxicação exógena por agrotóxicos agrícolas (Figura 15). No entanto, cabe ressaltar que esses indicadores possuem limitações acerca dos ingredientes ativos declarados na venda, das circunstâncias de intoxicação e da eficiência das notificações pelas Secretarias Estaduais de Saúde.

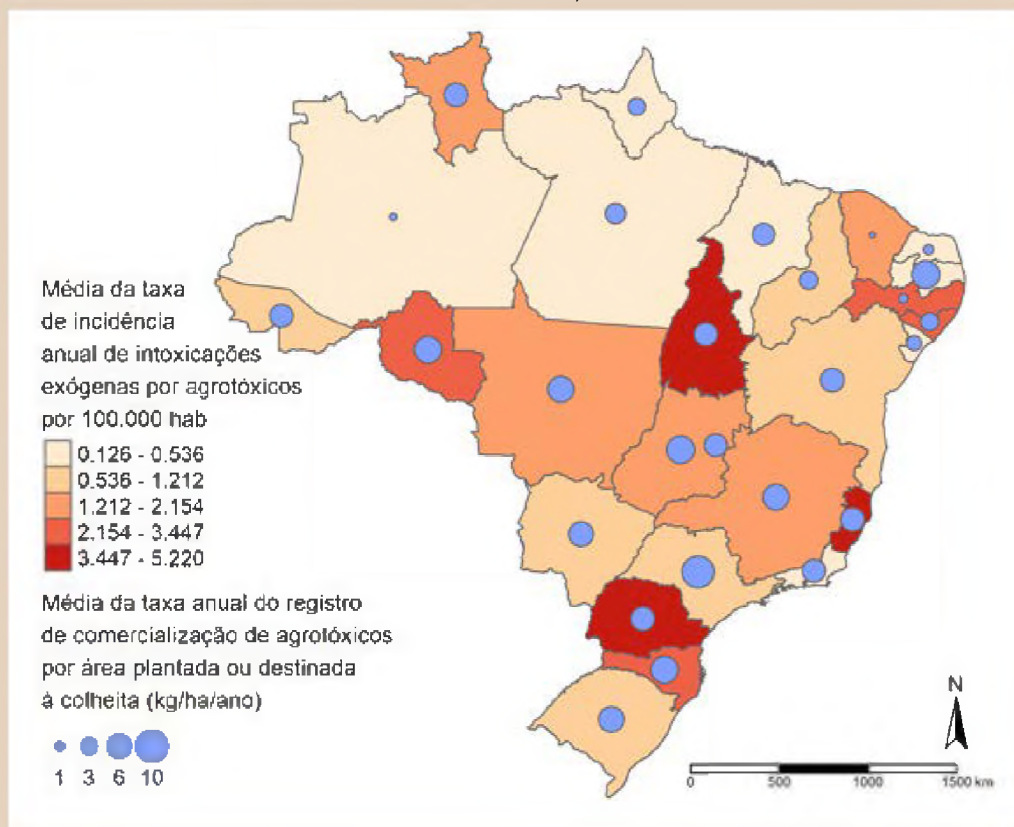
Em relação à taxa de mortalidade, os óbitos atribuídos ao CID-10 X48 (intoxicação acidental por exposição a agrotóxicos) – parte integrante do indicador 3.9.3 do ODS 3 (saúde e bem-estar), que monitora a taxa de mortalidade atribuída à intoxicação não intencional, contemplando também outras substâncias, como drogas, medicamentos e solventes orgânicos – representam apenas 13,49% do total de óbitos monitorados por esse indicador, com uma taxa relativamente constante entre 2010 e 2019 de 0,20 mortes a cada 100 mil habitantes. É importante destacar que a maior taxa de mortalidade atribuída à intoxicação por agrotóxicos está relacionada a mortes intencionais (suicídios), que não são objeto desse indicador específico.

Outra preocupação decorrente do aumento do uso de agrotóxicos na agricultura brasileira é a presença dessas substâncias nos alimentos

16 Nos estabelecimentos onde a horticultura é a atividade principal, observa-se um valor médio de despesa com esses produtos muito menor quando comparado com as outras atividades principais, uma vez que as áreas de produção tendem a ser menores quando comparadas àquelas destinadas a outras atividades agropecuárias.



Figura 15 – Distribuição da média da taxa de incidência anual das intoxicações exógenas por agrotóxicos agrícolas e da média da taxa anual do registro de comercialização de agrotóxicos por área plantada ou destinada à colheita nos estados brasileiros, entre os anos de 2010 e 2019.



Fonte: Ministério da Saúde, 2020.

consumidos pela população, o que levou à criação, pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), em 2001, do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos com o objetivo de monitorar os resíduos de agrotóxicos em alimentos consumidos *in natura*.

Os resultados desse programa ao longo das duas décadas de sua implementação mostram-se preocupantes, com um alto nível de irregularidades verificado nas amostras analisadas, com ressalva ao estado do Pará, onde o Programa passou a efetuar avaliação de risco, além do monitoramento das inconformidades, a partir do triênio 2013-2015 e indicou que os alimentos ofertados não ofereciam risco apreciável à saúde dos consumidores. Mesmo após a publicação da Instrução Normativa Conjunta Mapa/Anvisa/Ibama n.º 01/2014, que disciplinou e simplificou o

registro de agrotóxicos para culturas com suporte fitossanitário insuficiente (sobretudo hortaliças e frutíferas), o percentual de irregularidades para o total de amostras analisadas no biênio 2017-2018 foi de 23% - abaixo, porém, dos valores de 36% e 29% registrados em 2011 e 2012, respectivamente (ANVISA, 2019).

A alface, que desde o início do programa apresentou altos índices de irregularidades (frequentemente acima de 40%), mostrou redução significativa no percentual de amostras insatisfatórias (27,6%). Tal resultado também pode ser observado para outras culturas que historicamente apresentaram resultados elevados de irregularidades, como o tomate, que apresentou uma redução do percentual de amostras insatisfatórias de 44,7%, em 2007, para 36%, em 2017-2018 (ANVISA, 2019).



Os impactos dos agrotóxicos sobre os polinizadores

As evidências de que as populações de polinizadores estão em declínio crescem continuamente, constituindo um problema de grande escala para os ecossistemas naturais e os sistemas agropecuários.

Esta diminuição generalizada, em espécies e abundância, é causada por múltiplos fatores, principalmente de caráter antrópico, como o uso intensivo de agrotóxicos em áreas agrícolas (SILVA *et al.*, 2015; CERQUEIRA; FIGUEIREDO, 2017).

Com o intuito de avaliar as perdas de grupos de abelhas no Brasil, foi lançada em 2013 a plataforma Bee Alert, permitindo que apicultores e demais usuários relatasse casos de perdas de abelhas. Os resultados consolidados para o período de 2013 a 2017 mostram que em 81,2% dos 322 casos reportados a principal suspeita da morte das abelhas foi a exposição a agrotóxicos. Além disso, as perdas médias de colônia ao longo dos cinco anos avaliados variaram de 54,9% a 70,5%, números bastante elevados e acima dos valores de perda reportados em outros países (CASTILHOS *et al.*, 2019)

Iniciativa semelhante, coordenada pelo Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (Sindiveg), é o projeto Colmeia Viva. Os resultados de 2014 a 2017 do projeto indicam uma alta mortalidade de abelhas, com uma constatação de 70% a 99% de mortalidade nos apiários em 222 relatos registrados. Desses, em 88 foi possível a coleta de amostras para análise em laboratório, sendo que 55,15% das amostras de abelhas apresentaram resíduos de agrotóxicos, com predominância da classe dos inseticidas neonicotinóides e dos fungicidas pirazóis nas análises.

Em face desses desafios, o poder público tem atuado para mitigar os impactos dos agrotóxicos sobre esses insetos. O Ibama foi pioneiro na América do Sul quando, em 2017, publicou a Instrução Normativa Ibama n.º 2 de 10 de fevereiro, que estabeleceu diretrizes, requisitos e procedimentos para a avaliação dos riscos de ingrediente(s) ativo(s) de agrotóxico(s) para insetos polinizadores, utilizando-se as abelhas como organismos indicadores. Juntamente com esta IN, foi publicado o 'Manual de Avaliação de Risco Ambiental de Agrotóxicos para Abelhas', que foi revisado em 2020 (IBAMA, 2020b). Esses dois instrumentos normativos elevaram o padrão regulatório para o registro de agrotóxicos no País com o intuito de proteger as abelhas nativas e contribuir para a sustentabilidade da produção de alimentos.

Ainda dentro desse contexto, o Ibama tem promovido a reavaliação ambiental de produtos agrotóxicos à base de ingredientes ativos considerados nocivos aos insetos polinizadores. Trata-se de um procedimento de reanálise das condições de registro desses produtos em virtude de indícios da ocorrência de riscos que desaconselhem o uso autorizado. O primeiro ingrediente ativo reavaliado por indícios de efeitos nocivos às abelhas foi o Imidacloprido, que pertence ao grupo dos neonicotinóides – agrotóxicos que derivam da molécula da nicotina¹⁷.

Instrumentos de gestão territorial

Com uma distribuição difusa ao longo do território brasileiro, a agropecuária tem como um de seus principais desafios a conciliação dos processos de expansão e intensificação da atividade com a necessidade de conservação dos ecossistemas dos quais depende para sua própria sustentabilidade – em um contexto no qual outros usos do território, como mineração,

áreas urbanas e as redes logísticas também precisam ser considerados.

Para lidar com essa complexa dinâmica, os instrumentos de gestão territorial buscam, a partir de uma visão estratégica do território, orientar, no tempo e no espaço, as tomadas de decisão dos agentes públicos e privados de acordo com as potencialidades e vulnerabilidades identificadas.

17 Informações sobre as conclusões acerca do Imidacloprido e o estado atual das reavaliações em curso dos demais neonicotinóides podem ser obtidas no site: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/reavaliacao-ambiental>.



Ainda que o País não disponha de uma Política Nacional de Ordenamento Territorial para orientar esse esforço, os últimos dez anos registraram alguns avanços importantes nesse sentido. Em primeiro lugar, pode-se mencionar a publicação da Lei Complementar n.º 140/2011, que contribuiu para estabelecer uma certa hierarquia e complementariedade entre diferentes instrumentos de gestão territorial, cada qual com seus graus de detalhamento correspondentes. De acordo com esta lei, constitui competência da União a elaboração do zoneamento ecológico-econômico (ZEE) de âmbito nacional e regional, cabendo aos estados elaborar o ZEE de nível estadual, em conformidade com os zoneamentos de caráter nacional e regional, e aos municípios a elaboração do plano diretor, observando os ZEEs existentes.

Assim, para além do MacroZEE da Amazônia Legal, instituído pelo Decreto n.º 7.378/2010, foi finalizado, em 2018, o MacroZEE da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, elevando a parcela do território nacional com diretrizes de uso e ocupação do território elaboradas a partir de iniciativas federais de ZEE, entre 2010 e 2020, de 61,4% para 68,9%.

No âmbito estadual, cabe destacar o impulso dado ao zoneamento pelo novo Código Florestal (Lei n.º 12.651/2012), que definiu um prazo de cinco anos para que todos os estados elaborassem e aprovassem seus respectivos ZEEs. Como resultado, a proporção do território brasileiro com iniciativas estaduais de ZEE concluídas elevou-se, entre 2010 e 2020, de 69,3% para 82,3%, resultado da aprovação, no período, dos ZEEs do Distrito Federal e dos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Tocantins.

Por fim, no que se refere à competência municipal para a gestão territorial, se, em 2009, 41,6% dos municípios brasileiros possuíam plano diretor (2.318 de 5.565 municípios), esse percentual elevou-se para 51,4% em 2018 (2.866 de 5.570 municípios) – ainda que a elaboração do plano diretor não seja obrigatória para todos os municípios brasileiros, conforme prevê o Estatuto das Cidades (Lei n.º 10.257/2001) (IBGE, 2018).

Porém, mais do que a elaboração propriamente dita desses instrumentos, o grande desafio relacionado à gestão territorial

consiste no baixo grau de implementação das ações previstas em cada instrumento.

Dentre as causas desse problema, citam-se o uso de metodologias insuficientes para lidar com os problemas afetos à gestão do território; a pouca vontade política dos gestores públicos, em todos os níveis de governo, para aplicar as diretrizes e estratégias estabelecidas (no que a extinção recente da Comissão Coordenadora do ZEE do Território Nacional pelo Decreto n.º 9.759/2019 tende a agravar esse quadro); e o baixo envolvimento de diferentes setores da sociedade, em especial o setor privado, na elaboração e implementação dos instrumentos, associado, principalmente, (i) à reduzida compreensão da finalidade de cada instrumento, (ii) à percepção equivocada de que o instrumento prioriza a preservação ambiental em detrimento das questões produtivas e sociais e (iii) ao descrédito quanto à fiscalização e à penalização no caso de não observância das diretrizes e estratégias definidas (MMA, 2016).

Percebe-se, assim, que o futuro dos instrumentos de gestão territorial está diretamente associado à possibilidade de se encontrar mecanismos que possam auxiliar, ao menor custo político, econômico e social, e na maior rapidez possível, a implementação de seus resultados, potencializando seu atrativo como referência a outras políticas de ordenamento do uso da terra, capazes de promover a conciliação entre as diferentes dimensões do desenvolvimento sustentável.

Regularização ambiental dos imóveis e atividades agropecuárias

Uma outra frente de ação em direção à conservação e ao uso racional do território e seus recursos naturais tem como objetivo promover a adequação dos imóveis rurais e das atividades agropecuárias aos regramentos ambientais e sociais existentes, conferindo maior grau de responsabilização aos agentes privados.

No primeiro caso, merecem destaque o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e os Programas de Regularização Ambiental (PRA), previstos na Lei n.º 12.651/2012.



O CAR tem como objetivo criar um registro público eletrônico de todos os imóveis rurais do País¹⁸, integrando as informações ambientais das propriedades e posses em uma base de dados – o Sistema de Cadastro Ambiental Rural (Sicar) – capaz de viabilizar a regularização ambiental e de garantir o controle, o monitoramento e o combate ao desmatamento no Brasil.

A redação original da Lei n.º 12.651/2012 definiu que a inscrição no CAR deveria ser feita no prazo de um ano, contado da implantação do sistema de cadastro (o que se deu com a publicação da Instrução Normativa MMA n.º 2, de 6 de maio de 2014). No entanto, este prazo acabou sendo postergado diversas vezes e, em 2019, extinguiu-se a data limite para inscrição no CAR, tornando-o um cadastro permanente. Ainda assim, para garantir o direito de aderir ao PRA e de manter atividades agropecuárias em áreas rurais classificadas como consolidadas e situadas em áreas de preservação permanente (APP) e reserva legal, a data limite para inscrição do imóvel rural no CAR foi até 31 de dezembro de 2020, devendo os imóveis inscritos após esta

data observar regras mais rígidas definidas no Código Florestal.

Apesar de todos os estados estarem bem avançados na etapa de inscrição dos imóveis rurais no CAR, a etapa de análise e validação dos cadastros, fundamental para a constatação dos passivos ambientais que demandarão regularização, seja através do PRA ou fora dele, ilustra a dimensão do desafio. Mesmo sendo da maior importância, uma vez que o CAR é um instrumento declaratório, esta etapa havia sido concluída para somente cerca de 4% dos cadastros realizados, não tendo sido iniciada, até o final de 2020, em cinco estados: Amapá, Minas Gerais, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Roraima (CPI, 2020).

Do total de cerca de 7 milhões de imóveis cadastrados até o final de 2020, 55,5% solicitaram adesão aos Programas de Regularização Ambiental, que contemplam o conjunto de ações que devem ser desenvolvidas pelos proprietários e possuidores dos imóveis rurais com vistas à regularização ambiental de seus imóveis (SFB, 2021).

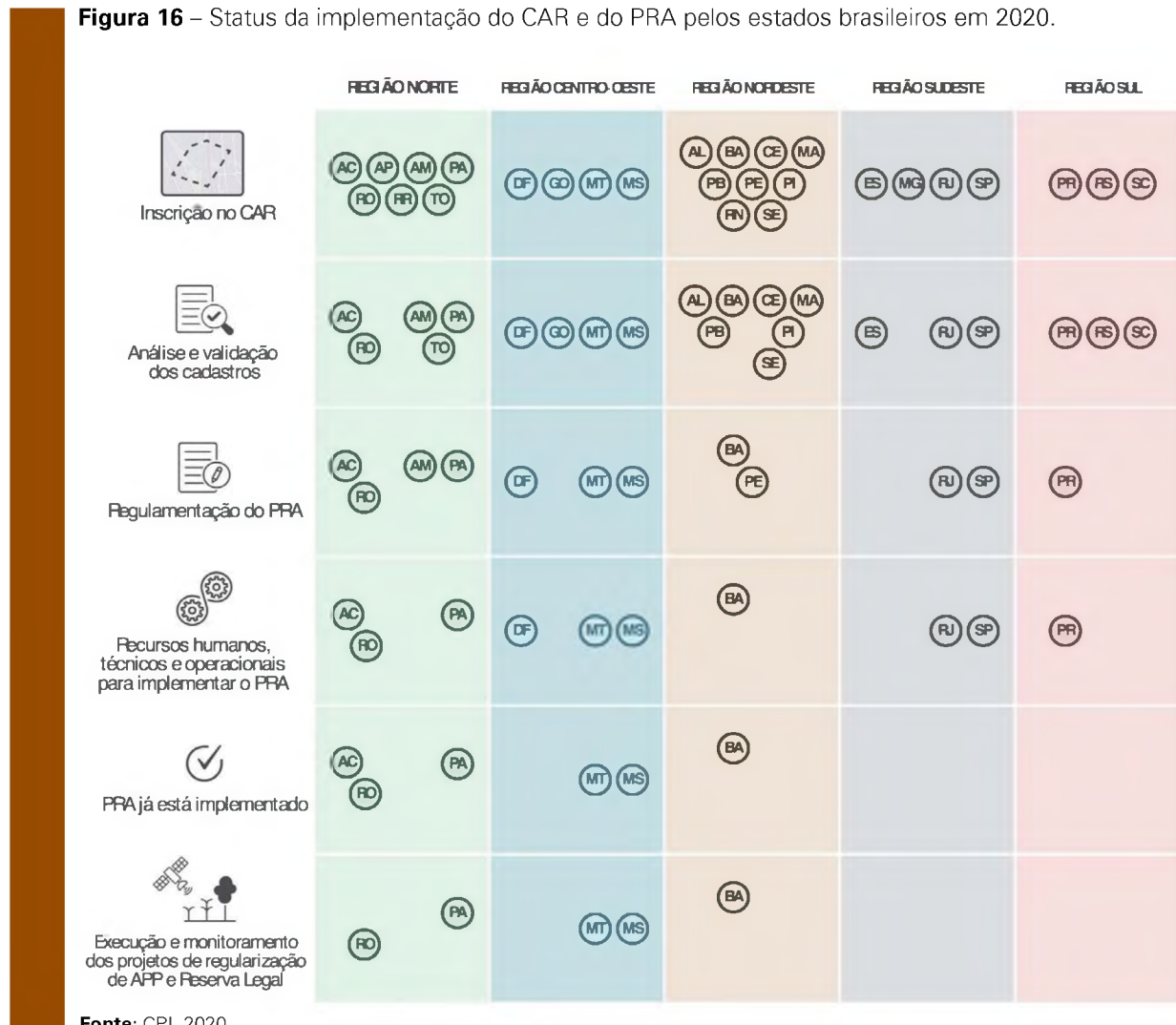
18 Mais informações sobre o CAR podem ser obtidas nos capítulos “Florestas” e “Economia Verde”.



Até 2020, doze estados já haviam editado normas instituindo seus PRA e definindo as modalidades, parâmetros e prazos para a regularização ambiental das áreas consolidadas em APP e reserva legal. Contudo, em apenas seis estados (Acre, Bahia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul,

Pará e Rondônia), e de forma ainda incipiente, o PRA está efetivamente implementado, com sistemas operacionais em funcionamento, termos de compromisso assinados e projetos de regularização de APP e reserva legal em execução e monitoramento (Figura 16).

Figura 16 – Status da implementação do CAR e do PRA pelos estados brasileiros em 2020.



No que se refere aos esforços para conferir uma maior adequação das atividades agropecuárias aos regramentos ambientais e sociais existentes, cabe mencionar algumas iniciativas relacionadas às atividades agropecuárias que possuem maior representatividade espacial no território brasileiro, como a pecuária bovina e a soja.

A pecuária, reconhecidamente a atividade mais encontrada em áreas recém-desmatadas, é objeto, por exemplo, do Termo de Ajustamento de Conduta (“TAC da Carne”), iniciativa do Ministério Público Federal de 2009. Nesse compromisso, as empresas do setor (principalmente frigoríficos) se comprometem a não adquirir animais criados em



imóveis rurais que estejam em desconformidade com as leis ambientais e sociais. Iniciado no Pará, onde contempla 32 das 45 plantas frigoríficas e/ou exportadoras de animais vivos situadas no estado, o TAC da Carne já foi adotado por outros estados da Amazônia, como Acre, Amazonas, Mato Grosso e Rondônia (AMIGOS DA TERRA, 2020).

Apesar da importância desses acordos na contenção do desmatamento na Amazônia, eles ainda apresentam limitações que comprometem sua eficácia, como o fato de monitorarem somente os fornecedores diretos de gado aos frigoríficos, que assim ficam sujeitos a comprar animais que passaram parte de seu ciclo de cria, recria e engorda em propriedades com irregularidades socioambientais.

Na agricultura, o principal compromisso firmado com o setor privado é a Moratória da Soja. Assinada em 2006 pela Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (Abiove) e pela Associação Nacional dos Exportadores de Cereais (Anec), o acordo veda que as empresas associadas às signatárias adquiram soja oriunda de áreas situadas no bioma Amazônia que tenham sido desmatadas após 22 de julho de 2008, que tenham sido embargadas pelo Ibama ou com registro de trabalho análogo à escravidão.

Atualmente, 102 municípios, que concentram a quase totalidade da produção de soja no bioma amazônico, são monitorados. Quando considerada a área total de soja plantada na safra 2019/2020 no bioma, de 5,4 Mha, a área em desconformidade com a Moratória da Soja representou cerca de 2% desse montante (108,4 mil ha, dos quais cerca de 75% encontram-se no Mato Grosso), o equivalente a 1,5% do desmatamento total registrado no bioma após 2008 (ABIOVE, 2020).

Apesar desses resultados mostrarem a efetividade da iniciativa como instrumento de redução do desmatamento na Amazônia, a Moratória da Soja enfrenta desafios semelhantes aos observados nos compromissos firmados pelo setor pecuário. Fornecedores indiretos – que comercializam a soja por intermédio de cooperativas ou empresas armazenadoras intermediárias – acabam não sendo monitorados

pelos mecanismos das traders signatárias do acordo, uma vez que não transacionam diretamente com elas (IMAFLORES, 2017).

Além disso, vale destacar que a Moratória da Soja não se aplica ao bioma Cerrado, onde parte importante das novas áreas incorporadas à produção agrícola é resultado direto da conversão da vegetação nativa, sobretudo na região do Matopiba.

Práticas agrícolas sustentáveis

A última década testemunhou também diversas ações de mudança dos sistemas de produção agropecuária, motivadas por questões ambientais e socioeconômicas.

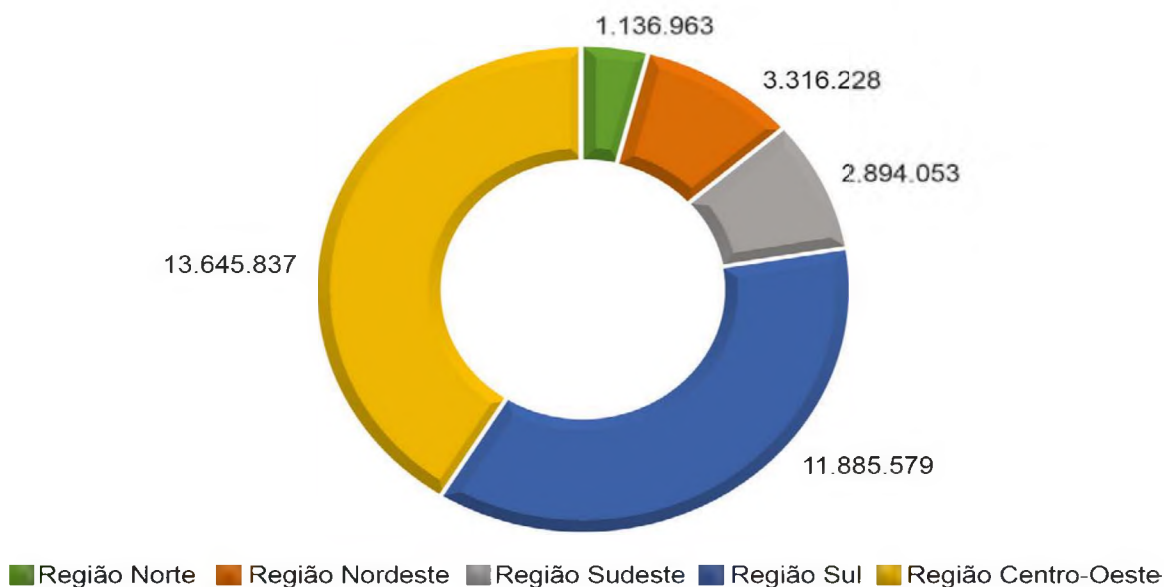
No contexto da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei n.º 12.187/2009) e dos compromissos assumidos pelo Brasil no âmbito da Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas de 2015 (COP 21, que resultou no Acordo de Paris), o cumprimento das metas de redução das emissões de GEE foi fundamentado em dois aspectos: a redução do desmatamento e a implementação de práticas agrícolas mais sustentáveis na agricultura.

Cumprindo com a meta 13.2 dos ODS, o Plano ABC foi o plano setorial para a agricultura, aprovado em 2010, com foco nas tecnologias para redução das emissões e aumento do sequestro de carbono. O plano tem incentivado, por meio da concessão de crédito, a adoção de sistemas conservacionistas, como o plantio direto e os sistemas integrados, a fixação biológica de nitrogênio e a produção de bioenergia a partir de biogás.

O SPD, presente no Brasil desde a década de 1960, abarcava, em 2017, cerca de 33 Mha, dos quais 77,6% localizados nas regiões Centro-Oeste e Sul. A taxa de incremento na adoção do SPD no Brasil foi de 1,6 milhão de Mha por ano na década de 1990, reduzindo-se para 1,2 milhão de ha/ano de 2001 a 2008 e para 0,3 milhão de ha/ano na década atual – uma redução esperada, até porque o plantio direto geralmente está presente, sobretudo, nos sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta (Figura 17).



Figura 17 – Distribuição das áreas (em ha) com SPD entre as regiões brasileiras, em 2017.



Fonte: IBGE. Censo Agropecuário, 2017.

Os sistemas integrados de produção agropecuária são estratégias de produção agrícola, pecuária e florestal numa mesma área, podendo usar cultivos em consórcio, rotação ou sucessão e variando quanto aos componentes adotados: iLP – integração lavoura-pecuária; iLF – integração lavoura-floresta; iPF – integração pecuária-floresta; e iLPF – lavoura-pecuária-floresta. Essas estratégias intensificam o uso da terra, otimizam o uso de recursos e diversificam a renda do produtor, reduzindo riscos associados à atividade agropecuária feita de forma exclusiva para um ou outro componente mencionado.

Estima-se que o Brasil apresentava, no ano de 2020, de 15 a 17 Mha sob sistemas integrados, sendo mais da metade distribuída nos estados do Mato Grosso do Sul (2,1 Mha), Mato Grosso (1,5 Mha), Rio Grande do Sul (1,5 Mha), Minas Gerais (1 Mha) e Goiás e Distrito Federal (0,9 Mha) (REDE ILPF, 2021).

A taxa média de adoção dos sistemas integrados para o período de 2005 a 2020 foi de 1,06 Mha/ano, sendo perceptível a diferença observada após a aprovação do Plano ABC. Antes de 2010, a taxa de adoção foi de 0,73 Mha/ano, e, após esta data, essa taxa cresceu

para 1,14 Mha anuais. Além do Plano ABC, outra ação importante foi a formação da Rede iLPF no ano de 2012, com participação de empresas do setor privado e da Embrapa, para acelerar a comunicação, capacitação e adoção de tecnologias para a intensificação sustentável da agricultura por meio dos sistemas integrados.

Outra prática sustentável de grande impacto no Brasil, em função das extensas áreas que ocupa, é a recuperação da capacidade produtiva das pastagens, uma vez que grande proporção destas apresenta algum grau de degradação e baixa capacidade de suporte animal.

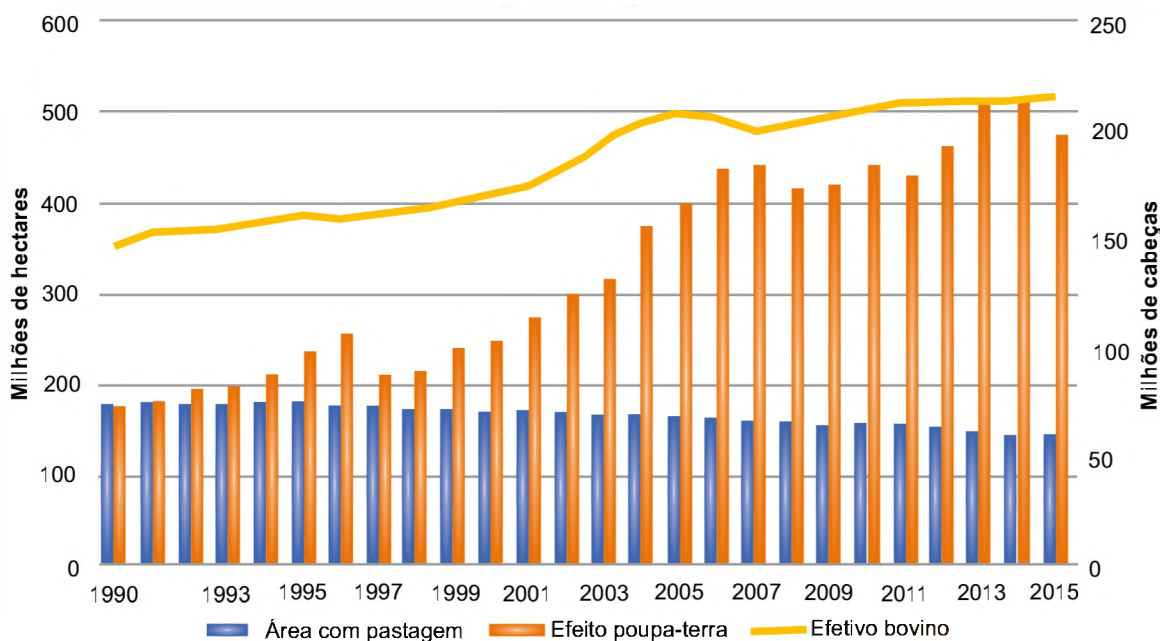
Dados do Plano ABC indicam que 10,5 Mha de pastagens foram recuperados entre os anos de 2010 e 2018 (MAPA, 2021). A recuperação da capacidade produtiva dos pastos e a intensificação do manejo animal aumentam a produtividade pecuária e evitam o avanço da atividade sobre outros usos da terra, numa economia ou efeito denominado poupa-terra. De 1950 a 2006, os ganhos de produtividade dos pastos explicaram 79% do crescimento da produção de carne bovina no Brasil e sustentaram um efeito de economia



de terras de 525 Mha (MARTHA; ALVES; CONTINI, 2012). Esse panorama para o período mais recente, de 1990 a 2015, é mostrado na Figura 18. A intensificação do modelo de

produção pecuária, com recuperação de parte das pastagens degradadas, resultou num efeito poupa-terra da ordem de 400 Mha em 2015.

Figura 18 – Evolução da área com pastagens, efetivo bovino e efeito poupa-terra devido à intensificação da produção pecuária no Brasil.



OBS: O efetivo bovino é oriundo da Pesquisa da Pecuária Municipal, do IBGE.

Fonte: Adaptado de Vieira Filho, 2018.

A fixação biológica do nitrogênio (FBN) continua figurando como importante prática para fornecimento de nitrogênio às culturas e para economia de recursos, com impactos importantes no combate às mudanças climáticas. Tecnologias para maior eficiência da FBN foram desenvolvidas desde a década de 1950 a partir da seleção, multiplicação e veiculação de bactérias, gerando produtos específicos (ANPII, 2017).

Praticamente toda a soja cultivada no País não usa nenhum nitrogênio fornecido via adubação mineral, adotando somente a FBN como fonte de nitrogênio para o sistema produtivo. O uso da FBN tem assim um impacto importante na economia do País e na sustentabilidade da produção, uma vez que cerca de 84% do nitrogênio mineral entregue ao produtor é importado (ANDA, 2019) e

que a fixação industrial do nitrogênio implica elevado custo energético, no que a FBN na soja representa uma emissão evitada de 69,3 toneladas de CO₂ por ano.

Por sua vez, os insumos biológicos e fertilizantes orgânicos e organominerais têm potencial para liberação mais lenta e gradual dos nutrientes, aumentando sua eficiência de uso, além do potencial para incrementar o carbono orgânico do solo, com todos os benefícios associados ao aumento da matéria orgânica e ao balanço de carbono para fins de rotulagem ambiental de produtos.

Como consequência, há um movimento efetivo de diversos atores dos setores público e privado para a recompensa aos produtores e empresas com bons índices de desempenho ambiental, tal como previsto na Política Nacional



de Biocombustíveis, a RenovaBio (Lei n.º 13.576/2017). Essa política estabelece metas de redução de GEE e cria o mercado de créditos de descarbonização, prevendo a normatização do processo de certificação de biocombustíveis. Iniciativas semelhantes têm sido capitaneadas por entidades privadas, de forma a atender as exigências de mercado, principalmente em função da pressão crescente da população.

A fim de contribuir ainda mais com a meta 2.3 dos ODS – que visa implementar práticas agrícolas resilientes que aumentem a produção e a produtividade e, ao mesmo tempo, ajudem a proteger, recuperar e conservar os serviços ecossistêmicos –, os passos futuros devem buscar a ampliação da visão sobre os impactos dos modelos de produção agropecuária, integrando a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis com outros componentes, como a conservação e recuperação da vegetação nativa, a melhoria da eficiência no uso da água, a otimização de recursos financeiros e humanos, o zoneamento agrícola e os sistemas de decisão com vistas ao bom desempenho agrônomo, zootécnico e ambiental.

Medidas de mitigação do consumo de agrotóxicos

Ao mesmo tempo em que permitem níveis mais elevados de produtividade na agricultura, o Brasil necessita de medidas e incentivos que assegurem um uso mais adequado dos agrotóxicos, a fim de minimizar os riscos causados ao meio ambiente e à saúde humana.

O fomento ao manejo racional de agrotóxicos e os estudos da dinâmica desses produtos no ambiente, complementados pela avaliação de risco ambiental (ARA) – a partir da qual se identifica a probabilidade de ocorrência de efeitos nocivos a partir do uso dos agrotóxicos, considerando a potencial exposição de organismos não-alvo aos produtos –, e a adoção de medidas de mitigação e remediação de impactos poderão carrear benefícios diretos aos recursos naturais, em conformidade com as metas de sustentabilidade.

Nesse sentido, é importante mencionar que o Brasil é signatário da Convenção de Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços

de Resíduos Perigosos e seu Depósito; da Convenção de Roterdã sobre Procedimento de Consentimento Prévio Informado para o Comércio Internacional de Certas Substâncias Químicas e Agrotóxicos Perigosos; e da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (POP), que visa eliminar, restringir e reduzir a produção, a comercialização e o uso de POP e seus resíduos, muito presentes em certos agrotóxicos.

Reflexo desses marcos internacionais, foi instituído, por meio do Decreto n.º 10.375/2020, o ‘Programa Nacional de Bioinsumos’, voltado ao fomento da utilização de produtos, processos e tecnologias de origem vegetal, animal ou microbiana que interfiram positivamente na atividade agropecuária, como biofertilizantes e defensivos biológicos.

Nesse mesmo sentido, vem crescendo consideravelmente, nos últimos anos, o registro de agrotóxicos e afins de baixo risco, entre os quais podem ser citados os produtos biológicos, microbiológicos, semiquímicos, bioquímicos e os reguladores de crescimento, que pouco ou quase nenhum dano causam ao meio ambiente e à saúde. A maioria dos agrotóxicos de baixo risco tem como destino o uso na agricultura orgânica, destacando-se não apenas pelo baixo impacto ambiental e toxicológico, mas também por beneficiar as culturas de suporte fitossanitário insuficiente (*minor crops*). De acordo com dados do Mapa, havia, em 2020, 411 produtos de baixo impacto registrados no País, com um crescimento significativo nos últimos anos, fruto de inovações tecnológicas como forma de racionalizar o uso dos agrotóxicos.

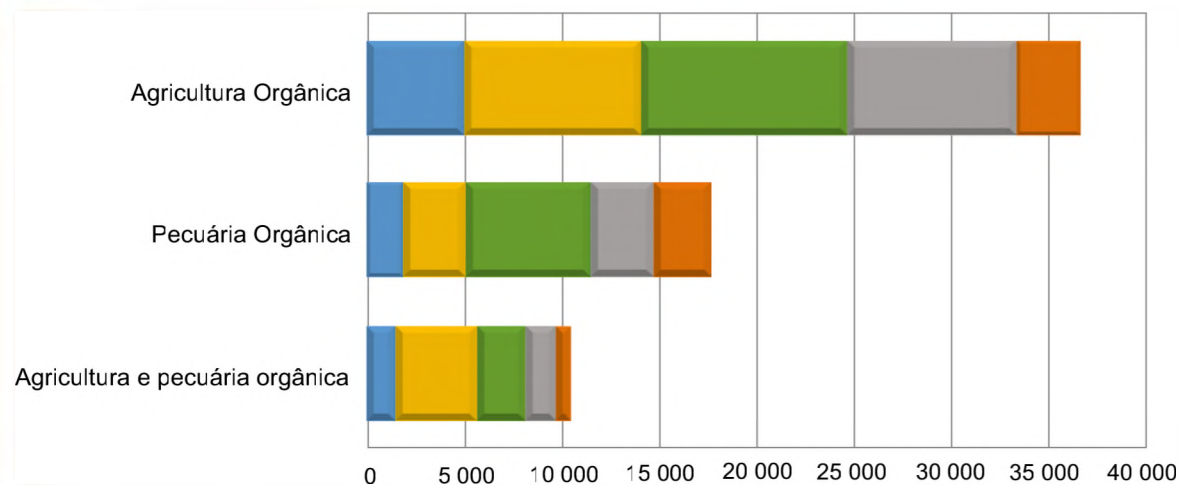
Mesmo sendo uma alternativa para a redução do uso de agrotóxicos, a agricultura orgânica ainda apresenta uma participação muito pequena no quadro da produção agropecuária nacional. De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, somente 1,3% dos estabelecimentos agropecuários (cerca de 64,7 mil unidades) praticavam agricultura e/ou pecuária orgânica no Brasil, com uma proporção maior registrada nos estabelecimentos de menor área. Quanto à classificação do estabelecimento agropecuário segundo sua atividade econômica principal, destacam-se aqueles que praticam agricultura e/ou pecuária orgânica classificados como horticultura e floricultura (3,8%) e voltados à produção de sementes e mudas (1,5%).



Do ponto de vista espacial, a maior concentração de estabelecimentos que praticam agricultura orgânica encontra-se em municípios próximos aos grandes centros urbanos, principalmente nas regiões Sudeste e Sul (que

concentram cerca de 56% dos estabelecimentos com produção orgânica), em razão da maior proporção de produtores envolvidos na produção de hortaliças que abastecem o mercado consumidor local (Figura 19).

Figura 19 – Distribuição espacial dos estabelecimentos agropecuários com produção orgânica no Brasil.



Fonte: IBGE. Atlas do Espaço Rural Brasileiro, 2020b.

Também é de grande relevância a destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos, uma vez que estas podem conter resíduos em níveis elevados que levam à contaminação ambiental. Com o objetivo de mitigar esses riscos, foi promulgada a Lei n.º 9.974/2000, que alterou a legislação de agrotóxicos vigente à época para estruturar a logística reversa aplicada a estas embalagens, atribuindo a cada integrante da cadeia agrícola a responsabilidade por uma etapa da logística reversa. Com a promulgação desta lei, e sua regulamentação em 2002, foi possível a criação do Sistema Campo Limpo, programa brasileiro de logística reversa, no qual o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (inpEV) atua como núcleo de inteligência.

Em 2002, no primeiro ano de sua operação, o inpEV foi responsável pelo recolhimento de pouco mais de 3.700 toneladas de embalagens vazias de agrotóxicos, número que chegou a 49.861 toneladas em 2020. De 2002 a 2020, o inpEV foi responsável pela destinação correta

de mais de 600 mil toneladas de embalagens vazias de agrotóxicos, números que colocam o Brasil como referência mundial na destinação de embalagens plásticas de agrotóxicos no mundo.

É importante mencionar, ainda, a Vigilância de Populações Expostas a Agrotóxicos (VSPEA), iniciativa do Ministério da Saúde que tem como objetivo reduzir, controlar ou eliminar a vulnerabilidade aos riscos à saúde de populações expostas ou potencialmente expostas a agrotóxicos.

Desde 2012, uma série de atividades voltadas à divulgação e fortalecimento da VSPEA foi desenvolvida pelo Ministério da Saúde, como a aprovação das Diretrizes Nacionais para a Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos, a elaboração do Instrutivo Operacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos e a disponibilização de recursos para o fortalecimento da VSPEA nos estados e no Distrito Federal. Essas iniciativas promoveram maior adesão à VSPEA nos estados brasileiros, aumentando, conseqüentemente, a



sensibilidade sobre novos casos de intoxicação exógena por agrotóxicos.

Recentemente, foi publicado, em 2017, o documento “Diretrizes Nacionais para a Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos”, além de outras publicações que merecem destaque: a cartilha “O agente comunitário de saúde na prevenção das intoxicações por agrotóxicos”, de 2018; a coleção “Agrotóxicos na ótica do SUS: experiências exitosas em vigilância em saúde de populações expostas a agrotóxicos no Brasil”, de 2019; e as “Diretrizes brasileiras para o diagnóstico e tratamento de intoxicação por agrotóxicos: intoxicações agudas por agrotóxicos”, de 2020, elaborada com o objetivo de propor recomendações que auxiliem os profissionais de saúde da atenção básica e de média e alta complexidade na escolha de intervenções adequadas para o atendimento de pacientes intoxicados por agrotóxicos, considerando as melhores evidências científicas disponíveis e seguindo o fluxo de trabalho definido para a elaboração de Protocolos Clínicos e Diretrizes Terapêuticas (PCDT) preconizado pela Portaria MS/SCTIE n.º 27, de 12 de junho de 2015.

Atualmente, a VSPEA está inserida no Plano Nacional de Saúde 2020-2023 com a

meta de implementar essa vigilância em 60% dos municípios prioritários, a fim de aprofundar o olhar da gestão federal para a importância da organização local, onde a exposição ambiental e no trabalho aos agrotóxicos acontece.

Por fim, no que diz respeito aos instrumentos de regulação dos agrotóxicos, as regulamentações e leis ainda pouco conversam com os instrumentos econômicos de regulação ambiental, como acontece com o cigarro, algumas bebidas alcoólicas e outras substâncias consideradas nocivas à saúde e ao ambiente. Os agrotóxicos são considerados produtos essenciais e, por isso, alguns tributos, como o IPI e o ICMS, são reduzidos em no mínimo 60% ou não são cobrados, enquanto outros também são passíveis de desonerações.

Um estudo recente da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO, 2020) estimou que cerca de R\$ 10 bilhões deixaram de ser arrecadados aos cofres públicos em 2017. Os pesquisadores argumentam que como a maior parte do consumo dos agrotóxicos é destinado à produção de *commodities* agrícolas, ou seja, à exportação, o fim de tais incentivos não causaria sérios impactos aos produtos da cesta básica, principal argumento para se aplicar o princípio da seletividade tributária aos agrotóxicos.

SILVICULTURA – FLORESTAS PLANTADAS

A silvicultura, atividade rural voltada ao plantio de espécies florestais com intuito eminentemente comercial, tem crescido continuamente no Brasil ao longo dos últimos anos.

Sua presença no território brasileiro se faz notar, sobretudo, a partir da década de 1960, quando a atividade passou a ser impulsionada no país mediante um forte apoio do Estado. Essas medidas, como incentivos fiscais para financiamentos em reflorestamento, beneficiaram sobretudo as regiões Sudeste e Sul, que, por abrigarem condições edafoclimáticas favoráveis e as principais concentrações populacionais e in-

dustriais do país, atraíram também grandes empreendimentos dos setores celulósico-papeleiro e moveleiro, interessados no mercado interno regional e nas melhores condições logísticas para o escoamento da produção para os mercados internacionais (SILVA, 2018).

Com a redução dos incentivos públicos a partir dos anos 1980, passa a ganhar destaque o financiamento da atividade com recursos das próprias empresas de base florestal. Dentre os mecanismos adotados, cabe destacar o fomento florestal, quando companhias dos ramos de papel, celulose, siderurgia e painéis de madeira, por



exemplo, estabelecem parcerias com produtores rurais com o intuito de apoiá-los na produção de madeira para fins industriais. Esta integração, muito utilizada pelas agroindústrias de frangos e suínos, representa, para as empresas, uma provisão regular de madeira em áreas vizinhas aos empreendimentos, diminuindo os custos de transporte e a necessidade de aquisição de novas áreas para o plantio de espécies florestais, e, para os produtores, a garantia de compra da produção pela empresa que lhes ofereceu auxílio durante o processo produtivo, como crédito e insumos para a produção (CARVALHO et al, 2016).

Atualmente, ainda que se perceba o predomínio das empresas de papel e celulose como proprietárias das áreas destinadas à silvicultura (cerca de 35% do total), o segmento que mais cresceu nos últimos anos foi justamente o de estabelecimentos ligados a projetos de fomento florestal, que junto com os produtores independentes e os arrendatários já respondem por aproximadamente 30% de toda a área plantada com árvores para fins industriais no Brasil (IBÁ, 2020).

Além disso, visando estimular novos projetos de silvicultura, o governo federal vem aumentando o volume de crédito e as modalidades de acesso aos recursos, sobretudo por meio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que entre 2010 e 2020 realizou desembolsos de aproximadamente R\$ 36,65 bilhões apenas para o setor de papel e celulose (BNDES, 2021).

Esse conjunto de ações é consequência direta do fato de que a demanda por produtos florestais vem crescendo a cada dia, tanto para atender às necessidades das indústrias de papel, celulose, construção civil, moveleira e outras tantas que dependem da matéria-prima florestal para transformação, quanto como fonte energética para uso na indústria, na prestação de serviços e no uso doméstico. Por outro lado, investimentos em pesquisa e desenvolvimento de novos produtos de origem florestal, como a lignina, o etanol de segunda geração, os bioplásticos e as nanofibras, com amplo potencial de aplicação na indústria, tendem a representar um novo fator de crescimento da silvicultura (IBÁ, 2020).



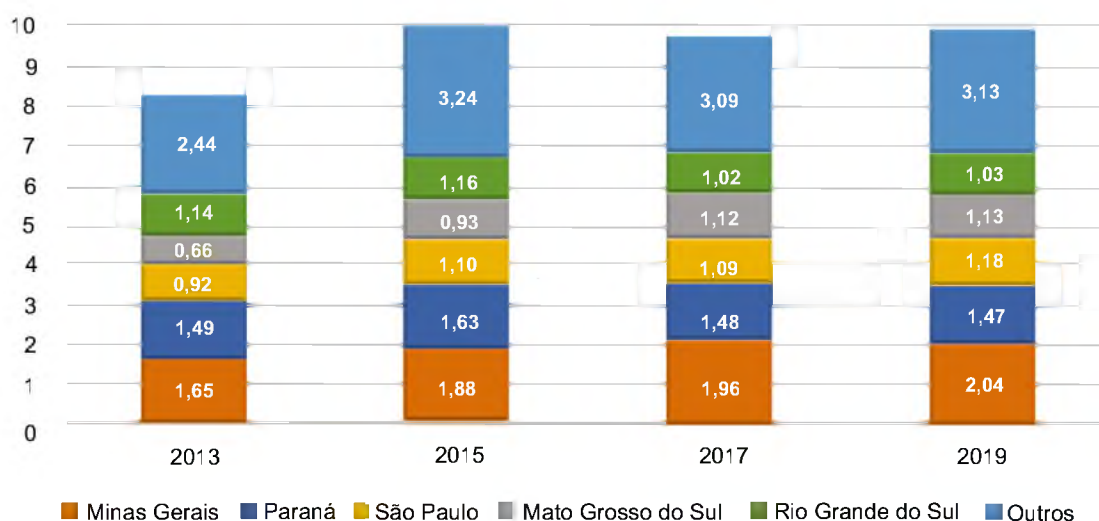
Em 2020, além da intensificação do consumo de papéis para embalagens em decorrência da pandemia, devido à sua utilização crescente em serviços de *delivery* e no comércio eletrônico, observou-se também um aumento no mercado de papéis *tissue* (como os papéis sanitários) frente aos maiores cuidados com a higiene e a saúde.

É preciso mencionar, por fim, que a forte pressão exercida no sentido de coibir a retirada ilegal de produtos das florestas nativas tem ocasionado mudanças nos padrões de consumo da população, o que contribuiu para o crescimento contínuo da demanda – e da produção – dos produtos oriundos da silvicultura.

A área estimada de florestas plantadas no Brasil, em 2019, foi de aproximadamente 10 milhões de hectares (cerca de 1,2% do território nacional), o que representa um crescimento de 20,3% em relação a 2013 (IBGE, 2019).

É nas regiões Sudeste (35,3%) e Sul (34,7%) que se concentra a maior parte deste total, com destaque para os estados de Minas Gerais, que responde por 19% da área destinada à silvicultura no país, Paraná (15,4%) e São Paulo (10,8%) (Figura 20) (IBGE, 2019).

Figura 20 – Área destinada à silvicultura no Brasil, em Mha, entre 2013 e 2019.



Fonte: IBGE. Atlas do Espaço Rural Brasileiro, 2020b.

A região Sudeste respondeu por 89,2% da produção brasileira de carvão vegetal, utilizado na produção de ferro-gusa e como fonte de energia na indústria metalúrgica. São Paulo e, em menor escala, Minas Gerais são grandes produtores de madeira para fabricação de papel e celulose, observando-se, ainda, nos últimos anos, uma grande expansão das áreas destinadas a essa finalidade no norte do Espírito Santo e no sul da Bahia (IBGE, 2019).

A região Sul, por sua vez, destaca-se por abrigar uma indústria de base florestal bem consolidada, concentrando os principais polos moveleiros do Brasil. Em 2019, a região foi responsável, ainda, pela maior parte da produção nacional de lenha oriunda da silvicultura, com 65,1% do volume produzido no País (IBGE, 2019).

19 De acordo com a PNAD Contínua, do IBGE, em 2019, aproximadamente 14 milhões de domicílios brasileiros (19,3% do total) utilizavam lenha ou carvão na preparação de alimentos, percentual que chega a 50,3% no Maranhão e a 43,5% no Piauí.



A região Centro-Oeste detém a terceira maior área destinada à silvicultura no Brasil, com cerca de 15,9% do total nacional, impulsionada pelo crescimento de 70,4% registrado no Mato Grosso do Sul entre 2013 e 2019 – enquanto, mais ao norte, grande parte da indústria florestal instalada no Mato Grosso ainda está baseada na conversão de florestas nativas (IBGE, 2019).

Na região Nordeste, merece destaque a produção de madeira em tora para a indústria de papel e celulose, sobretudo na Bahia (responsável por 13,5% do total nacional) e, mais recentemente, no Maranhão. Chama atenção, porém, o expressivo consumo de lenha extraída da Caatinga como fonte de energia industrial (Pernambuco é o maior produtor de gesso do Brasil) e doméstica¹⁹ (IBGE, 2019).

A participação das duas principais espécies florestais empregadas na silvicultura brasileira tem permanecido estável ao longo dos últimos anos. As áreas cobertas com eucalipto corresponderam, em 2019, a 76,3% do total, enquanto o pinus está presente em 19,8% da área destinada à atividade. Os demais 3,9% são compostos por outras espécies, como acácia, paricá e teca, sendo encontrados sobretudo na região Norte do País (IBGE, 2019).

Em 2019, as atividades da cadeia produtiva da silvicultura contribuíram com 1,2% do PIB brasileiro – uma receita bruta de R\$ 97,4 bilhões –, enquanto o valor da produção primária da silvicultura foi de aproximadamente R\$ 15,5 bilhões, um crescimento de 45% em relação a 2010. Minas Gerais, com R\$ 4,4 bilhões, e Paraná, com R\$ 3,1 bilhões, representam quase a metade do valor da produção da silvicultura brasileira (48,4%) (IBGE, 2019).

A participação dos produtos madeireiros – madeira em tora, carvão vegetal e lenha – no valor da produção da silvicultura permanece preponderante no setor, representando 97,2% do total em 2019 (R\$ 15,1 bilhões), sendo 58,1%, 25,2% e 13,9% a participação de cada um dos três produtos, respectivamente. O valor restante – cerca de R\$ 423 milhões – é referente à produção de resinas, cascas de acácia-negra e folhas de eucalipto (IBGE, 2019).

Entre os produtos madeireiros da silvicultura, houve, entre 2010 e 2019, um aumento expressivo da quantidade produzida de carvão vegetal (74%), com uma elevação da produção de 3,45 Mt, em 2010, para 6 Mt em 2019 (IBGE, 2019).

Além de apresentar o maior valor da produção da silvicultura, Minas Gerais é também o maior

produtor de carvão vegetal do Brasil, respondendo por 86,8% do volume nacional – visto a necessidade de suprir o grande número de siderúrgicas instaladas no estado. Já o Paraná lidera a produção brasileira de lenha e de madeira em tora, com, respectivamente, 24,6% e 22,9% do total nacional (IBGE, 2019).

Reflexo desse dinamismo, o Brasil registrou a exportação de aproximadamente US\$ 12,9 bilhões em produtos florestais em 2019, uma elevação de 39,4% em relação ao valor de 2010. Deste total, US\$ 9,5 bilhões corresponderam a vendas de papel e celulose, fazendo do País o maior exportador mundial na atualidade – 14,7 milhões de toneladas, o equivalente a 75% da produção nacional. Os dois principais países compradores de produtos florestais brasileiros foram China e Estados Unidos, que somaram cerca de US\$ 6,3 bilhões em exportações, uma participação de quase 50% do setor (AGROSTAT/MAPA, 2021).

O impacto da silvicultura sobre o meio ambiente pode ser positivo ou negativo, dependendo principalmente do tipo de conversão feita para o início do cultivo de espécies florestais.

Nesse sentido, as áreas destinadas à silvicultura apresentaram um crescimento, entre 2010 e 2018, de 1,61 milhão de hectares. Deste total, cerca de 45% se deram sobre áreas antes ocupadas por pastagens, muitas vezes em avançado estágio de degradação. Nesse contexto, o plantio de espécies arbóreas pode contribuir para uma melhor estruturação física de solo, uma maior infiltração da água e melhores condições para o desenvolvimento da fauna local. Por outro lado, 44,6% dessa expansão (o equivalente a 719 mil ha) ocorreu em detrimento de áreas até então cobertas com vegetação florestal e, sobretudo, campestre, acarretando a redução da biodiversidade, uma maior compactação e exposição do solo e a perda de nutrientes devido aos processos de lixiviação (IBGE, 2020a).

É inegável que as áreas destinadas à silvicultura não abrigam a mesma biodiversidade que as florestas nativas, até mesmo por adotarem uma reduzida variedade de espécies. Sob outra perspectiva, a silvicultura tende a reduzir a pressão sobre as florestas nativas e, quando conjugada a boas práticas de manejo, auxilia na formação de corredores ecológicos e na recuperação das APP e das áreas de reserva legal, o que possibilita a movimentação de diversas espécies de animais.



No âmbito do Acordo de Paris, que entrou em vigor em 2016, o Brasil assumiu o compromisso de reduzir suas emissões de gases de efeito estufa em 37% até 2025 e em 43% até 2030 (tendo como nível de referência o ano de 2005). Para tanto, dentre as ações a serem adotadas para atingir tais metas, a restauração e o reflorestamento de 12 milhões de hectares de florestas até o fim da atual década dialoga diretamente com a silvicultura (MAPA, 2018).

De fato, a atividade contribui de diversas formas para a mitigação das mudanças climáticas, por meio, em especial, das remoções e estoques de carbono nas áreas cultivadas, das emissões evitadas pela indústria de base florestal e do carbono estocado nos produtos. Estima-se que os 10 milhões de hectares de árvores plantadas estocam aproximadamente 2.090.000 Gg CO₂eq, quantitativo superior às emissões totais do Brasil em 2016 (IBÁ, 2020).

Consequência do dinamismo da silvicultura, os últimos anos registraram a adoção e a consolidação de importantes ações para maximizar as oportunidades e lidar com os desafios associados à atividade.

Cabe mencionar, sobretudo, a Política Agrícola para Florestas Plantadas, instituída por meio do Decreto n.º 8.375/2014, tendo como objetivos principais, dentre outros, contribuir para a diminuição da pressão sobre as florestas nativas, au-

mentar a produção e a produtividade das florestas plantadas e melhorar a renda e a qualidade de vida no meio rural, notadamente em pequenas e médias propriedades rurais.

Sua implementação é incumbência do Mapa, que, para tanto, coordenou a elaboração do Plano Nacional de Desenvolvimento de Florestas Plantadas (chamado de Plantar Florestas), aprovado pela Portaria Mapa n.º 111/2019 com a meta de aumentar a área destinada à silvicultura em 2 milhões de hectares até 2030 – superior à própria meta 15.2 dos ODS, que fala em 1,4 Mha. Estruturado em nove grandes temas, como fomento ao cultivo de florestas plantadas, infraestrutura e logística e promoção comercial, o plano contém também 72 ações indicativas visando o alcance da meta estabelecida (MAPA, 2018).

Dentre as ações previstas, encontra-se o fortalecimento da extensão rural pública e da assistência técnica privada para uma maior adoção do manejo florestal sustentável nas áreas de silvicultura. O grande objetivo dos planos de manejo florestal sustentável reside em possibilitar a exploração das áreas de plantio de forma concomitante à mitigação dos impactos ambientais adversos, considerando a área destinada à exploração comercial e as áreas de APP e reserva legal associadas aos cultivos, estimadas em 5,9 Mha em 2019²⁰ (IBÁ, 2020).

MINERAÇÃO

No Brasil, a mineração se confunde com a própria história do País, tendo contribuído decisivamente para a ocupação e o povoamento do interior do território, a partir das expedições pioneiras (chamadas de entradas e bandeiras) à procura de metais preciosos e da descoberta de ouro e diamantes, sobretudo em Minas Gerais e Goiás, no século XVIII.

Nos últimos vinte anos, o faturamento do setor mineral brasileiro passou, em valores correntes, de R\$ 22 bilhões, no ano 2000, para R\$ 209 bilhões, em 2020 (IBRAM, 2021), consequência de elementos indutores de origem externa e doméstica.

20 Mais informações sobre a silvicultura podem ser obtidas no capítulo “Florestas”.



O crescimento da demanda por matérias-primas minerais, como já mencionado na introdução deste capítulo, está intimamente associado ao crescimento populacional e econômico. Entre 1970 e 2017, a população global dobrou e se tornou predominantemente urbana, o PIB mundial cresceu quatro vezes e a demanda mundial por recursos naturais (como minerais metálicos e não metálicos, produtos agropecuários e combustíveis fósseis) passou de 27 bilhões de toneladas, em 1970, para 92 bilhões de toneladas, em 2017. Nesse mesmo período, a demanda média anual por recursos naturais cresceu de 7 para 12 toneladas per capita, enquanto o comércio global de minerais metálicos, impulsionado, em particular, pela expansão econômica da China, passou de 2,6 bilhões para 9,1 bilhões de toneladas, um crescimento de 2,7% ao ano (IRP, 2019).

Como resultado direto desse aumento da demanda, foram registrados investimentos expressivos na atividade mineral. Convém ressaltar,

porém, que embora esses investimentos – captados por grandes mineradoras listadas nas bolsas de valores, por meio de contratos financeiros lastreados em *commodities* – visem à expansão da produção em novos e velhos territórios ricos em minérios, muitas vezes não têm relação direta com a dimensão operacional da atividade mineral, transferindo a dinâmica da especulação financeira para os preços das *commodities* (SANTOS; MELO FILHO, 2021). Essa constatação pode ser percebida na estimativa de investimentos no setor para o período 2020-2024 (US\$ 38 bilhões), que representa a metade dos investimentos previstos de 2012 a 2016 (US\$ 75 bilhões), não obstante o minério de ferro ter alcançado um preço recorde, de mais de US\$ 200 por tonelada, em 2021 (IBRAM, 2021).

No âmbito interno, os marcos regulatórios relacionados à mineração, muitos deles publicados ao longo da última década, também constituem fatores de estímulo à dinâmica mineral (Tabela 2).

Tabela 2 – Principais ordenamentos legais e seus efeitos sobre a mineração.

Ordenamento legal	Efeitos sobre a mineração
Decreto-Lei n.º 227/1967 (Código Mineral) Decretos n.º 62.934/1968 e n.º 9.406/2018	Não obstante a reforma de 2018, muitos pilares de estímulo à mineração foram mantidos, como é o caso, por exemplo, do direito de prioridade à obtenção da autorização de pesquisa ou de registro de licença ao interessado cujo requerimento tenha por objeto área considerada livre.
Lei Complementar n.º 87/1996 (Lei Kandir)	Assegura que as empresas deixem de recolher o ICMS, o PIS e a COFINS das exportações de produtos básicos e semielaborados.
Lei n.º 13.540/2017 (Lei da CFEM)	Altera a base de cálculo da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) – <i>royalty</i> pago à União, estados e municípios para compensar a perda do patrimônio mineral, contribuindo também para que gestores municipais não criem resistência à atividade.
Lei n.º 13.575/2017 (Criação da Agência Nacional de Mineração - ANM)	Contribui para a desburocratização de processos e a aceleração de ofertas públicas de áreas em disponibilidade, além de imprimir mais eficiência e celeridade aos processos e requerimentos minerários.
Lei n.º 13.975/2020	Simplifica os requisitos legais para acessar minerais de uso na construção civil, abrindo a possibilidade de exploração de rochas ornamentais e calcárias pelo regime de licenciamento.
Projeto de Lei n.º 191/2020, apre- sentado pelo Governo Federal	Propõe a liberação da mineração em terras indígenas, o que cria expectativas e acaba antecipando processos de invasão de TI, principalmente por garimpeiros.

Fonte: Elaboração dos autores, com base nas informações da Agência Câmara de Notícias e na ANM, 2021.

Além disso, o próprio crescimento da agropecuária influencia a dinâmica da atividade mineral. Dados da Pesquisa Agrícola Municipal, do IBGE, demonstram que, entre 2006 e 2017, a produção dos principais grãos no Brasil (algodão

herbáceo, arroz, feijão, milho, soja, sorgo e trigo) cresceu 103,7%, enquanto a área destinada a essas culturas aumentou somente 32,1%, reflexo do aumento da produtividade, de 54,2%. Esse desempenho exige grande quantidade de



insumos minerais, os chamados agrominerais, como calcário, fosfato e potássio, além de nitrogênio e dos micro e macronutrientes minerais. Entre 2006 e 2017, de acordo com o Censo Agropecuário do IBGE, cresceu em 82% a parcela dos estabelecimentos que usaram agrominerais, principalmente o calcário. Porém, o Brasil não é autossuficiente em agrominerais – principalmente em potássio, cuja importação corresponde a mais de 95% do total consumido²¹, e em fosfato, para o qual a importação equivale a 50% do consumo nacional –, o que constitui um fator de pressão na balança comercial mineral.

A dinâmica recente do setor mineral brasileiro

O Brasil possui uma rica dotação mineral, com províncias minerais espalhadas por todo o território nacional, das quais são extraídas atualmente 93 substâncias de todas as classes, com destaque para a participação do País nas reservas mundiais de nióbio (cerca de 98,8% do total), tântalo (33,7%), manganês (32,3%), ferro (19,8%), terras raras (18,3%) e níquel (16,2%), entre outros (MME, 2020).

Embora o Brasil tenha destaque na produção e exportação de diversas *commodities* minerais, essas substâncias encontram-se distribuídas de forma desigual no País.

Considerando a arrecadação da CFEM como *proxy* do valor da produção, apenas dois estados – Pará e Minas Gerais – responderam, em 2020, por 90% do total nacional (R\$ 6,08 bilhões), sendo também os maiores exportadores de minérios do País, em especial de ferro – que, isoladamente, responde por 12% das exportações brasileiras e por cerca de 70% do valor da produção mineral (ANM, 2021).

No entanto, os demais estados têm importante papel enquanto fornecedores de insumos minerais, tanto para exportação (como é o caso das rochas ornamentais do Espírito Santo e de Santa Catarina) quanto para o abastecimento doméstico, como os minerais industriais de São Paulo, o carvão mineral da região Sul do Brasil, o potássio da Paraíba, o níquel de Goiás, etc.

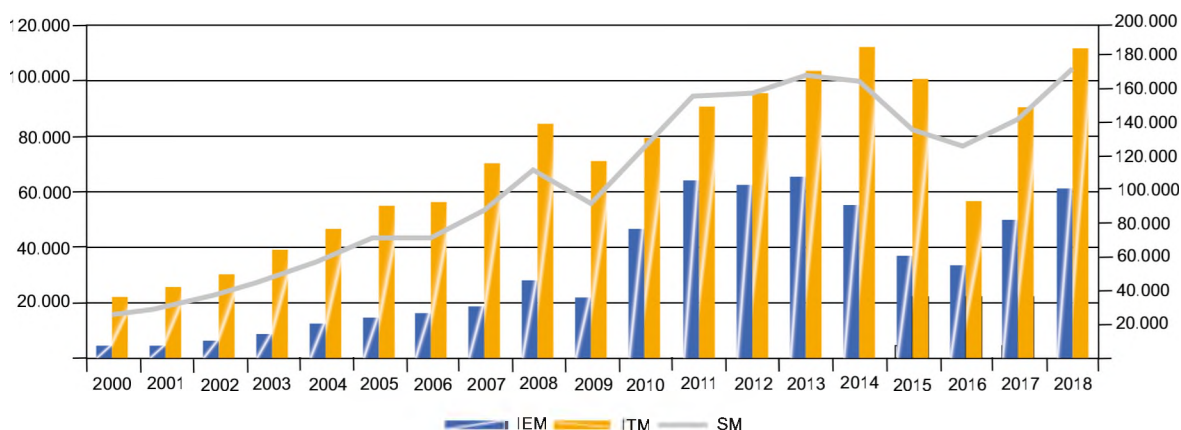
Com base no critério do valor adicionado bruto, a participação do setor mineral – que resulta do somatório da indústria extrativa mineral (IEM) e da indústria de transformação mineral (ITM)²² – no PIB brasileiro, em 2020, foi de aproximadamente 3,18% – uma redução em relação a 2000, quando essa participação foi de 3,98%. Nesse período, observa-se uma alta significativa da participação da IEM, que saltou de 0,37% do PIB, no ano 2000, para 1,3%, em 2020. Em mais um indicativo do processo de reprimarização da economia brasileira, a IEM, que participava com apenas 10% do setor mineral em 2000, viu esse percentual atingir aproximadamente 40% em 2020, ano em que a participação da ITM foi, conseqüentemente, de cerca de 60% (Figura 21) (IPEA, 2021).

Além da captação de divisas – as exportações do setor mineral totalizaram US\$ 36,55 bilhões em 2020, ou 17% das exportações brasileiras –, a mineração é fundamental para o equilíbrio da balança comercial brasileira, atingindo um superávit de US\$ 32,45 bilhões em 2020, o equivalente a 64% do saldo comercial brasileiro.

As exportações de minério de ferro e seus concentrados representaram 92,2% do volume (342 Mt) e 70,5% do valor total (US\$ 25,78 bilhões), sendo a China o destino de 71,8% dos embarques desse minério. As importações minerais, de US\$ 4,1 bilhões, concentraram-se em potássio, com 63,8% do valor, e carvão mineral, com 39,4% (IBRAM, 2021).

21 Ao mesmo tempo, estudos recentes da CPRM – Serviço Geológico do Brasil estimam reservas de 3,2 bilhões de toneladas de silvinita (com teor de cloreto de potássio de cerca de 30%) na Bacia do Amazonas, principalmente nos municípios de Autazes, Itacoatiara e Nova Olinda do Norte (CPRM, 2020). No entanto, a sobreposição de parte dos depósitos com áreas protegidas e o grande volume de rejeitos gerados (em especial de cloreto de sódio) têm gerado questionamentos à exploração do minério na região.

22 “É possível definir a IEM como o conjunto das atividades de extração de carvão mineral e de minerais não metálicos, extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e aglomeração, e extração de minerais metálicos não ferrosos, inclusive beneficiamentos, com exceção da atividade de extração de petróleo e gás natural. Em relação à ITM, sua definição engloba cinco setores: fabricação de cimento e outros produtos de minerais não metálicos; fabricação de aços e derivados; produção de tintas, vernizes, esmaltes e lacas; metalurgia de metais não ferrosos; e fabricação de produtos de metal” (Ipea, 2021, p. 34).

Figura 21 – Agregação das contas do setor mineral brasileiro, em R\$ milhões correntes, de 2000 a 2018.

Fonte: IPEA, 2021.

Uma atividade territorialmente concentrada, mas com impactos significativos

A presença da mineração, e toda sua cadeia produtiva, provocam alterações significativas no espaço, podendo impactar diretamente os meios físico – como solos, ar e águas – e biótico, como fauna e flora, além das populações do entorno. A atividade metalúrgica, por exemplo, é muito intensiva em energia e emissões de GEE, respondendo por 52,2% das emissões totais do setor processos industriais e uso de produtos em 2016 (MCTI, 2020a), enquanto o setor mineral, como um todo, é grande consumidor de água, cujo comprometimento no fornecimento pode limitar a própria expansão da atividade em algumas regiões.

Diante do crescimento da produção mineral nas últimas décadas, o aumento dos registros de impactos passou a ser observado em todo o território, conforme revelam, por exemplo, o Banco de Dados de Recursos Minerais e Territórios (CETEM/MCTI, 2021) e o Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil (FIOCRUZ, 2021).

A distribuição regional dos casos, por tipos de impactos, revela que a região Sudeste é a mais impactada (com predomínio de impactos ao meio físico e biótico), seguida

pela região Norte, na qual as ocorrências com impactos socioeconômicos prevalecem (Figura 22). As unidades da federação com mais casos registrados são, não por acaso, Minas Gerais, com 22 casos, e Pará, com 14 casos, principais produtores de minério do País (FIOCRUZ, 2021).

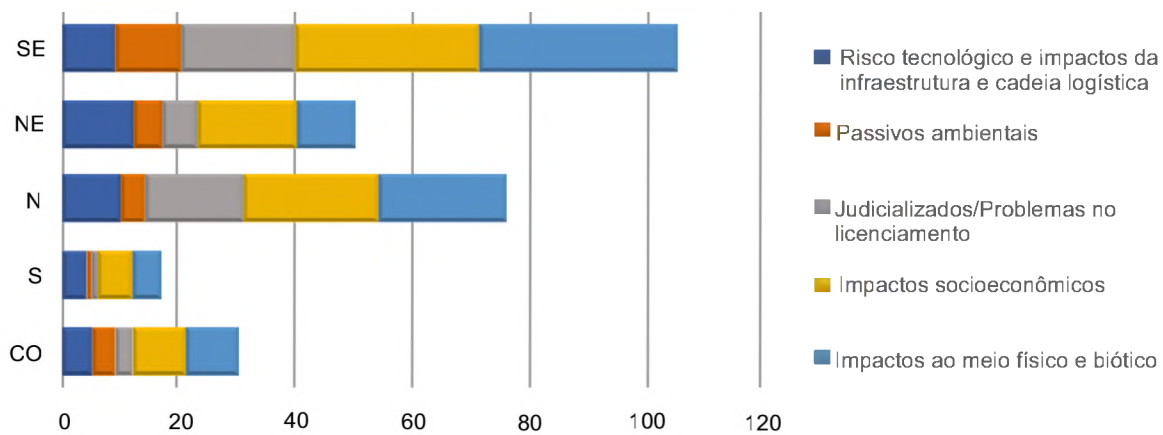
Na Amazônia Legal tem ocorrido uma aproximação preocupante, ou mesmo uma sobreposição, entre áreas de mineração, unidades de conservação (UC), terras indígenas (TI) e outras áreas destinadas à preservação (Figura 23).

O atual cenário de crescimento da produção de ouro na Amazônia, aliado às iniciativas que pretendem liberar a mineração em UC e TI, frequentemente vêm acompanhados de um rastro de destruição ambiental e social, com pouca efetividade para o desenvolvimento da região. Não obstante haver relevante lavra legalizada, a busca pelo ouro na Amazônia não deixa de estar enraizada em práticas ilegais (INSTITUTO ESCOLHAS, 2021).

O grande porte de determinados empreendimentos minerais, as elevadas cargas movimentadas e o volume de rejeitos gerados representam um risco para diversas regiões e populações, por vezes afetadas por acidentes decorrentes de mecanismos ineficazes de deposição e monitoramento.

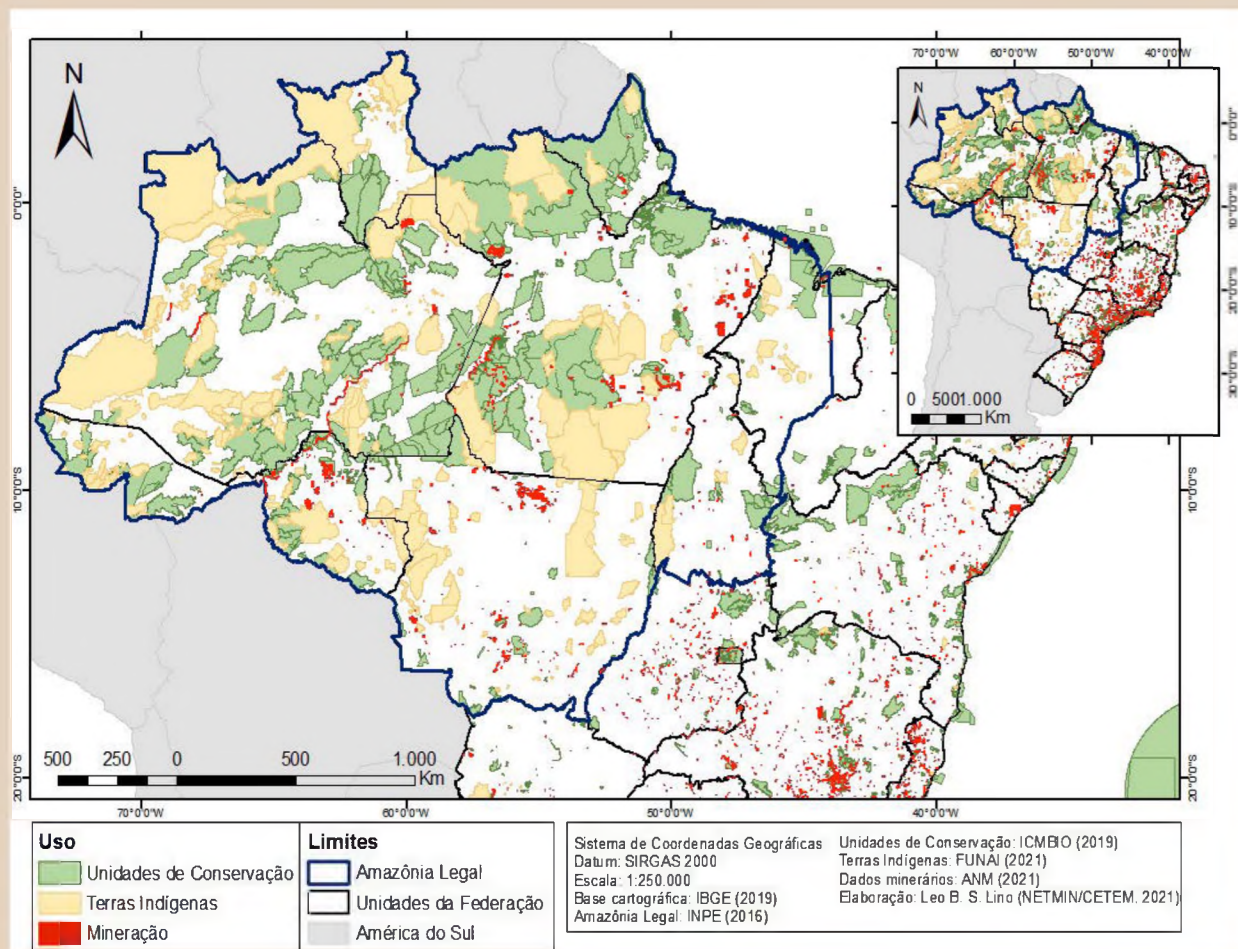


Figura 22 – Distribuição regional das ocorrências de impactos relacionados à mineração no Brasil, segundo categorias de análise, registrados até 2020.



Fonte: CETEM/MCTI. Banco de Dados de Recursos Minerais e Territórios, 2021.

Figura 23 – Distribuição espacial das áreas destinadas a unidades de conservação, terras indígenas e mineração no Brasil, em 2021.



OBS.: Considerou-se como atividade de mineração os seguintes títulos minerários: concessão de lavra, permissão de lavra garimpeira e extração de agregados para construção civil.

Fonte: CETEM/MCTI, 2021.



Garimpo ilegal no Brasil e seus impactos nas terras indígenas

Atualmente, a lavra garimpeira é definida pela Lei n.º 7.805/1989 como um regime de extração de substâncias minerais com aproveitamento imediato do jazimento mineral. Por sua natureza, dimensão, localização e utilização econômica, a lavra pode ocorrer independentemente de trabalhos prévios de pesquisa, segundo critérios da ANM, que concede a permissão de lavra garimpeira, muito embora o fato de que parte significativa da atividade ocorra à margem da lei.

Nos últimos vinte anos, a cotação do ouro aumentou de US\$ 400 para US\$ 1.861 por onça (28,35 gramas), impulsionado especialmente pela demanda da China e da Índia. A expansão do garimpo ilegal acompanhou esse cenário de ampliação, inflando ainda mais uma indústria que mobiliza entre US\$ 12 bilhões e US\$ 28 bilhões por ano (INSTITUTO IGARAPÉ, 2021).

Esse contexto tem gerado impactos socioambientais graves, especialmente sobre as populações mais vulnerabilizadas, como indígenas, ribeirinhos e camponeses. Entre 2017 e 2019, estima-se que 1.174 ha de floresta foram perdidos em razão da mineração de ouro na Terra Indígena Yanomami (AM/RR), maior taxa dos últimos dez anos. Nesse mesmo período, na Terra Indígena Munduruku (PA), imagens de satélite apontaram um crescimento de 58% no desmatamento relacionado à mineração.

Além do desmatamento, a contaminação de rios, solos, ar e peixes por mercúrio, utilizado de maneira recorrente na extração do metal, está aumentando a taxa de intoxicação tanto das comunidades que vivem próximas aos garimpos quanto dos moradores das áreas urbanas da Amazônia. Dores de cabeça, falhas de memória, perda de visão, mau funcionamento dos rins, fígado e pulmões e retardo no desenvolvimento são algumas das consequências da longa exposição à substância, registrada em parte expressiva dos peixes mais consumidos na região (WWF, 2020). Apresentado em 2020, o Projeto de Lei n.º 191, em tramitação no Congresso Nacional, propõe a flexibilização das regras para exploração mineral em terras indígenas, criando, com isso, condições para ampliação dos impactos que o garimpo já vem gerando nesses territórios.

Em junho de 2021, das 857 barragens de contenção de rejeitos de mineração cadastradas no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), 40 estavam classificadas simultaneamente como categoria de risco e dano potencial associado altos (SNISB/ANA, 2021), sendo que os desastres nas barragens de rejeitos em Mariana e Brumadinho, no estado de Minas Gerais, já são considerados os maiores da história da mineração brasileira, resultando em multas bilionárias para os responsáveis.

Por fim, é importante mencionar os riscos da atividade mineral ao patrimônio espeleológico brasileiro.

Estima-se que o Brasil abrigue cerca de 310 mil cavernas, das quais apenas 22 mil encontram-se registradas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE/ICMBio). Se, por um lado, esses ambientes possuem um grande endemismo de espécies, atuam no suprimento, regulação e purificação da água e contam com um rico patrimônio histórico-cultural, por outro se caracterizam pela presença de diversos minérios em seu interior, como a bauxita e o ferro.

No Brasil, o patrimônio espeleológico encontrava-se protegido pelos Decretos n.º 99.556/1990 e 6.640/2008, nos quais as cavernas são classificadas em máxima, alta, média ou baixa relevância, sendo que apenas as cavernas de máxima relevância estavam totalmente protegidas.

No entanto, alinhado ao objetivo do Plano Nacional de Mineração 2030 de alterar a legislação de proteção das cavernas brasileiras, foi publicado, em 12 de janeiro de 2022, o Decreto n.º 10.935/2022, que revogou o Decreto n.º 99.556/1990. Este novo decreto permite que o órgão ambiental licenciador autorize a ocorrência de impactos negativos irreversíveis em cavernas de máxima relevância por atividades ou empreendimentos considerados “de utilidade pública”, o que gerou manifestações contrárias da Sociedade Brasileira de Espeleologia e do Ministério Público Federal, segundo o qual a nova regra não observou princípios constitucionais como o da vedação ao retrocesso ambiental.



As tragédias de Mariana e Brumadinho

Em 05 de novembro de 2015, no município de Mariana (MG), a barragem de Fundão, operada pela Samarco Mineração (mineradora brasileira controlada através do modelo joint venture entre a brasileira Vale e a anglo-australiana BHP Billiton), rompeu, despejando cerca de 44 milhões de metros cúbicos de rejeitos de ferro, causando danos ambientais, sociais e econômicos em escala micro e macroregional. A lama de rejeitos atingiu 36 municípios, destruindo uma área de cerca de 1.400 hectares (incluindo APP), e impactando 663 km de corpos hídricos em direção à foz do Rio Doce, localizada em Regência (ES). Ademais, os efeitos na população local foram observados por meio da perda de 19 vidas, da destruição de comunidades próximas à barragem, da alteração da qualidade e quantidade de água e do agravamento e ampliação dos problemas de saúde. Somam-se, ainda, os efeitos negativos na economia devido ao desastre, uma vez que 95% das atividades econômicas da região são dependentes, direta e indiretamente, da mineração, enquanto alternativas econômicas como a agricultura e a pesca foram prejudicadas devido à contaminação pelos rejeitos.

Cerca de três anos mais tarde, em 25 de janeiro de 2019, no município de Brumadinho (MG), a barragem de rejeitos (B1) da mina Córrego do Feijão, da mineradora Vale, rompeu, causando 270 óbitos e dezenas de desabrigados. A lama de rejeitos impactou comunidades (como indígenas, quilombolas e pescadores artesanais) dependentes do Rio Paraopeba e, além dos impactos ambientais, o desastre envolveu questões socioeconômicas, pois a região possui forte dependência em relação à atividade de extração de minério de ferro, o que resultou na preocupação sobre os efeitos provenientes da paralisação das atividades por parte da mineradora.

Como forma de disciplinar as medidas devidas pelos danos ambientais, sociais e econômicos causados pelo desastre de Mariana, um termo de transação e de ajustamento de conduta foi firmado em 2016 entre União, governos estaduais e municipais atingidos, principais órgãos ambientais estaduais e federais envolvidos e acionistas. O referido termo, organizado na forma de programas socioambientais e socioeconômicos com fins reparatórios e compensatórios, tem uma vigência de 15 anos, prorrogável até a execução integral de todas as obrigações nele previstas. No caso de Brumadinho, o Governo do Estado de Minas Gerais e a Vale assinaram acordo de R\$ 37,69 bilhões para a reparação dos danos provocados pela tragédia (MPMG, 2020 e 2021; AGÊNCIA BRASIL, 2021).



Em busca de maior sustentabilidade

Tendo como referência o Plano Nacional de Mineração 2030, elaborado entre 2007 e 2011, a dinâmica mineral e seus efeitos secundários produzem também a reação de diversos grupos de interesse (stakeholders). Isso tem se manifestado em mudanças na legislação mineral, a exemplo da Lei de Barragens, das exigências de investidores por “mineradoras verdes”, dos compromissos da indústria mineral com a sociedade em prol da transparência e do diálogo, mas também do surgimento de grupos organizados da sociedade civil com forte resistência à mineração (Tabela 3).

Nas décadas de 1970 e 1980, movimentos sociais expressivos, como o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) e o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), não tinham como foco direto os conflitos criados pela mineração, muito embora, por serem de atuação nacional, passem a incorporar e organizar populações atingidas por essa atividade. Todavia, conforme a mineração foi se expandindo, em especial no período do chamado *boom* das

commodities, novos movimentos sociais foram sendo fundados como resposta aos impactos socioambientais gerados pelas atividades extrativas minerais no País e frentes de resistência à instalação de novos empreendimentos minerários.

Entre esses movimentos, cabe mencionar, por exemplo, o Movimento pela Soberania Popular na Mineração (MAM), organizado no Pará a partir de 2012 para o enfrentamento de violações aos direitos humanos e aos conflitos nos territórios impactados pelo Projeto Grande Carajás, da Vale, e o Comitê Nacional em Defesa dos Territórios Frente à Mineração, articulação iniciada em 2013 que reúne organizações, movimentos sociais, igrejas e pesquisadores.

Ademais, com o recrudescimento da atividade minerária ilegal e outros crimes em áreas da União, sobretudo a extração de ouro e cassiterita, e sua crescente associação com o crime organizado, o Ibama criou o Grupo Especial de Fiscalização (GEF), em 2014, visando qualificar sua atuação nesses cenários de forma autônoma e eficaz.

Tabela 3 – Instrumentos legais e respostas dos grupos de interesse.

Instrumento	Resposta dos grupos de interesse e seus efeitos
Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação à Mudança do Clima na Mineração	Publicado em 2013 e também conhecido como Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono (Plano MBC), tem como objetivo principal a redução das emissões de GEE na mineração, mediante iniciativas das próprias empresas de abatimento de emissões relacionadas principalmente à eficiência energética e à redução do consumo de combustíveis com alto teor de carbono não renovável.
Lei n.º 14.066/2020 (Lei de Barragens) (1)	A partir dos aprendizados trazidos por Mariana e Brumadinho, altera a Lei n.º 12.334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens. Veda, por exemplo, a construção de barragens a montante, sendo que as já construídas devem ser descaracterizadas até fevereiro de 2022. A ANM tem a prerrogativa de aplicar multas, exigir caução, seguro, fiança ou outras garantias financeiras para a reparação dos danos provocados por barragens de rejeitos à vida humana, ao meio ambiente e ao patrimônio público.
Decreto n.º 10.387/2020	Estimulo à criação de novos mecanismos para emissão de títulos verdes (<i>green bonds</i>) com vistas ao financiamento de projetos de infraestrutura que tragam benefícios ambientais ou sociais relevantes. Pode alcançar indiretamente a mineração ao beneficiar os setores de energia e logística.
Carta Compromisso do IBRAM perante a sociedade	Publicada em 2019 como resposta às críticas geradas pelo rompimento das barragens em Mariana e Brumadinho, constitui uma declaração pública de compromisso com transformações no padrão usual da indústria de mineração.
Exigências ESG para empresas mineradoras listadas em bolsas de valores e para concessão de empréstimos (2)	Temas ESG (ambientais, sociais e de governança, na sigla em inglês) têm adquirido relevância crescente para a atuação do setor mineral, decorrência de questões de imagem, acesso ao crédito e exigência de investidores e de consumidores.

Fonte: (1) Agência Câmara de Notícias, 2020, e (2) BASTOS; ABRANTES; COSTA, 2020.



A atuação do GEF tem fulcro nas melhores informações técnicas disponíveis, atuando em alvos de relevância estratégica no intuito de cessar imediatamente o dano ambiental em curso, buscar e registrar informações sobre autoria e materialidade delitivas e neutralizar toda a onerosa logística necessária à realização de lavra nessas regiões.

Desde sua criação, foram realizadas 31 operações de fiscalização de alta complexidade, com maior foco nos grandes garimpos nas terras indígenas e unidades de conservação da região Norte do país. O resultado acumulado obtido foi

a interrupção de mais de 200 frentes de extração ilegal, neutralização de centenas de escavadeiras hidráulicas, tratores, motores estacionários, veículos e até aeronaves que dão suporte logístico à atividade ilegal, além de realizar a apreensão de ouro, mercúrio e dezenas de armas de fogo e munições. As informações obtidas in loco, além de subsidiar a responsabilização administrativa, também é repassada ao Ministério Público Federal e à Polícia Federal para aprofundamento das investigações e posterior responsabilização, sobretudo dos entes financiadores, nas esferas criminal e cível.

ÁREAS URBANAS

Se, de acordo com estimativas da ONU, a população mundial passou a ser predominantemente urbana entre os anos de 2007 e 2008 – conferindo ainda maior importância ao ODS 11, que visa tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis –, no Brasil essa condição foi registrada pela primeira vez no Censo Demográfico de 1970, quando a taxa de urbanização identificada foi de 55,9%.

Nas décadas seguintes, a taxa de urbanização brasileira continuou a crescer de forma acelerada, alcançando 84,4% em 2010. Entre os fatores que explicam tal fenômeno, podem ser mencionadas, principalmente, as modificações verificadas na estrutura da economia brasileira, com o avanço da industrialização, a mecanização da agricultura e o consequente êxodo rural, a adoção de um padrão de transporte baseado no modal rodoviário e a

concentração de renda e determinados serviços no meio urbano, como saúde e educação.

Apesar da persistência de grande parte desses vetores, o processo de urbanização brasileiro tem apresentado alguns sinais de mudanças significativas nos últimos anos.

Em primeiro lugar, é preciso destacar a interiorização da distribuição espacial das atividades produtivas e da renda, com a consequente difusão da urbanização pelo território. Ainda que persista maior densidade populacional ao longo do litoral, multiplicam-se os arranjos produtivos e as aglomerações urbanas ao longo das estradas em determinadas localidades das regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil, em grande parte centrados na produção de grãos e de produtos alimentícios de origem animal.



Além disso, tem-se verificado uma queda no ritmo de crescimento das metrópoles nacionais e um aumento significativo do crescimento demográfico das cidades de médio porte, que ganham importância crescente como alternativas de desenvolvimento de atividades econômicas e de moradia. Consequência direta do processo de redistribuição espacial das atividades produtivas, esse fenômeno configura um novo padrão de migração no País, onde os migrantes com menor renda e nível educacional dão lugar àqueles com mais anos de estudo, com predomínio dos fluxos intrarregionais e interurbanos em detrimento dos fluxos inter-regionais (LIMONAD, 2018).

Por fim, tradicionalmente, a expansão da área urbana no País foi acompanhada pelo deslocamento da população mais vulnerável para as áreas mais afastadas, visto que os centros urbanos passaram a testemunhar um intenso processo de verticalização e valorização do solo. Mais recentemente, contudo, novos processos passaram a se associar a esse padrão, com a expansão da malha urbana de forma difusa e a consequente intensificação dos fluxos populacionais diários dentro das principais aglomerações urbanas brasileiras. Reflexo da demanda crescente de se viver em áreas relativamente próximas aos centros urbanos (geralmente em condomínios e loteamentos fechados) e, ao mesmo tempo, propícias a uma maior qualidade de vida, essa dispersão urbana representa novos desafios para o planejamento urbano e regional (OJIMA, 2008).

Como resultado, a expansão urbana no Brasil é marcada, atualmente, tanto por um processo de intensificação quanto de extensificação. Enquanto a intensificação da urbanização atua formando e multiplicando aglomerações urbanas compactas e de alta densidade, que tendem a constituir aglomerações de caráter metropolitano, a extensificação contribui para uma ocupação mais esparsa do território (LIMONAD, 2018).

Nesse sentido, a área urbanizada do País, com predomínio de superfícies não vegetadas, incluindo estradas, vias e construções, registrou um crescimento de 19,3%, entre 2010 e 2019, passando de 28.969 km² para 34.557 km² (MAPBIOMAS, 2021).

É importante, contudo, relativizar a questão urbana no Brasil sob determinados aspectos. A

diferenciação entre espaços urbanos e rurais no País ainda é decorrente do Decreto-Lei n.º 311/1938, onde se estabeleceu o entendimento de que todas as cidades (sedes dos municípios) e vilas (sedes dos distritos) são urbanas e que a área rural abrange o que lhes é externo, cabendo ao poder público municipal a delimitação em lei do perímetro urbano – o que pode variar conforme a necessidade (e subjetividade) local (IBGE, 2016b).

Por isso, e tendo em vista os fenômenos de peri-urbanização e interligação crescente entre os espaços urbanos e rurais, o IBGE tem desenvolvido estudos e classificações que buscam superar definições eminentemente legais e político-administrativas e reconhecer a importância dessa diferenciação para as ações de gestão territorial no Brasil.

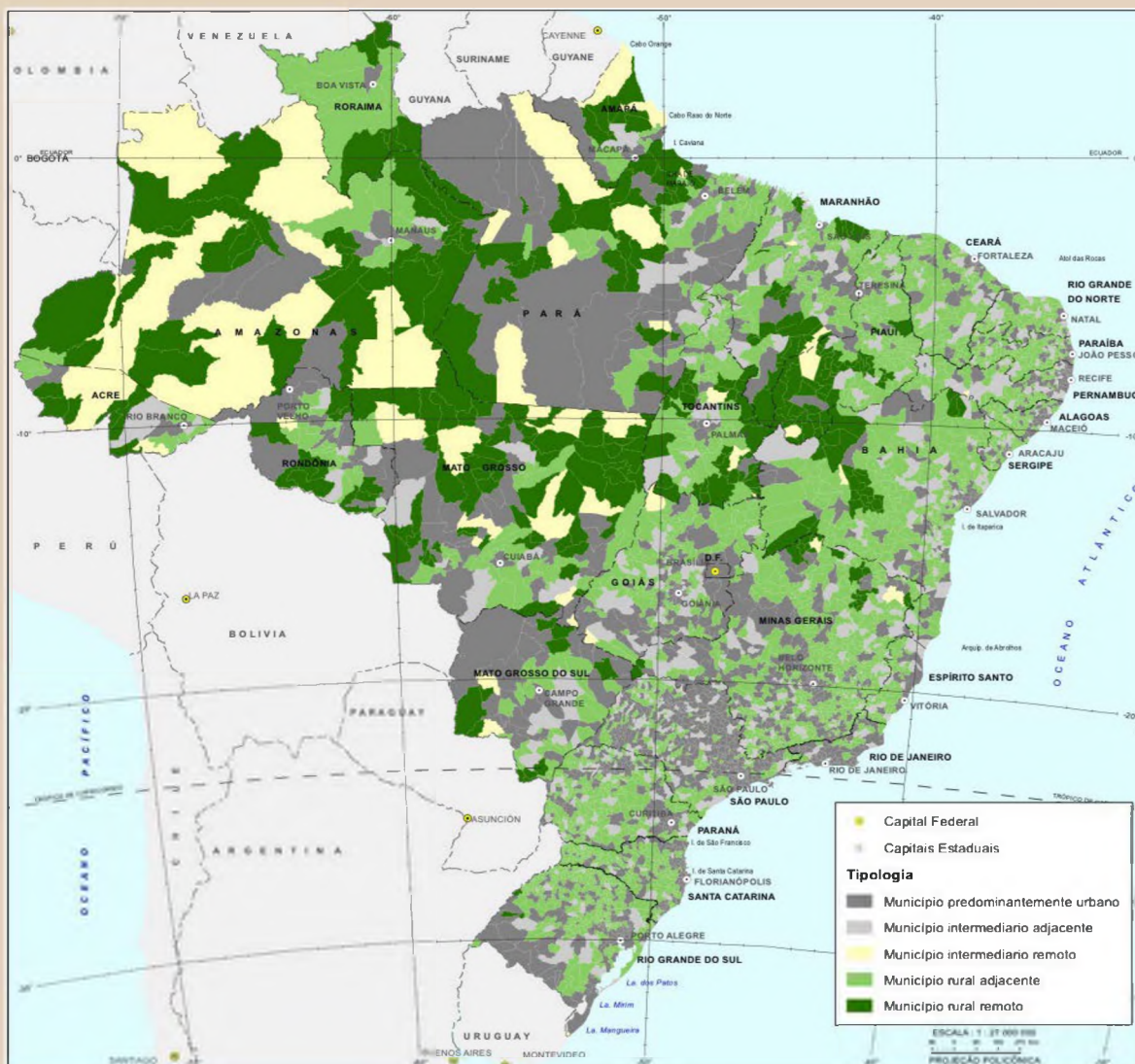
Cabe mencionar, entre os esforços empreendidos, a publicação “Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil: uma primeira aproximação”, lançada em 2017. Nela, buscou-se apresentar uma proposta de classificação, por município, dos espaços rurais e urbanos, identificados a partir de critérios centrados na densidade demográfica e na acessibilidade a centros com alto nível hierárquico em relação à rede urbana.

De acordo com a tipologia desenvolvida pelo estudo, 76% da população brasileira encontra-se em municípios considerados predominantemente urbanos, que correspondem somente a 26% do total de municípios. Em contrapartida, a maior parte dos municípios foram classificados como predominantemente rurais (60,4%). A região Norte concentra a maior proporção de municípios classificados como rurais remotos (26,9% do total), tipologia que também se faz muito presente na região do Matopiba. Já o Sudeste apresenta a maior porcentagem de municípios e de população vivendo em municípios urbanos: 87% (IBGE, 2017) (Figura 24).

Apesar das diferentes interpretações acerca da urbanização brasileira, é inegável que ela tem sido acompanhada pela expansão da precariedade social e pelo agravamento da degradação ambiental em diversos tipos de aglomerados urbanos do País.



Figura 24 – Classificação dos municípios brasileiros segundo a tipologia rural-urbana proposta pelo IBGE, em 2017.



Fonte: IBGE. Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil, 2017.

Os principais impactos, que atingem as populações menos favorecidas são a poluição atmosférica, ocasionada por atividades humanas relacionadas, por exemplo, à queima de combustíveis fósseis; a disposição inadequada dos resíduos sólidos, com a postergação recorrente do prazo para o encerramento de lixões, ainda presentes em muitos municípios brasileiros (inicialmente definido até 2014 e

atualmente prorrogado para 2024, no caso dos municípios com menos de 50 mil habitantes); a contaminação da água e do solo, com grande influência da insuficiência das redes de coleta e tratamento de esgoto; a modificação da paisagem natural, com redução das áreas verdes; o déficit habitacional, que induz a ocupação de áreas irregulares e expostas a desastres naturais; e a deficiência dos sistemas de transporte público²³.

23 Mais informações sobre o assunto podem ser obtidas no capítulo "Ambiente Urbano".



COBERTURA VEGETAL

As vastas áreas de cobertura vegetal natural ainda presentes no território nacional fazem do Brasil um dos países com maior diversidade biológica no mundo, abrigando cerca de 13% da diversidade biológica do planeta, com altas taxas de endemismo para diferentes grupos taxonômicos (LEWINSOHN, 2005).

A conservação e o uso sustentável dessas áreas são de extrema importância na provisão de serviços ecossistêmicos, que, além de fornecerem amplas possibilidades de retorno econômico direto, são fundamentais para a qualidade de vida e a própria produtividade das atividades rurais. Tendo em perspectiva a classificação realizada pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio, é possível afirmar que as áreas de cobertura vegetal atuam na prestação de diversos serviços de provisão, regulação, suporte e culturais.

O valor da produção do extrativismo vegetal alcançou cerca de R\$ 4,5 bilhões em 2019, com a região Norte, onde se concentra a maior parte da cobertura vegetal florestal do País, respondendo por 50,4% do total. Além de produtos madeireiros, como madeira em tora, lenha e carvão vegetal, cabe mencionar a grande variedade de produtos não madeireiros, com destaque para a erva mate, o açaí, a amêndoa de babaçu, a castanha-do-pará, o pequi e o pó de carnaúba (IBGE, 2019).

A manutenção da cobertura vegetal tem também uma influência direta na produção e conservação de água, na regulação do clima, no sequestro de carbono, na formação do solo, no combate à erosão e na ciclagem de nutrientes, além de favorecer o bem-estar humano mediante o contato com a natureza. Pesquisas indicam que os polinizadores, altamente dependentes da conservação da vegetação nativa, são responsáveis por grande parte da produção de alimentos, como café, caju, laranja, maracujá e melão (SBPC, 2011).

Reflexo direto das pressões exercidas pelas demais classes de uso da terra, analisadas anteriormente²⁴, é possível observar que, entre 2012 e 2018, a cobertura vegetal natural no território brasileiro (considerada a partir da combinação dos dados das classes vegetação

florestal e vegetação campestre) passou de 5,46 milhões de km² para 5,35 milhões de km² (o que equivale a 63% do território nacional), uma redução de aproximadamente 110 mil km² no período considerado (IBGE, 2020a).

Desses, 85% corresponderam à supressão da cobertura de vegetação natural nos biomas Amazônia e Cerrado, que totalizaram cerca de 85,1 mil km². Sob a perspectiva estadual, os estados do Pará, Mato Grosso, Rondônia e Tocantins apresentaram os maiores valores de supressão da cobertura vegetal natural entre 2012 e 2018, com 17.849 km², 15.511 km², 9.356 km² e 9.254 km², respectivamente, o que corresponde a mais da metade de toda a supressão de vegetação registrada por todos os estados no período considerado.

Na Figura 25 é possível observar que os municípios com maiores valores de supressão da vegetação encontram-se ao longo das fronteiras agrícolas situadas no norte dos estados do Mato Grosso e Rondônia, no sul e sudeste dos estados do Amazonas e Pará e na região do Matopiba, em especial no oeste da Bahia e no sul do Maranhão e Piauí.

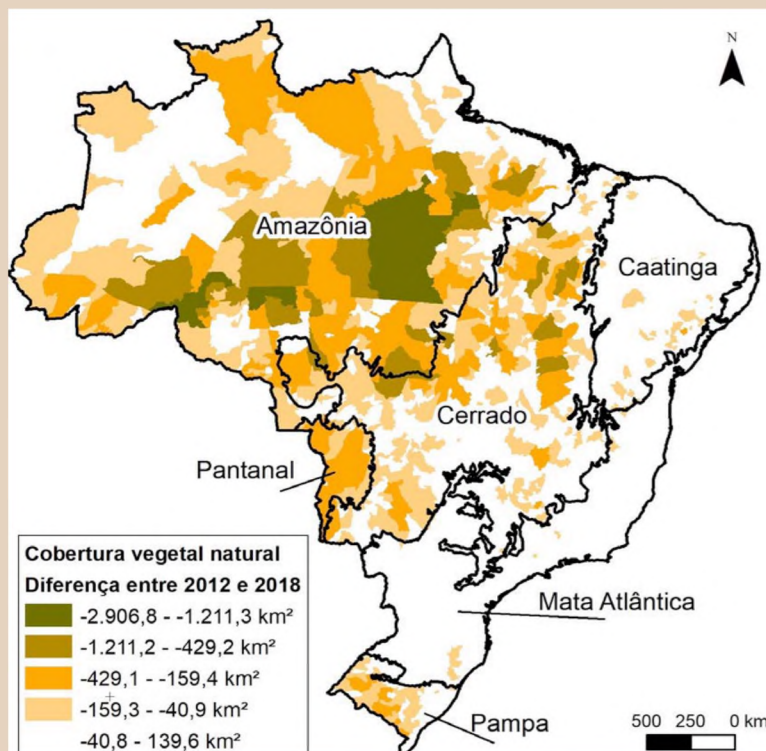
A análise da conversão das áreas de cobertura vegetal natural entre 2012 e 2018 indica que, dos quase 110 mil km² suprimidos, aproximadamente 48% foram destinados à atividade agropecuária, sendo 26.269 km² (ou 24,1% do total) para pastagens com manejo e 26.013 km² (23,8%) para áreas agrícolas. A maior parte, 52.332 km², ou 47,8%, foi convertida em áreas classificadas como mosaico de ocupações (antrópicas) em áreas de vegetação florestal e campestre, sendo 40.543 km² (ou 37,1% do total) em áreas florestais e 11.789 km² (10,7%) em áreas campestres.

Apesar da pressão cada vez maior exercida sobre algumas unidades de conservação da natureza – em 2019, por exemplo, 39% do desmatamento registrado nessas áreas protegidas, na Amazônia, concentrou-se em apenas dez unidades, com destaque para a Floresta Nacional do Jamanxim (PA), a Reserva Extrativista Chico Mendes (AC) e a Reserva Extrativista Jaci-Paraná (RO²⁵) –, a importância desses espaços para a contenção

24 A análise das diferentes pressões exercidas sobre a cobertura vegetal e a biodiversidade é complementada nos capítulos “Florestas” e “Biodiversidade”.

25 Reflexo desse quadro, foi sancionada pelo Governo de Rondônia, no dia 20 de maio de 2021, a Lei n.º 1.089/2021, que reduziu a área da RESEX Jaci-Paraná em cerca de 90%, de 193 mil para aproximadamente 22,5 mil ha.

Figura 25 – Variação da área de cobertura vegetal natural, entre 2012 e 2018, por município.



Fonte: IBGE. Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil, 2020a.

do desmatamento e para a provisão de serviços ecossistêmicos é fundamental.

A análise dos remanescentes de vegetação presentes nas unidades de conservação permite verificar que, de fato, no conjunto da área ocupada tanto pelas unidades de conservação de proteção integral quanto pelas de uso sustentável – com exceção das áreas de proteção ambiental (APA), visto suas regras mais flexíveis de uso – 96% eram constituídos por áreas com cobertura vegetal em 2018.

Finalmente, quando se observam as relações entre a apropriação fundiária e o uso da terra e da natureza no Brasil, não se pode deixar de mencionar o fato de que o País abriga também inúmeros povos e comunidades tradicionais. Além de indígenas e quilombolas, muitos outros grupos vêm reivindicando ao Estado seu reconhecimento, o que culminou no Decreto n.º 6.040/2007, que instituiu a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Posteriormente, o Decreto n.º 8.750/2016 cita outros 26 segmentos de povos e comunidades tradicionais do País, entre extrativistas (como quebradeiras de coco babaçu, catadores de

mangaba, raizeiros, cipozeiros e andirobeiros, caçaras, caatingueiros, vazanteiros, pantaneiros e retireiros.

No entanto, apenas os povos indígenas e os remanescentes das comunidades de quilombos têm reconhecida a posse das terras que tradicionalmente ocupam, cabendo ao Estado demarcá-las.

E, ainda que o objetivo principal desses territórios seja garantir a reprodução física e cultural desses povos, de acordo com seus usos, costumes e tradições, essa diversidade sociocultural atua na conservação da cobertura vegetal do País. Em 2018, as terras indígenas (TI) totalizaram 1.147.169 km², com uma cobertura vegetal superior a 93% desse total. Quanto aos territórios quilombolas, 81,8% de sua área, que totalizava 28.545 km² em 2018, era coberta por vegetação.

Isso demonstra que o reconhecimento dos direitos desses povos, previstos na própria Constituição de 1988 e, em muitos casos, seriamente ameaçados, possui uma importância crucial para a conservação dos ecossistemas e a promoção da qualidade de vida em todo o País.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

País de assimetrias, a dinâmica de ocupação e uso da terra no Brasil, nos últimos anos, não foi exceção.

Em um contexto de aumento consistente da demanda doméstica e, principalmente, internacional por alimentos, fibras, minérios e energia, o crescimento da participação das atividades primárias na economia brasileira foi acompanhado por uma expressiva evolução dos índices de produção e produtividade do setor, ao mesmo tempo em que a desigualdade no acesso a insumos produtivos, a necessidade de uma maior agregação de valor à produção e o fortalecimento das políticas de segurança alimentar permanecem como desafios a serem melhor equacionados.

O incremento observado ainda se vale, em parte, da expansão horizontal das fronteiras agrícolas – como demonstra a curva ascendente da supressão da cobertura vegetal, em especial em determinadas partes da Amazônia Legal e na região do MATOPIBA – e desencadeia impactos significativos sobre o meio ambiente e a sociedade, tais como a degradação do solo, a contaminação por agrotóxicos e mercúrio e os recentes rompimentos das barragens de rejeitos de minérios.

No entanto, é importante reconhecer e conferir maior escala aos esforços feitos no sentido de uma maior adequação ambiental e social das atividades rurais e minerais, sendo a adoção crescente de práticas agrícolas sustentáveis o

maior exemplo – e mesmo um imperativo, em decorrência dos novos padrões de consumo da sociedade e dos impactos já percebidos das mudanças climáticas sobre o uso da terra e seus recursos.

Nesse sentido, a leitura conjunta das análises realizadas neste capítulo objetiva oferecer uma visão integrada de diversas informações, comprometida com uma perspectiva multidimensional da dinâmica de apropriação do território na contemporaneidade. À ocupação e ao uso da terra, seja para produção pecuária, agrícola, florestal, mineral ou edificação de áreas urbanas, estão associadas formas diferenciadas de emprego de tecnologia, assim como relações socioeconômicas, políticas e ambientais de apropriação e de divisão fundiária, fazendo com que, a partir da análise dos padrões e fluxos de uso, obtenha-se uma visão articulada do próprio território – e da qualidade do meio ambiente – em sua totalidade.

Acima de tudo, essa abordagem estratégica das dinâmicas de ocupação e uso da terra comprova que, para além de ações setoriais voltadas ao enfrentamento dos desafios identificados, também é necessária a retomada de um planejamento estatal estratégico, que permita estabelecer, de maneira durável, as condições necessárias para que o País se torne ainda mais competitivo e contribua para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.



REFERÊNCIAS

ABIOVE. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. **Moratória da Soja: safra 2018/19**. 2020. Disponível em: https://abiove.org.br/wp-content/uploads/2020/04/Relat%C3%B3rio_Morat%C3%B3ria_Soja_2018-19_pt.pdf. Acesso em: 04 de maio de 2021.

ABRASCO. Associação Brasileira de Saúde Coletiva. **Uma política de incentivo fiscal a agrotóxicos no Brasil é injustificável e insustentável**. Rio de Janeiro: Abrasco, 2020.

AMAPÁ: peixes mais consumidos são também os mais contaminados por mercúrio. **WWF**, 04 de agosto de 2020. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?76771/Amapa-peixes-mais-consumidos-sao-tambem-os-mais-contaminados-por-mercuro>. Acesso em: 07 de julho de 2021.

AMIGOS DA TERRA. **TAC da Carne no Pará e Compromisso Público da Pecuária: 10 anos**. 2020. Disponível em: https://www.amigosdaterra.org.br/wp-content/uploads/2020/05/Estudo_10_anos_TA-C_e_CPP.pdf. Acesso em: 05 de maio de 2021.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019**: informe anual. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_anual_2019-versao_web-0212-1.pdf. Acesso em: 16 de setembro de 2021.

ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Setor de Fertilizantes: Anuário Estatístico 2018**. São Paulo: ANDA, 2019.

ANGELOTTI, F.; FERNANDES JÚNIOR, P. I.; SÁ, I. B. Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro: Medidas de Mitigação e Adaptação. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 06, p. 1097-1111. 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58274/1/Fran-2011.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

ANPII. Associação Brasileira dos Produtores e Importadores de Inoculantes. A fixação biológica do nitrogênio. **Agroanalysis**, v. 37, n. 8, p. 41-43. 2017. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/download/74573/71418>. Acesso em: 13 de maio de 2021.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos - PARA**: relatório das amostras analisadas no período de 2017-2018. Brasília: ANVISA, 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: 17 de maio de 2021.

ARAÚJO, G. P.; BOLFE, E. L. Tendências de consumo de alimentos: implicações e oportunidades para o setor agroalimentar brasileiro. **Informe Agropecuário**. v. 41, n. 311, p. 7-14, 2020. Disponível em: <http://www.informeagropecuario.com.br/produtos.php?produto=204>. Acesso em: 03 de maio de 2021.

BASTOS, F.; ABRANTES, E.; COSTA, A. **A questão da governança social e ambiental para os investidores**. 2020. Disponível em: <https://br.lexlatin.com/opiniao/questao-da-governanca-social-e-ambiental-para-os-investidores>. Acesso em: 12 de junho de 2021.

BRUMADINHO 2 anos: MPMG não abre mão das compensações devidas pela Vale. **MPMG. Ministério Público do Estado de Minas Gerais**, 25 de janeiro de 2021.



CARVALHO, K. H. A. et al. Influência de diferentes funções objetivo em modelos de regulação florestal. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 10, n. 4, p. 371-380. 2016. Disponível em: <https://revista.ufrir.br/agroambiente/article/view/3367/2191>. Acesso em: 31 de agosto de 2021.

CASTILHOS, D. et al. Bee colony losses in Brazil: a 5-year online survey. **Apidologie**, 50(3), p. 263-272. 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13592-019-00642-7>. Acesso em: maio de 2021.

CEPEA/USP e CNA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Universidade de São Paulo e Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **PIB do agronegócio**. Piracicaba: CEPEA/USP, 2021. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_CNA_relatorio_2020.pdf. Acesso em: 30 de maio de 2021.

CERQUEIRA, A., FIGUEIREDO, R. A. Percepção ambiental de apicultores: desafios do atual cenário apícola no interior de São Paulo. **Acta Brasiliensis**, v. 1, p. 17-21. 2017. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/f923/c76d3f1b7b3c955d35cffc28aba00046fcd1.pdf>. Acesso em: maio de 2021.

CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil**. Brasília: 2016. Disponível em: <https://www.cgее.org.br/documents/10195/734063/DesertificacaoWeb.pdf>. Acesso em: 26 de maio de 2021.

CPI. Climate Policy Initiative. **Onde estamos na implementação do Código Florestal?** Rio de Janeiro: 2020. Disponível em: <https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2020/12/Onde-estamos-na-implementacao-do-Codigo-Florestal-radiografia-do-CAR-e-do-PRA-nos-estados-brasileiros.pdf>. Acesso em: 24 de maio de 2021.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Avaliação do potencial de potássio no Brasil**: área Bacia do Amazonas, setor centro-oeste, estados do Amazonas e Pará. Manaus: CPRM, 2020. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/21740>. Acesso em: 08 de julho de 2021.

CUNHA, T. J. F. et al. **Solos do Submédio do Vale do São Francisco**: potencialidades e limitações para uso agrícola. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008.

DUMANSKI, J.; PEIRETTI, R. Modern concepts of soil conservation. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 1, n. 1, p. 19-23. 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília: Embrapa/Agropensa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao/o-futuro-da-agricultura-brasileira>. Acesso em: 03 de maio de 2021.

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. **Status of the world's soil resources**. Roma: FAO, 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i5199e/i5199e.pdf>. Acesso em: maio de 2021.

FERRAZ, R. P. D.; SKORUPA, L. A. Intensificação sustentável: desafios e oportunidades para a agricultura brasileira. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 43, n. 2, p. 37-42. 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1080531/1/2017042.pdf>. Acesso em: maio de 2021.

GARCÍA-RUIZ, J. M. et al. Ongoing and emerging questions in water erosion studies. **Land Degradation & Development**, v. 28, n. 1, p. 5-21. 2017.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. **Degradação dos solos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.



IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Anual de 2020**. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>. Acesso em: 14 de maio de 2021.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Produtos agrotóxicos e afins comercializados em 2009 no Brasil**: uma abordagem ambiental. Brasília: Ibama, 2010. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/phocadownload/qualidadeambiental/relatorios/produtos_agrototoxicos_comercializados_brasil_2009.pdf. Acesso em: 03 de maio de 2021.

_____. **Boletins anuais de produção, importação, exportação e vendas de agrotóxicos no Brasil**. Brasília: Ibama, 2020a. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

_____. **Manual de Avaliação de Risco Ambiental de Agrotóxicos para Abelhas**. 2. ed. Brasília: Ibama, 2020b. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/phocadownload/agrotoxicos/2020-12-10-Manual_ARA_Abelhas_2ed-Ibama.pdf. Acesso em: 03 de maio de 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: abril de 2021.

_____. **Brasil**: uma visão geográfica e ambiental no início do século XXI. Rio de Janeiro: IBGE, 2016a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/analises-do-territorio/15786-brasil-uma-visao-geografica-e-ambiental-no-inicio-do-seculo-xxi.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: abril de 2021.

_____. **Arranjos populacionais e concentrações urbanas no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016b. Disponível em: www.ibge.gov.br/apps/arranjos_populacionais/2015. Acesso em: abril de 2021.

_____. **Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil**: uma primeira aproximação. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100643.pdf>. Acesso em: 20 de abril de 2021.

_____. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais: MUNIC 2018**. Rio de Janeiro: IBGE 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/10586-pesquisa-de-informacoes-basicas-municipais.html?edicao=25506&t=sobre>. Acesso em: 20 de abril de 2021.

_____. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. IBGE: Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs_2019_v34_notas_tecnicas.pdf. Acesso em: 19 de maio de 2019.

_____. **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: 02 de abril de 2021.

_____. **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.

_____. **Regiões de Influência das Cidades**: 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2020c. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101728.pdf>. Acesso em: 19 de abril de 2021.

IBRAM. Instituto Brasileiro de Mineração. **Mineração em números**: 2020. IBRAM, 2021.



IDESF. Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social de Fronteiras. **O contrabando de defensivos agrícolas no Brasil**. Foz do Iguaçu, 2019. Disponível em: <https://www.idesf.org.br/wp-content/uploads/2019/06/webversion2.pdf>. Acesso em: 06 de maio de 2021.

IMAFLOTA. Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola. **10 anos da moratória da soja na Amazônia**: história, impactos e a expansão para o Cerrado. Piracicaba: IMAFLORA, 2017.

INSTITUTO ESCOLHAS. **Áreas protegidas ou áreas ameaçadas?** A incessante busca pelo ouro em Terras Indígenas e Unidades de Conservação na Amazônia. São Paulo: Instituto Escolhas, 2021. Disponível em: <https://www.escolhas.org/wp-content/uploads/%C3%81reas-protetidas-ou-%C3%A1reas-amea%C3%A7adas-a-incessante-busca-pelo-ouro-em-Terras-Ind%C3%ADgenas-e-Unidades-de-Conserva%C3%A7%C3%A3o-na-Amaz%C3%B4nia-Sum%C3%A1rio-Executivo.pdf>. Acesso em: junho de 2021.

INSTITUTO IGARAPÉ. **O ouro ilegal que mina florestas e vidas na Amazônia**: uma visão geral da mineração irregular e seus impactos nas populações indígenas. Instituto Igarapé, 2021. Disponível em: https://igarape.org.br/wp-content/uploads/2021/05/AE-53_O-ouro-ilegal.pdf. Acesso em: junho de 2021.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2014**: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf. Acesso em: 13 de maio de 2021.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **A trajetória histórica da segurança alimentar e nutricional na agenda política nacional**: projetos, descontinuidades e consolidação. Ipea: Brasília, 2014. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3019/1/TD_1953.pdf. Acesso em: 11 de maio de 2021.

_____. **Radar**: tecnologia, produção e comércio exterior. n. 65. Brasília: Ipea, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/10588?mode=full>. Acesso em: junho de 2021.

IRP. Painel Internacional de Recursos. **Global Resources Outlook 2019**: recursos naturais para o futuro que desejamos. Nairóbi: IRP, 2019. Disponível em: <https://www.resourcepanel.org/pt/relat%C3%B3rios/perspectiva-de-recursos-globais>. Acesso em: junho de 2021.

LAL, R. Soil degradation by erosion. **Land Degradation & Development**, v. 12, n. 6, p. 519-539. 2001.

_____. Soil erosion by wind and water: problems and prospects. In: LAL, R. (org). **Soil erosion research methods**. 2. ed. Routledge, 2017. p. 1-10.

LANDERS, J. N. et al. Effects of Zero Tillage (No-Till) Conservation Agriculture on soil physical and biological properties and their contributions to sustainability. Viena: **Geophysical Research Abstracts**, v. 15. 2013. Disponível em: <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2013/EGU2013-11756-4.pdf>. Acesso em: maio de 2021.

LEWINSOHN, T. M. **Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira** – volumes I e II. Brasília: MMA, 2005.

LAPIG/UFG. Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento da Universidade Federal de Goiás. **Dinâmica das pastagens brasileiras**: ocupação de áreas e indícios de degradação – 2010 a 2018. Goiânia: LAPIG/UFG, 2020.



LIMONAD, E. Novidades na urbanização brasileira? In: ELIAS, D.; PEQUENO, R. (org.). **Tendências da urbanização brasileira: novas dinâmicas de estruturação urbano-regional**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2018.

LUMBRERAS, J. F. et al. Aptidão agrícola das terras do Matopiba. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1025303/aptidao-agricola-das-terras-do-Matopiba>. Acesso em: 05 de maio de 2021.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Nacional de Desenvolvimento de Florestas Plantadas**. Brasília: MAPA, 2018.

_____. **Projeções do agronegócio: Brasil 2019/20 a 2029/30**. Brasília: MAPA/ACE, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio_2019_20-a-2029_30.pdf/view. Acesso em: 05 de maio de 2021.

_____. **Adoção e mitigação de Gases de Efeitos Estufa pelas tecnologias do Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas (Plano ABC)**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-em-numeros/arquivos/ResumodaadoemitigaodegasesdeefeitosestufapelastecnologiasdoPlanoABCPerodo2010a2018nov.pdf>. Acesso em: 21 de maio de 2021.

MARTHA, G.B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. **Agricultural Systems**, v. 110, p. 173-177. 2012.

MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília: MCTI, 2020a. Disponível em: https://sirene.mctic.gov.br/portal/export/sites/sirene/backend/galeria/arquivos/2020/12/2020_12_22_4CN_v5_PORT_publicada.pdf. Acesso em: 13 de maio de 2021.

_____. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. 5. ed. Brasília: MCTI, 2020b. Disponível em: https://sirene.mctic.gov.br/portal/export/sites/sirene/backend/galeria/arquivos/2020/06/Livro_Digital_5Ed_Estimativas_Anuais.pdf. Acesso em: 27 de maio de 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Diretrizes brasileiras para o diagnóstico e Tratamento de intoxicação por agrotóxicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2020. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_brasileiras_diagnostico_tratamento_intoxicacao.pdf. Acesso em: 10 de maio de 2021.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **O zoneamento ecológico-econômico na Amazônia Legal: trilhando o caminho do futuro**. Brasília: MMA, 2016.

_____. **Balanco de execução do PPCDAm e do PPCerrado 2016-2020**. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/servicosambientais/controlde-desmatamento-e-incendios-florestais/pdf/BalanoPPCDAmPPCerrado_2019_aprovado.pdf. Acesso em: 25 de abril de 2021.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Boletim do Setor Mineral 2020 (outubro)**. Brasília: MME, 2020.

MPMG cobra multa por demora na entrega de casas a atingidos de Mariana. **Agência Brasil**, 03 de março de 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/justica/noticia/2021-03/mpmg-cobra-multa-por-demora-na-entrega-de-casas-atingidos-de-mariana>. Acesso em: junho de 2021.

MPMG e demais instituições estaduais e federais pedem imediata condenação da Vale ao ressarcimento do Estado e ao pagamento de danos morais e sociais ocasionados em Brumadinho. **MPMG. Ministério Público do Estado de Minas Gerais**, 26 de agosto de 2020.



OJIMA, R. Novos contornos do crescimento urbano brasileiro? O conceito de urban sprawl e os desafios para o planejamento regional e ambiental. **GEOgrafia**, v. 1, n. 19, p. 46-59. 2008. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/13552>. Acesso em: maio de 2021.

PESQUISA na Europa mostra oposição a acordo com Mercosul, por desmatamento. **UOL**, 11 de fevereiro de 2021. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/estadao-conteudo/2021/02/11/pesquisa-na-europa-mostra-oposicao-a-acordo-com-mercosul-por-desmatamento.htm>. Acesso em: 06 de julho de 2021.

POLIDORO, J. C. et al. **Programa Nacional de Solos do Brasil (PronaSolos)**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2016. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/156792/1/Doc-183-Programa-Nacional-de-Solos-do-Brasil.pdf>. Acesso em: maio de 2021.

RAMALHO-FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1995. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/150386/1/sistema-de-avaliacao-agr-terras-3a-edicao1995.pdf>. Acesso em: maio de 2021.

REDE iLPF. **Nota técnica: iLPF em números**. 2021. Disponível em: <https://www.redeilpf.org.br/index.php/rede-ilpf/ilpf-em-numeros>. Acesso em: 13 de maio de 2021.

REDE PENSSAN. Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional. **Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da Covid-19 no Brasil**. 2020. Disponível em: http://olheparaafome.com.br/VIGISAN_Inseguranca_alimentar.pdf. Acesso em: 10 de maio de 2021.

SANCIONADA lei que muda regras sobre barragens e prevê multas de até R\$ 1 bi. **Agência Câmara de Notícias**, 01 de outubro de 2020. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/697154-sanccionada-lei-que-muda-regras-sobre-barragens-e-preve-multas-de-ate-r-1-bi>. Acesso em: 14 de junho de 2021.

SANTOS, D. O.; MELLO FILHO, M. S.B. Agro e finança: convergências no capitalismo brasileiro. **Le Monde Diplomatique**, 02 jun. 2021. Disponível em: <https://diplomatique.org.br/agro-e-financa-convergencias-no-capitalismo-brasileiro-dominacao-financeira>. Acesso em: 02 de junho de 2021.

SBPC. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. **O Código Florestal e a ciência: contribuições para o diálogo**. São Paulo: SBPC, 2011.

SILVA, I. P. et al. Pesticide exposure of honeybees (*Apis mellifera*) pollinating melon crops. **Apidologie**, 46, p. 703–715. 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13592-015-0360-3>. Acesso em: maio de 2021.

SILVA, T. L. A. A apropriação capitalista da silvicultura no Brasil e sua lógica de produção do espaço. **Terra Livre**, v. 1, n. 50, p. 159-199. 2018. Disponível em: <http://agb.org.br/publicacoes/index.php/terra-livre/article/download/1447/1387>. Acesso em: 21 de maio de 2021.

SOARES, W. L. **Agrotóxicos no Brasil: reflexões a partir dos Censos Agropecuários**. Campinas: ECOECO, 2019.

STRASSBURG, B. B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, p 1-3. 2017. Disponível em: https://www.iis-rio.org/wp-content/uploads/2019/10/Moment_of_truth_for_the_Cerrado_Hotspot_1.pdf. Acesso em: 4 de maio de 2021.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Efeito poupa-terra e ganhos de produção no setor agropecuário brasileiro**. Texto para discussão. Brasília: Ipea, 2018.



Bases de dados consultadas:

Banco de Dados de Recursos Minerais e Territórios (CETEM/MCTI) - <http://verbetes.cetem.gov.br/verbetes/Inicio.aspx>

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) - <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/centraldedownloads#>

Estatísticas da Mineração no Brasil (ANM) - <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/mineracao-em-numeros>

Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro (AGROSTAT/MAPA) - <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>

Food and Agriculture Data (FAOSTAT) - <http://www.fao.org/faostat/en/#home>

Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil (FIOCRUZ) - <http://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/>

Painel de Informações e Estatísticas da Inspeção do Trabalho no Brasil (RADAR SIT) - <https://sit.trabalho.gov.br/radar/>

Primary Commodity Price System (FMI) - <https://data.imf.org/?sk=471DDDF8-D8A7-499A-81BA-5B332C01F8B9>

Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MAPBIOMAS) - <https://mapbiomas.org/>

Serviço Florestal Brasileiro (SFB) - <https://www.florestal.gov.br/numeros-do-car>

Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA/IBGE) - <https://sidra.ibge.gov.br/home/pnadcm>

Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB/ANA) - <https://www.snisb.gov.br/>

Sistema de Consulta e Extração de Dados do Comércio Exterior Brasileiro (COMEXSTAT/MDIC) - <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>

