

## Capítulo 57

# Análise Integrada da Dinâmica da Produção Agropecuária e da Paisagem Natural no Brasil nas Últimas Décadas

Elena Charlotte Landau

André Hirsch

Gilma Alves da Silva

Larissa Moura

Gabriele Moreira Valadares

Jéssica Letícia Abreu Martins

O aumento da população humana e modificações de comportamento dos consumidores têm resultado na demanda crescente por alimentos e bens de consumo, com conseqüente pressão para aumento da produção na agropecuária e mudanças do uso da terra nos diversos ecossistemas naturais brasileiros. Nas últimas décadas, a agricultura nacional tem passado por mudanças consideráveis, observadas tanto em relação à dinâmica de ocupação do espaço agrícola por diferentes culturas, quanto a tecnologias recentes e à migração rural-urbana da população, com conseqüências de ordem econômica, social, ambiental, logística, tecnológica e cultural. Incentivos para a intensificação da produção, como o plantio de mais de uma safra anual numa mesma área, o aumento da produtividade, a diminuição de custos, o estímulo ao uso de tecnologias mais sustentáveis, e a adoção de determinadas políticas socioeconômicas têm impulsionado a ocorrência de mudanças consideráveis no espaço rural brasileiro. Assim, algumas regiões que eram relativamente importantes em termos de área plantada, produção, produtividade ou outras características, deixaram de sê-lo; outras mantiveram sua importância relativa, e ainda há as que passaram a ser importantes a partir de certo período.

A análise da variação geográfica, de tendências de mudanças e das possíveis implicações destas contribuem para o conhecimento e conseqüente direcionamento de esforços para estimular ações visando o aumento da produção sustentável, a agregação de valor nas cadeias produtivas agrícolas, a convergência tecnológica e de conhecimentos na agricultura, o desenvolvimento socioeconômico e a diminuição de desigualdades. Em diversas cadeias produtivas, o Brasil exporta produtos sem

processamento e importa produtos processados, deixando de aproveitar potenciais ganhos sociais e econômicos adicionais. O potencial de aumentar a produção agrícola com forte preservação ambiental também pode alcançar importantes avanços em termos de sustentabilidade. Da forma semelhante, o desenvolvimento e a aplicação de processos, métodos, sistemas e produtos com foco no incremento da segurança alimentar e também na saúde possibilitam a redução de impactos ambientais e contribuem para a mitigação das desigualdades sociais e econômicas (adaptado de Embrapa, 2018). Nesse contexto, a análise geográfica da dinâmica de ocupação territorial no País representa um subsídio para a definição de futuras tomadas de decisões estratégicas de planejamento adequado, pesquisas e proposta de programas específicos. Assim, esta publicação, com informações agrupadas em quatro volumes, representa uma contribuição para uma visão multidisciplinar mais ecossistêmica e abrangente sobre o espaço rural brasileiro, visando facilitar a compreensão integrada da dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no País nas últimas décadas. Esta obra também servirá de base para a formação de profissionais e estudantes de diversas áreas do conhecimento, e poderá auxiliar na identificação de áreas com ambientes favoráveis para a ocorrência de doenças ou pragas presentes em diversas culturas, além de subsidiar o planejamento adequado de estratégias territoriais inteligentes, políticas públicas e futuras tomadas de decisão em prol da sustentabilidade e melhoria da qualidade de vida no Brasil.

### **Variação da destinação territorial para a produção agropecuária e cobertura natural**

Nas últimas décadas foi observado o aumento considerável de áreas do território brasileiro destinadas para a produção agropecuária. De acordo com o IBGE, entre 1990 e 2016, as áreas plantadas com culturas temporárias<sup>1</sup> aumentaram de 7.171.708 ha para 7.912.862 ha (10,33%); as áreas destinadas para a colheita de culturas permanentes aumentaram de 45.980.738 ha para 71.912.862 ha, e a área plantada com silviculturas chegou a 9.868.590 ha em 2016<sup>2</sup> (7.457.676 ha com eucalipto, 2.003.855 ha com pinus e 407.059 ha com outras silviculturas) (Figura 57.1). Somando as áreas plantadas ou destinadas para a colheita de culturas agrícolas temporárias e permanentes entre 1990 e 2016 observou-se um aumento de quase 50% (49,28%), sendo que em 1990 essas áreas representavam 53.152.446 ha (6,24%) do território nacional; e em 2016, somavam 79.345.828 ha (9,32%) das áreas do País. Com a expansão das áreas destinadas para agricultura e o concomitante aumento das produtividades da maioria das culturas

---

<sup>1</sup> Definições de culturas temporárias, permanentes, etc. foram apresentadas no **Capítulo 8** (vol.2).

<sup>2</sup> O IBGE disponibiliza dados sobre as áreas plantadas com silviculturas desde 2013.

plantadas, a produção agrícola teve um aumento significativo nas últimas décadas. No entanto, a área ocupada com pastagens diminuiu nas últimas décadas (-10,02%), tendo passado de 175.978.336 ha em 1995/1996 para 158.349.913 ha em 2017 (respectivamente, de 20,67% para 18,59% do território nacional) (Figura 57.2).

O tamanho dos rebanhos e dos efetivos das principais espécies de animais de criação também aumentaram consideravelmente nas últimas décadas (em termos de valor da produção brasileira). O tamanho do rebanho de bovinos aumentou próximo de 50% entre 1990 e 2016 (48,33%), tendo passado de 147.102.314 unidades animais em 1990 (19.072.907 vacas ordenhadas, 128.029.407 outros bovinos) a 218.190.768 unidades animais (UA) ou número de cabeças em 2016 (19.559.095 vacas ordenhadas, 198.631.673 outros bovinos) (Figura 57.3), representando um aumento da densidade média nacional de bovinos de aproximadamente 17 cabeças por quilômetro quadrado para 26 cabeças por quilômetro quadrado; ou seja, quase que dobrou em menos de 30 anos.

O efetivo de galináceos mais do que dobrou no período entre 1990 e 2016 (aumento de 143,71%), tendo passado de 546.235.505 UA em 1990 (174.508.355 galinhas e 371.727.150 outros galináceos) para 1.347.626.192 UA em 2016 (220.080.706 galinhas e 1.127.545.486 outros galináceos) (Figura 57.4), representando um aumento da densidade média nacional de galináceos entre aproximadamente 64 cabeças por quilômetro quadrado e 158 cabeças por quilômetro quadrado.

O total de suínos aumentou de 33.623.186 UA em 1990 para 40.053.184 UA em 2016 (19,12%) (Figura 57.3), representando um aumento da densidade média nacional entre aproximadamente 4 cabeças por quilômetro quadrado e 5 cabeças por quilômetro quadrado.

Várias espécies de animais de criação que representaram valores nacionais de produção relativamente menores que os já citados diminuíram em termos de efetivos de animais. Entre 1990 e 2016, os efetivos de ovinos variaram entre 20.014.505 UA e 18.403.184 UA (-8,05%), o de caprinos decresceu entre 11.894.587 UA e 9.817.007 UA (-17,47%), o total de equinos variou entre 6.121.515 UA e 5.576.136 UA (-8,91%) e o de bubalinos caiu de 1.397.097 UA a 1.371.089 UA (-1,86%) (Figuras 57.3). No entanto, o número de codornas aumentou consideravelmente de 2.464.016 UA para 13.697.630 UA (455,91%) (Figura 57.4).

A produção de mel de abelha mais do que dobrou no período, tendo aumentado de 16.181.289 kg em 1990 para 36.677.393 kg em 2016 (145,21%), enquanto que a de

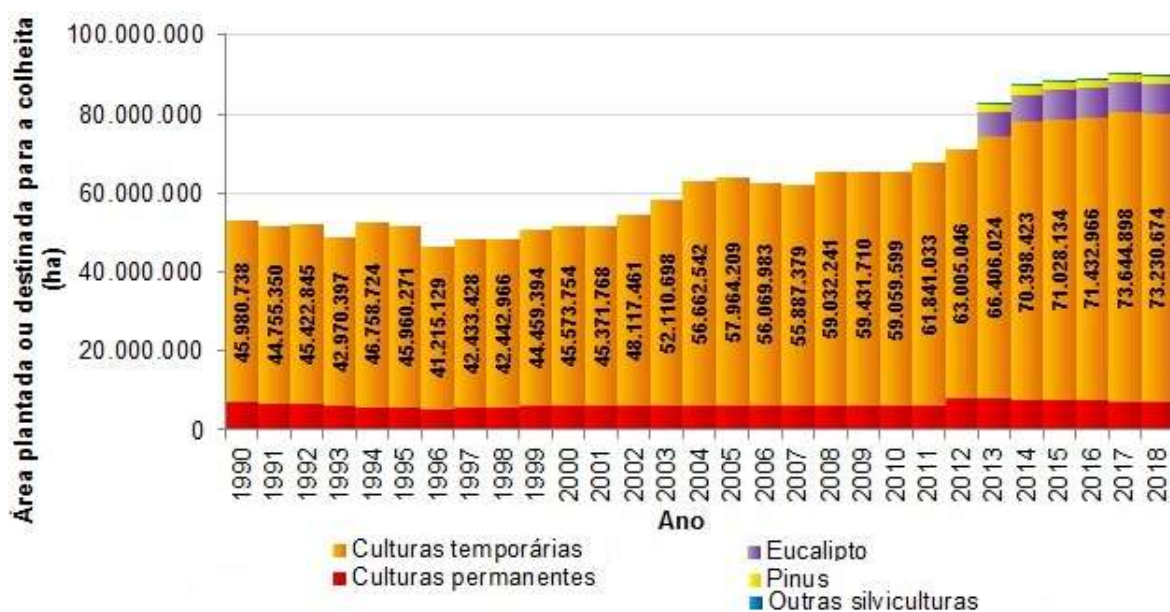
casulos do bicho-da-seda diminuiu de 16.270.820 kg para 2.855.320 kg no mesmo período (-82,45%) (Figura 57.5).

Considerando conjuntamente as áreas plantadas e as destinadas para a colheita de culturas agrícolas, entre 1990 e 1999 os Estados com as maiores extensões cultivadas foram os da Região Sul, com destaque para o Paraná e o Rio Grande do Sul (7.698.380 ha e 7.180.710 ha, respectivamente); de 2000 a 2009, as áreas plantadas aumentaram praticamente em todos os Estados brasileiros, mantendo o Paraná e o Rio Grande do Sul as maiores áreas plantadas (9.208.370 ha e 7.623.100 ha, respectivamente) (Figura 57.7). Já entre 2010 e 2016, verificou-se o aumento proporcionalmente maior das áreas cultivadas na Região Centro-Oeste, período em que as maiores áreas médias plantadas no período corresponderam aos Estados do Mato Grosso e Paraná (12.254.470 ha e 10.317.170 ha, respectivamente). Em nível municipal, entre 1990 e 1999 foi observada uma concentração de municípios com as maiores áreas médias anuais plantadas com culturas agrícolas situadas no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, no oeste do Paraná e Santa Catarina, e no centro-norte de São Paulo, todos com mais do que 50% da área plantada (Figura 57.8). A partir do ano 2000 observou-se a expansão de plantios para municípios situados na região central do Estado do Mato Grosso e sudoeste do Mato Grosso do Sul.

As Unidades da Federação e municípios que representaram as áreas de maior concentração de silviculturas, pastagens e criação dos efetivos de bovinos, galináceos, suínos e colmeias de abelhas foram apresentadas nos **Capítulos 43 a 50**. Aproximadamente 65% da produção nacional de borracha (*Hevea brasiliensis*, Euphorbiaceae) tem sido proveniente do Estado de São Paulo nos últimos anos. Mais de 1/3 dos plantios de **eucalipto** (diversos géneros de Myrtaceae) têm se concentrado nos Estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Bahia. Os plantios de **pinus** (*Pinus* spp.) para a obtenção de carvão tem se concentrado no Mato Grosso do Sul, e, para outras finalidades, nos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Pastagens** plantadas e naturais ocupam aproximadamente 70% das áreas antropizadas do Brasil, representando a base de sustentação da atividade pecuária. Entre as gramíneas forrageiras tropicais, aproximadamente 75% da produção de sementes são de *Brachiaria* spp., e 24% correspondem à espécie *Panicum maximum*, A criação de **bovinos** (*Bos taurus*, Bovidae) é uma das atividades de maior relevância econômica para o Brasil, principalmente, para a produção de carne e leite. Nos últimos anos, os maiores efetivos de bovinos têm se concentrado principalmente no Mato Grosso, onde predomina a pecuária de corte. As maiores frequências e densidades de vacas ordenhadas foram registradas nos Estados de Minas Gerais e Santa Catarina.

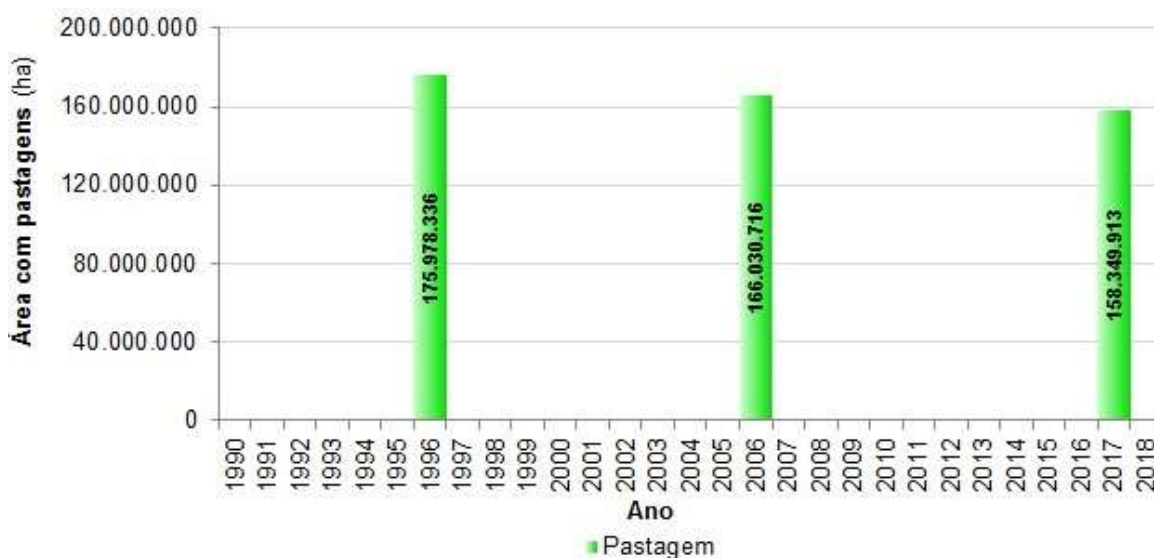
Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná têm sido os maiores produtores estaduais de leite. A criação de **galinhas** (*Gallus gallus domesticus*, Phasianidae) viabiliza a produção de carne e ovos. Nas últimas décadas, a avicultura de corte tem predominado nos três Estados da Região Sul, e a de postura, no Estado de São Paulo. A criação de **suínos** (*Sus scrofa domesticus*, Suidae) é essencialmente para a produção de carne. A maior concentração foi verificada nos Estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul. A **apicultura**, criação de abelhas da espécie *Apis mellifera* (Apidae), permite a produção de diversos apoderivados: **mel**, **cera**, **pólen apícola**, **própolis**, **geleia real** e a **apitoxina**. Os Estados com as maiores densidades médias de colmeias nos últimos anos foram Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná, Piauí e Ceará, que também têm se destacando em termos de produção de mel.

Em termos de cobertura vegetal e uso da terra no Brasil, de acordo com o Projeto MapBiomas (2019) os números atuais mostram que em 2017 as áreas de Floresta ocupavam 529.383.997 ha (62,17% do território brasileiro), Agropecuária cobria 245.613.919 ha (28,84%), Formação Natural Não Florestal ocupava 54.151.353 ha (6,36%), Corpos d'Água cobria 17.589.974 ha (2,07%) e Área Não Vegetada ocupava 4.791.689 ha (0,56%). Em termos proporcionais, o território brasileiro era ocupado em 30,01% (255.531.839 ha ou 2.555.318,39 km<sup>2</sup>) da área por Classes Antrópicas (Floresta Plantada, Pastagem, Agricultura, Mosaico de Agricultura ou Pastagem, Infraestrutura Urbana, Mineração, Outras Áreas Não Vegetadas, e Aquicultura) e, de forma complementar, em 69,99% (595.999.703 ha ou 5.959.997,03 km<sup>2</sup>) por Classes Naturais (Floresta Natural, Área Úmida Natural Não Florestal, Formação Campestre, Apicum, Outra Formação Natural Não Florestal, Praia e Duna, Afloramento Rochoso, e Rios, Lagos e Oceano) totalizando 851.531.543 ha (8.515.315,43 km<sup>2</sup>). O bioma que aparece isoladamente como o mais afetado pela ação humana é claramente o da Mata Atlântica, no qual as Classes Antrópicas já ocupavam 64,50% em 1985, e este padrão se mantém muito estável ao longo das últimas três décadas, chegando a 66,81% em 2015 e a 66,76% em 2017. Cerrado, Caatinga e Pampa têm mostrado um crescimento gradativo e constante da ocupação por Classes Antrópicas, passando de 30% em 1985 para 40% em 2017. Pantanal e Amazônia apresentam uma proporção de Classes Antrópicas bem menor, mas com um crescimento relativamente rápido, passando de 5% em 1985 para 13% em 2017 (Figura 57.6). Os resultados do Projeto MapBiomas (2019) não permitem avaliar o estágio de conservação das florestas ou de regeneração das áreas naturais, nem sobre a qualidade da água dos cursos e corpos d'água, dados essenciais para poder estimar o grau de conservação ambiental em cada bioma ou área do País.



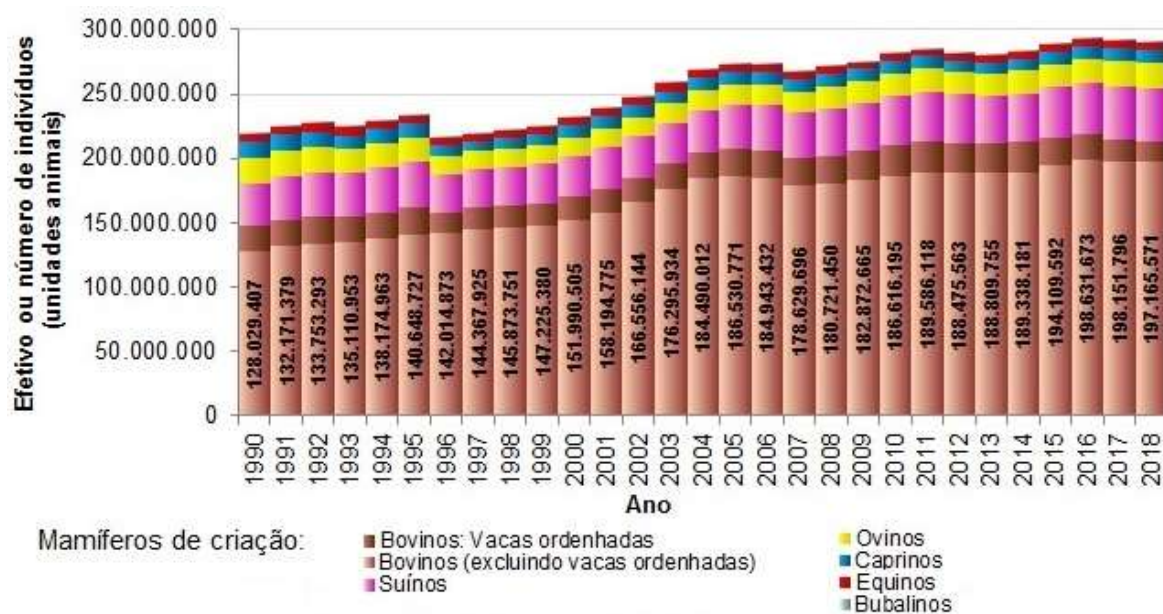
**Figura 57.1.** Variação anual das áreas plantadas com culturas temporárias, das destinadas para a colheita de culturas permanentes e silviculturas entre 1990 e 2018 no Brasil. Estatísticas sobre silviculturas com início em 2013.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fonte dos dados: IBGE (2019a).



**Figura 57.2.** Área ocupada por pastagens no Brasil em 1995/6, 2006 e 2017 no Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fonte dos dados: IBGE (2018a, 2018b, 2018c).



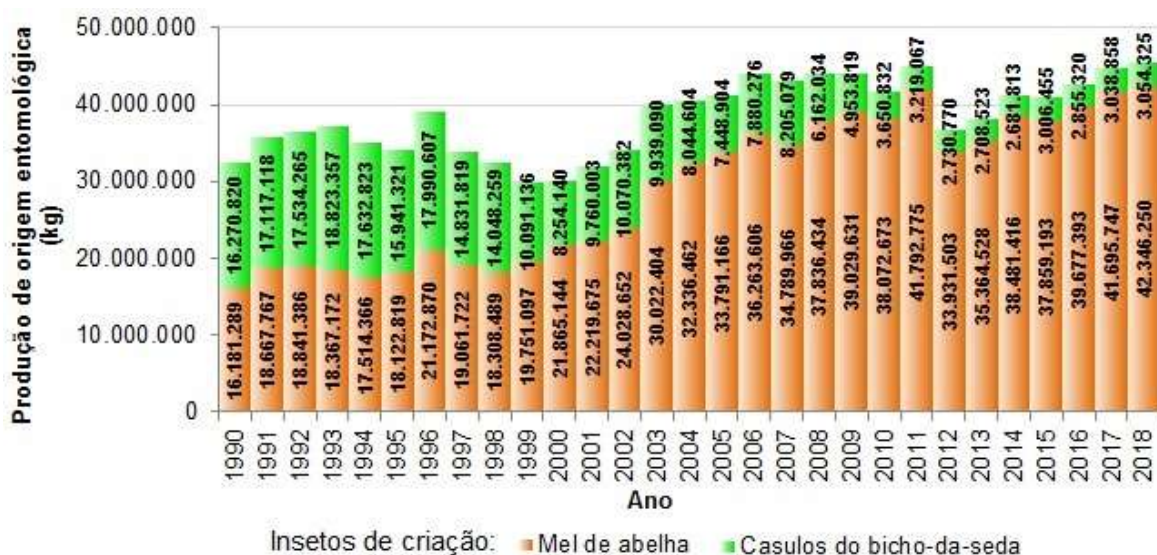
**Figura 57.3.** Variação anual dos efetivos de bovinos, suínos, ovinos, caprinos, equinos e bubalinos no Brasil entre 1990 e 2018.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fonte dos dados: IBGE (2019a).



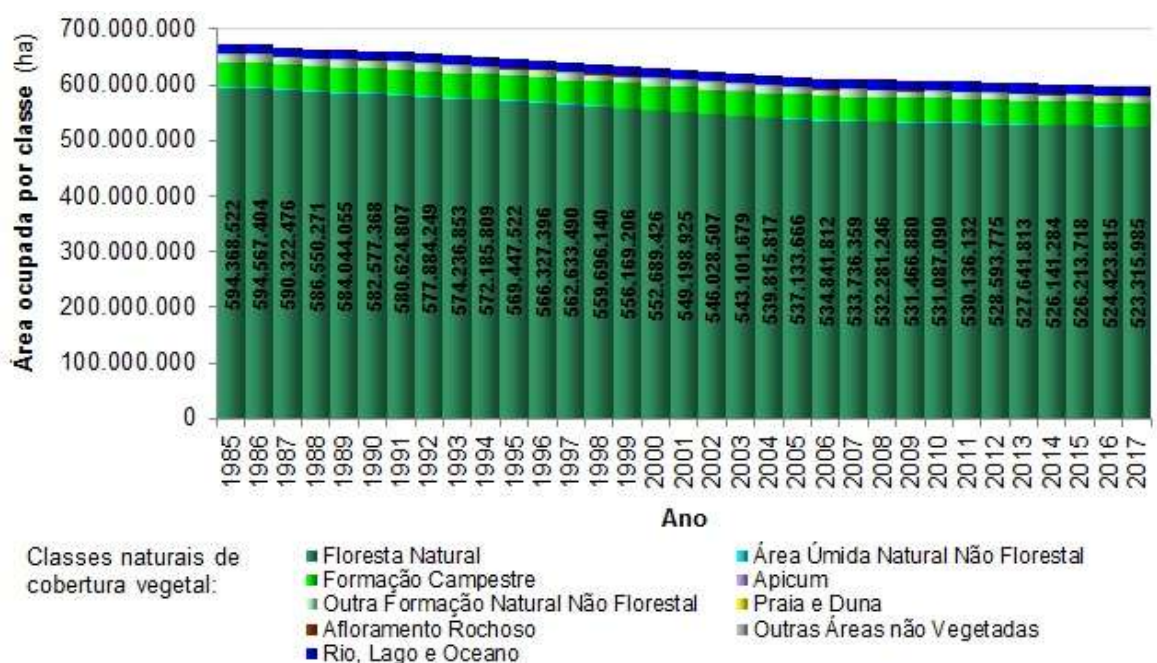
**Figura 57.4.** Variação anual dos efetivos de galináceos e codornas no Brasil entre 1990 e 2018.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fonte dos dados: IBGE (2019a).



**Figura 57.5.** Variação anual da produção de mel e de casulos do bicho-da-seda no Brasil entre 1990 e 2018 no Brasil.

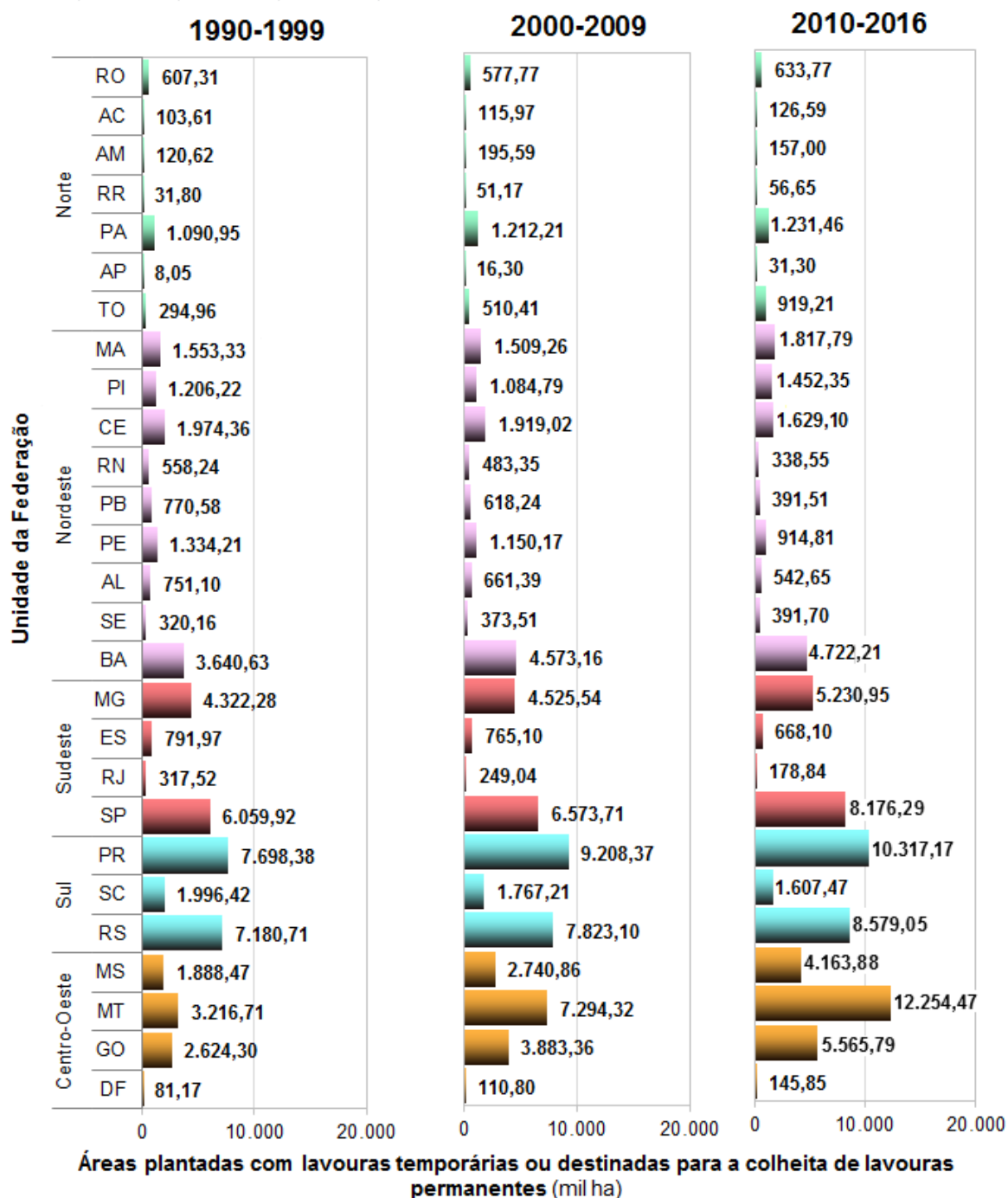
Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fonte dos dados: IBGE (2019a).



**Figura 57.6.** Variação anual da área ocupada por classes naturais de cobertura vegetal e uso da terra no Brasil entre 1990 e 2017.

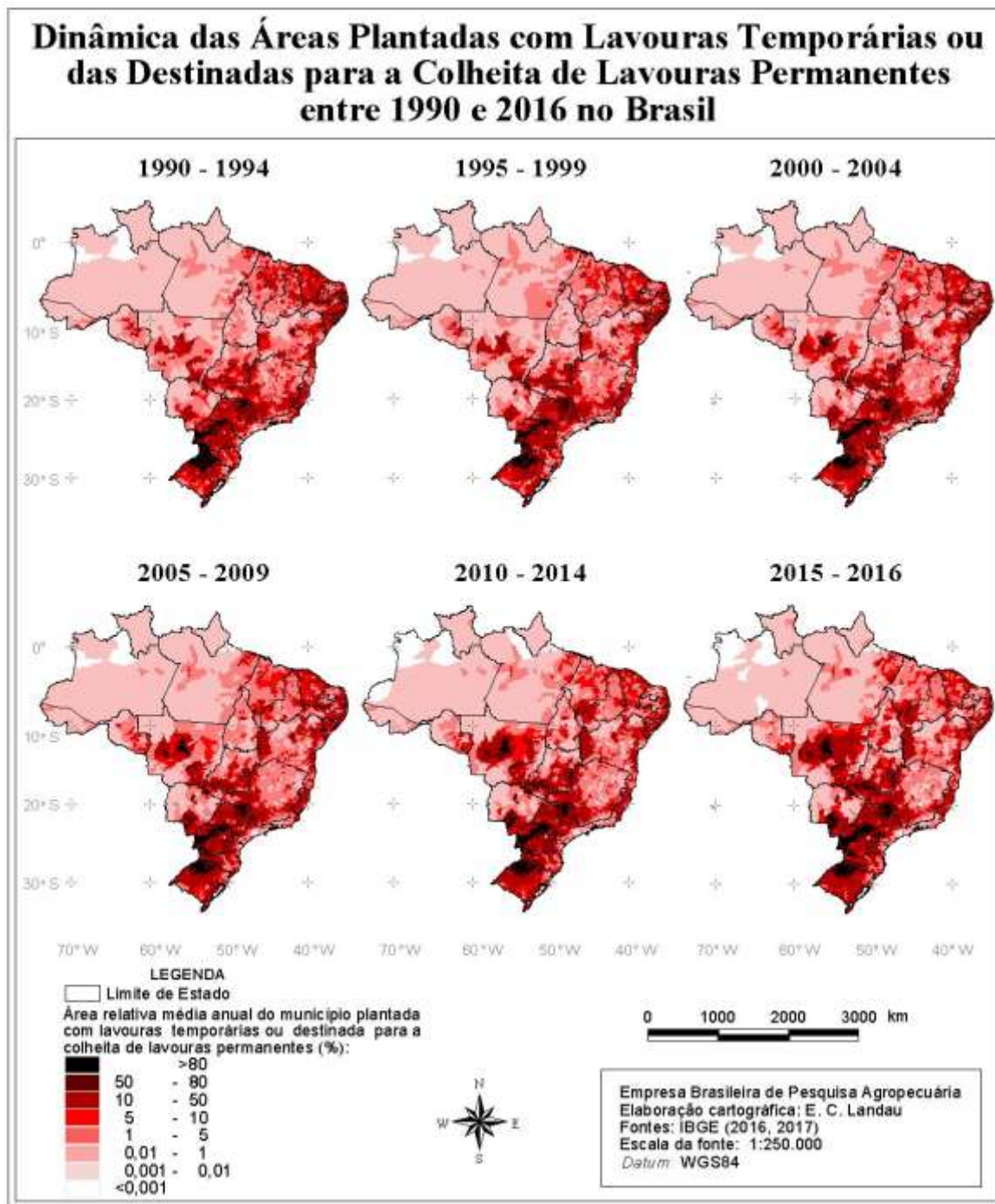
Elaboração: André Hirsch e Elena C. Landau. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).





**Figura 57.7.** Somatório das áreas médias anuais plantadas com culturas temporárias e áreas médias anuais destinadas para a colheita de culturas permanentes por Unidade da Federação do Brasil entre 1990 e 2016.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fonte dos dados: IBGE (2017).



**Figura 57.8.** Somatório das áreas médias anuais plantadas com culturas temporárias e áreas médias anuais destinadas para a colheita de culturas permanentes por município do Brasil entre 1990 e 2016.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: IBGE (2016, 2017).

### **Características e dinâmica de ocupação do espaço agrícola: Síntese**

A seguir é apresentada uma síntese dos principais aspectos abordados nos capítulos do livro, abrangendo a dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil a partir de 1990.

A análise da **dinâmica de ocupação do espaço agrícola** compreende o estudo do movimento geográfico de características das áreas rurais ao longo do tempo. Diversas metodologias têm sido adotadas em estudos de dinâmica de ocupação do espaço agrícola, como as citadas no **Capítulo 1**. A definição da(s) metodologia(s) a ser(em) considerada(s) em cada caso dependerá do objetivo de cada estudo e das variáveis de interesse disponíveis ou possíveis de serem obtidas. Nesta publicação, as variáveis consideradas e as metodologias adotadas para a análise da dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural nas últimas décadas são apresentadas no **Capítulo 8** (Volume 2) ou nos Capítulos específicos.

Atualmente, o Brasil é uma potência mundial na produção de alimentos, por ser o terceiro maior produtor de grãos, possuir o segundo maior rebanho bovino (incluindo bubalinos) e ter o maior rebanho comercial, decorrente da superação dos percalços defrontados na formação histórica do País. A história do Brasil é permeada por uma série de ciclos econômicos que, em cada lugar e a seu tempo, tiveram um papel fundamental para a definição das suas fronteiras e para a vocação deste como um dos maiores celeiros do mundo. Nesse sentido, o **Capítulo 2** (Volume 1) apresenta uma **breve história da agropecuária brasileira**, descortinando os ciclos econômicos dos principais produtos que contribuíram para a identidade do País ao longo dos séculos, desde o extrativismo vegetal do período pré-colonial até a formação de um agronegócio pujante que “nada contra a maré” da atual crise econômica global. Mudanças climáticas e a degradação ambiental representam uma série de desafios e incertezas para a presente geração e, principalmente, para as futuras gerações. No entanto, a breve história contada no Capítulo 2 indica que a pesquisa agropecuária e o empreendedorismo dos produtores brasileiros têm “dado conta do recado”, impulsionando a evolução histórica do setor.

O **Brasil** apresenta uma área de 8.515.758,7 km<sup>2</sup>, e uma população residente estimada de aproximadamente 210 milhões de habitantes em 2019. Seu **território** é dividido em 27 Unidades da Federação (ou Unidades Federativas), representadas por 26 Estados e um Distrito Federal, reunidos em cinco grandes Regiões Geográficas: Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste. Os Estados são subdivididos em municípios, que representam a menor unidade político administrativa do País. Os municípios são agrupados em Microrregiões, que, por sua vez, são agrupadas em Mesorregiões. Em

termos biogeográficos, o País apresenta seis grandes **Biomass**: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa, com características macroclimáticas, ambientais, fitofisionomias e espécies da flora e fauna características de cada um. Em termos demográficos, é notória a maior parcela da população residente em áreas urbanas, e as maiores densidades demográficas preponderantemente em municípios próximos ao litoral. No referente às **características socioeconômicas** da população, observam-se carências representativas, principalmente em grande parte dos municípios das Regiões Nordeste e Norte, relativas a condições de desenvolvimento humano da população (IDH), em termos de rendimento médio nominal, renda média *per capita* (PIBpc), educação e acesso a serviços adequados de saneamento básico, o que demanda ações abrangentes para a efetiva melhoria da qualidade de vida nesses lugares. Informações mais detalhadas sobre esses temas podem ser consultadas no **Capítulo 3** (Volume 1).

A **agricultura familiar** representa uma forma de produção agropecuária realizada em estabelecimentos rurais pequenos, sob gerenciamento e com mão de obra representada principalmente por membros da família, em que pelo menos a metade da renda provém de atividades realizadas no estabelecimento. Em 2017, o segmento teve participação significativa na produção de alimentos para consumo interno, respondendo por 48% do valor da produção de café e banana, nas culturas temporárias; 80% do valor de produção da mandioca, 69% do de abacaxi e 42% da produção do feijão, entre outros. Representou 76,82% dos estabelecimentos rurais, ocupando 23,03% da área total de estabelecimentos agropecuários do País, gerando 23% do Valor Bruto da Produção agropecuária nacional (VBP) e ocupando 10,1 milhões (67%) de trabalhadores rurais do Brasil. Quase a metade (47,18%) dos estabelecimentos familiares foi registrada na Região Nordeste, em municípios com Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) relativamente baixo, onde predominam estabelecimentos familiares com tamanho médio inferior a um módulo fiscal, provavelmente comprometendo a sustentabilidade da maioria desses agricultores. Além disso, mais de 1/3 (34,76%) dos estabelecimentos classificados como familiares em 2017 foi registrado nas Regiões Sudeste e Sul, em municípios com IDH relativamente mais alto. A agricultura familiar brasileira está associada à policultura, sendo extremamente diversificada (dos pontos de vista econômico, comercial, tecnológico, cultural, ambiental, etc.), demandando o desenvolvimento de tecnologias adequadas para diferentes realidades locais. Pela sua importância no fornecimento de alimentos e matérias-primas no mercado interno, além do pessoal ocupado na produção, a agricultura familiar representa um fator fundamental em políticas públicas de segurança alimentar. E, diante da tendência mundial pela busca de

alimentos mais saudáveis, também é uma valiosa opção nacional para a produção de alimentos seguindo práticas que preservem o meio ambiente e a biodiversidade, visando o desenvolvimento sustentável. Informações adicionais sobre a agricultura familiar no Brasil foram apresentadas no **Capítulo 4** (Volume 1).

O bom desenvolvimento das culturas agrícolas depende em grande parte de **condições edáficas** (do **solo**) e climáticas favoráveis, como temperatura, precipitação e fotoperíodo, aliadas a outras características ambientais e às técnicas de manejo adotadas. Os **solos** resultam da interação entre características originais de composição da rocha-mãe e da ação posterior de fatores abióticos (clima) e bióticos (organismos, ação antrópica) ao longo do tempo, sendo condicionado por variações de relevo e de dinâmica da água na paisagem. Mais de 60% do território nacional é ocupado por latossolos (31,9%) e argissolos (29,3%), apresentando condições para uso agrícola. Em diversos locais, a baixa fertilidade demanda o manejo correto para potencializar o desenvolvimento dos plantios agrícolas. Em áreas mais íngremes, é prioritária a adoção de técnicas de conservação do solo e da água para evitar erosão. Dadas as variações locais e temporais de propriedades químicas e físicas dos solos e da demanda de cada cultura, recomenda-se a realização periódica de análises de solos nas áreas a serem cultivadas, bem como a orientação técnica por um profissional habilitado que dê indicações sobre o manejo adequado para a obtenção de maior rentabilidade com menores custos econômicos, sociais e ambientais. Informações mais detalhadas sobre a variação dos solos do Brasil e suas potencialidades agrícolas são apresentadas no **Capítulo 5** (Volume 1).

O agronegócio brasileiro contribui para cerca de  $\frac{1}{4}$  do Produto Interno Bruto do País e apresenta tendência constante de expansão nas últimas décadas. Além da oferta de alimentos para o abastecimento interno a preços baixos, o setor agropecuário contribui para o superávit da balança comercial brasileira. Os ganhos em produtividade estão relacionados ao uso de sistemas de produção mais eficientes incluindo os ganhos advindos do uso de sementes geneticamente melhoradas, nutrição de plantas, mecanização das lavouras e os avanços na área de climatologia agrícola e geotecnologias. **Variações climáticas** tendem a acelerar ou limitar o desenvolvimento das culturas agrícolas (temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, velocidade do vento, radiação solar, evapotranspiração). A disponibilidade hídrica proporcionada pelo regime pluviométrico contribui para que cerca de 95% da produção agrícola do Brasil seja obtida com a prática da agricultura de sequeiro; isto é, sem a necessidade de irrigação. Em importantes regiões agrícolas do Brasil as condições climáticas permitem ainda o cultivo de uma segunda safra anual, denominada de

safrinha. Os avanços tecnológicos contribuem para os ganhos em produtividade e qualidade dos alimentos produzidos, no entanto, são acompanhados de aumentos nos custos de produção. Dessa forma, grande ênfase deve ser dada à minimização dos riscos de perdas e os conhecimentos das condições climatológicas se tornam relevantes. Os impactos climáticos afetam diretamente a produtividade agrícola através de estiagens, alagamentos, vendavais e granizo, e indiretamente, pela proliferação e disseminação de pragas e doenças. O conhecimento das relações solo-água-plantas-atmosfera e das condições ideais para o desenvolvimento das culturas agrícolas depende da disponibilidade de bases de informações climatológicas. Nesse sentido, o Brasil dispõe atualmente de importante rede de estações meteorológicas automáticas, rede de estações pluviométricas e fluviométricas e radares meteorológicos terrestres, além das bases de dados de origem orbital. A sistematização das informações climatológicas em consonância com os requerimentos das culturas agrícolas permitiu a implementação do Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos (Zarc), importante ferramenta para nortear as épocas ideais de cultivo em todo o território nacional, assim como também as áreas do crédito rural, seguro agrícola ou o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro). Informações mais abrangentes sobre a variabilidade de características climáticas e de fontes de obtenção de dados para subsídio do conhecimento de características climáticas que favoreçam a produção agrícola são apresentadas no **Capítulo 6** (Volume 1).

**Zoneamentos** são instrumentos de planejamento que visam orientar ou regular o uso e a ocupação do território, subsidiando a indicação de práticas permitidas ou vedadas em cada local e/ou época do ano, definidas a partir da integração de um conjunto de dados e regras relevantes. No Brasil, diversos tipos de zoneamento têm sido utilizados para orientar a produção agrícola ou mesmo políticas públicas para a gestão do uso da terra. Os mais conhecidos são o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc), o Zoneamento de Aptidão Agrícola (ZAA) e o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE). O Zarc objetiva a identificação e indicação de épocas potencialmente aptas para o plantio de culturas agrícolas nas diferentes áreas do País. Baseia-se principalmente na identificação de épocas com características climáticas e do solo que potencialmente ofereçam menores riscos de perda de safra, variando conforme a cultura agrícola e ciclo das cultivares consideradas (precoce, normal ou tardia). O ZAA visa indicar o grau de aptidão de um local para a produção agrícola. O ZEE estabelece medidas e padrões de proteção ambiental visando assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos, do solo e a diversidade biológica, em busca do desenvolvimento sustentável e a melhoria

das condições de vida da população. Informações mais detalhadas ao respeito são apresentadas no **Capítulo 7** (Volume 1).

Em determinadas áreas geográficas há relação espacial, temporal ou de dependência entre a produção de culturas agrícolas e a criação de animais, o que gera grande diversidade de sistemas de produção (rotação de culturas, consórcio) e manejo. Isso acaba por influenciar características do meio, como variações geográficas e/ou temporais de características econômicas (como custos locais e preços pagos aos produtores em função da relação oferta-demanda de produtos) ou estruturais (variação de estímulos para a criação de animais integrantes de determinadas cadeias produtivas, ocorrência de paisagens propícias ou limitantes à dispersão ou sobrevivência de espécies benéficas ou prejudiciais, adoção de técnicas de controle natural ou artificial de pragas e doenças de culturas agrícolas, etc.). Assim, apesar da complexidade de cada agroecossistema, a disponibilização de dados nacionais até o nível municipal e por cultura agrícola ou por espécie de animal de criação possibilita a análise individual dessas espécies de interesse agropecuário, permitindo fazer inferências e planejamento de estratégias nacionais nessa escala.

Para a **análise da dinâmica da produção agrícola** nas últimas décadas no Brasil foram selecionadas as culturas agrícolas, silvícolas e animais de criação com dados municipais disponíveis para os anos entre 1990 e 2016 (ou período a partir de 1990) que, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE, atingiram valor da produção nacional maior do que R\$ 500 milhões em 2016. Foram analisados comparativamente dados nas escalas geográficas nacional, regional, estadual, microrregional e municipal sobre área plantada ou destinada para a colheita, produção, áreas de maior concentração da produção, rendimento médio, valor da produção, valor da produção *per capita* e valor do produto (valores deflacionados pelo Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna: IGP-DI/FGV). No caso das espécies de animais de criação foram analisados dados sobre os efetivos (número de unidades animais), densidade populacional (taxa de lotação), produção de derivados e produtividade média de subprodutos. Maior detalhamento sobre as **metodologias** adotadas para a organização, análises estatísticas e apresentação padronizada dos resultados das análises referentes às culturas agrícolas e silvícolas consideradas no livro são apresentados no **Capítulo 8** (Volume 2). Metodologias e fontes consideradas para outras análises sobre a produção agropecuária e sobre características do território nacional foram apresentadas nos próprios capítulos. Síntese dos principais padrões observados por cultura agrícola é apresentada a seguir.

O **abacaxi** (*Ananas comosus*, Bromeliaceae) é utilizado principalmente para consumo humano *in natura* ou na forma industrializada. Os resíduos decorrentes da industrialização podem ser destinados para a alimentação animal ou outros usos. Em 2016 o Brasil foi o segundo maior produtor mundial da fruta. O plantio ocorre predominantemente entre o final da estação seca e durante a estação chuvosa. Entre 1990 e 2016, foi observado aumento da área destinada para a colheita, do rendimento médio e, conseqüentemente, da produção nacional. Os Estados que têm se destacado na produção da fruta são Pará, Paraíba e Minas Gerais. Nos últimos anos, acima de 25% da produção brasileira de abacaxi tem se concentrado numa área de 51.927,1 km<sup>2</sup>, representada pelas microrregiões de Conceição do Araguaia (PA), Uberlândia (MG) e Litoral Norte (PB). O valor médio da fruta tem variado basicamente entre R\$ 1,00 e 1,50, apresentando tendência de redução das diferenças de preços entre Regiões geográficas. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 9** (Volume 2).

O **algodão herbáceo** (*Gossypium hirsutum*, Malvaceae) representa mais de 98% do algodão comercial produzido no Brasil, sendo destinado principalmente para a utilização de fibras na indústria têxtil (algodão em pluma) ou outros usos, como extração de óleos comestíveis e biocombustíveis (principalmente caroço de algodão). As áreas de concentração da produção da cultura variaram consideravelmente nas últimas décadas. Na década de 1990, a maior concentração da produção ocorria nos Estados do Paraná e de São Paulo, mas a partir da década de 2000 foi verificada maior concentração nos Estados do Mato Grosso e no Extremo Oeste da Bahia. Em decorrência de combinação de fatores climáticos, econômicos e ocorrência da praga do bicudo-do-algodoeiro, entre 1990 e 2016 foi observada tendência de aumento da área plantada nas Regiões Centro-Oeste e Nordeste, porém redução nas Regiões Sul e Sudeste. Quanto ao rendimento médio foi observada tendência média de aumento no País, principalmente nos Estados onde a produção tem se concentrado nos últimos anos. O valor pago pelo algodão tem aumentado nas principais regiões produtoras, porém apresentado tendência de diminuição nas Regiões Sul e Sudeste, onde as áreas plantadas também têm sido progressivamente reduzidas. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 10** (Volume 2).

O **alho** (*Allium sativum*, Amaryllidaceae) é utilizado para a alimentação humana, tanto como tempero quanto para uso medicinal. A parte comercial que se aproveita do alho são os bulbos, que são formados por pequenos bulbilhos (conhecidos popularmente como dentes). A área plantada com alho no Brasil apresentou tendência média de queda entre 1990 e 2016. As principais Regiões onde se planta alho no Brasil são a Sul, a Sudeste e a Centro-Oeste, em especial os Estados de Goiás, Rio Grande do Sul, Minas



Gerais e Santa Catarina. O rendimento médio aumentou no período, mas a produção oscilou consideravelmente no Brasil. O valor do quilo do alho nos principais Estados produtores chegou a R\$ 8,51 em Minas Gerais, R\$ 7,41 no Rio Grande do Sul, R\$ 7,22 no Paraná e R\$ 6,57 em Goiás. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 11** (Volume 2).

O **amendoim** (*Arachis hypogaea*, Fabaceae) é a quarta oleaginosa mais cultivada no mundo. No Brasil tem grande importância agrícola, sendo destinada principalmente para a produção de grãos, óleo, farelo ou biodiesel. É rica em proteínas e vitaminas, sendo assim consumida *in natura* ou processada. No Brasil são plantadas duas safras anuais: a 1<sup>a</sup>, chamada “safra das águas”, e a 2<sup>a</sup>, denominada “safra da seca”. A obtenção de produtividades mais elevadas depende principalmente da ocorrência de temperaturas adequadas, e da disponibilidade de nutrientes e de umidade suficientes, principalmente a partir do início do florescimento, época mais crítica. Excesso de umidade, no entanto, favorece a susceptibilidade das plantas à ação de fungos, bactérias e outros agentes patogênicos. O maior desafio no sistema de produção do amendoim é controlar a aflatoxina, que é uma micotoxina produzida por fungos do gênero *Aspergillus*, tóxica quando ingerida. Mais de 90% da produção brasileira de amendoim concentra-se no Estado de São Paulo, nas microrregiões de Jaboticabal (SP), Tupã (SP) e Marília (SP). Entre 1990 e 2016 foram observadas tendências médias de aumento da área plantada, rendimento médio e produção nacionais. Fatores como a possibilidade de semeadura direta em áreas de renovação de canavial colhido sem queima prévia (na Região de Ribeirão Preto) e de reforma de pastagens (no Oeste do Estado) têm favorecido a expansão da cultura no Estado de São Paulo, onde o valor médio da produção *per capita* em 2010-2016 foi de R\$ 7,59 por habitante, indicando a importância econômica relativa média que a cultura teve para a população do Estado nos últimos anos analisados. Neste, o valor médio anual pago aos produtores em 2010-2016 foi de R\$ 1,53, um dos menores valores médios estaduais, o que provavelmente reflete a maior oferta em relação à demanda local. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 12** (Volume 2).

O **arroz** (*Oryza* spp, Poaceae) representa um alimento básico para grande parte da população humana, sendo cultivado predominantemente na Ásia. O Brasil é o maior produtor de arroz fora da Ásia, ocupando a nona colocação no panorama mundial. Entre 1990 e 2016, a cultura foi plantada em todos os Estados brasileiros, porém os que concentram a maior parte da produção são os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, onde predomina o cultivo irrigado por inundação. Embora a área plantada tenha diminuído nas últimas décadas, principalmente em regiões em que prevalecem cultivos

de sequeiro, ocorreu um aumento do rendimento médio, sendo verificada pequena tendência geral de aumento da produção, assim como do valor da produção. O valor pago aos produtores tem apresentado leve tendência de queda nas últimas décadas, principalmente nos Estados que concentram a maior parte da produção da cultura. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 13** (Volume 2).

A **banana** (*Musa spp.*, Musaceae) é uma das frutas mais consumidas em todo o mundo, principalmente *in natura*, para a alimentação. É uma cultura que traz retorno rápido ao produtor, além de ser possível sua produção e comercialização durante o ano inteiro. A bananeira se desenvolve bem em climas tropicais, com calor constante, chuvas bem distribuídas e elevada umidade relativa. Em 2016, o Brasil foi o quarto maior produtor da fruta, com mais de 17 milhões de toneladas produzidas. A maior parte da produção nacional provém de municípios das Regiões Sudeste e Nordeste, tendo como importantes polos produtores o Vale do Ribeira-SP, norte de Minas Gerais, norte de Santa Catarina e Juazeiro-BA/Petrolina-PE, garantindo o fornecimento do produto durante todo o ano. O Estado da Bahia é o que tem destinado maior área para a colheita de banana. As áreas nacionais destinadas à colheita da banana têm diminuído ao longo dos anos, mas o rendimento médio e a produção têm aumentado consideravelmente nas últimas décadas. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 14** (Volume 2).

A **batata-doce** (*Ipomoea batatas*, Convolvulaceae) é utilizada principalmente na alimentação humana. É considerada uma cultura rústica por causa da facilidade de plantio, resistência ao ataque de pragas e adaptação a solos pobres. A baixa lucratividade e o pouco investimento em tecnologias fazem com que a produção aumente lentamente. Apesar da tendência de diminuição da área plantada no País, o aumento dos rendimentos médios tem possibilitado o incremento a partir de 1996 e leve tendência de aumento do valor do produto após 2003. Os Estados de onde provêm a maior parte da produção são Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Sergipe. As microrregiões com a maior concentração da produção de batata-doce nas últimas décadas são Agreste de Itabaiana (SE), Porto Alegre (RS) e Santa Cruz do Sul (RS). Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 15** (Volume 2).

A **batata-inglesa** (*Solanum tuberosum*, Solanaceae) é uma das principais hortaliças cultivada no Brasil. Sua produção ocorre principalmente em regiões com temperaturas médias entre 18°C e 22°C. No Brasil são plantadas três safras anuais: a 1ª safra (safra das águas), de dezembro a março; a 2ª (safra da seca), de abril a agosto; e a 3ª (safra de inverno), entre setembro e novembro, sendo esta última irrigada. Há plantios destinados ao consumo ou produção de sementes. Entre 1990 e 2016 foi observada

tendência média de queda da área plantada com batata-inglesa no País, porém aumento do rendimento médio e da produção nacional. Entre 2003 e 2016, a 1ª safra tem apresentado maiores áreas plantadas e produção, ao contrário da 3ª safra. Já em termos de rendimento médio, a 3ª safra tem se destacado em relação às anteriores. Os Estados de Minas Gerais, Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul, Bahia, Goiás e Santa Catarina têm se destacado como os maiores produtores de batata-inglesa nas últimas décadas. Entre as microrregiões de maior concentração da produção da cultura nas últimas décadas têm se destacado a de Pouso Alegre (MG), São Mateus do Sul (PR), no caso das duas primeiras safras, e a de São João da Boa Vista (SP) e Araxá (MG) no caso da 3ª safra. Os valores médios pagos aos produtores pela saca de 60 kg de batata-inglesa apresentaram tendência de declínio entre 1994 e 2016 (valores deflacionados pelo IGP-DI), variando entre R\$ 1,00 e R\$ 1,30 nos principais Estados produtores da cultura em 2010-16. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 16** (Volume 2).

O **cacau** (*Theobroma cacao*, Malvaceae) é utilizado na alimentação humana, representando a matéria-prima principal para a produção de chocolate (a partir de suas sementes: amêndoas). Requer o plantio preferencialmente em áreas sombreadas, pelo que tem sido frequentemente plantado em sistema agroflorestal, possibilitando maior sustentabilidade ambiental regional. Entre 1990 e 2016, o cultivo tem se concentrado principalmente no sul do Estado da Bahia, norte do Espírito Santo, em vários municípios dos Estados do Pará e Rondônia. O rendimento médio tem aumentado na Região Norte, porém, diminuído no Nordeste. Na década de 1990, foi observada diminuição progressiva da produção, principalmente relacionada com a incidência devastadora da doença “vassoura-de-bruxa” no sul da Bahia, situação mais controlada nas décadas seguintes, em que foi verificada tendência de aumento interanual até 2015. Os valores médios da saca de 60 kg pagos aos produtores (valores deflacionados pelo IGP-DI de março/2018) apresentaram variações consideráveis entre 1994 e 2016, sendo observada tendência média de queda no Estado da Bahia e de aumento nos Estados da Região Norte. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 17** (Volume 2).

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de **café**. São cultivadas principalmente duas espécies: **café arábica** (*Coffea arabica*, Rubiaceae), que produz café de maior requinte e qualidade, e **café canephora**, também denominado **conilon ou café robusta** (*Coffea canephora* sin. *Coffea robusta*, Rubiaceae), utilizado para a fabricação de cafés solúveis, que apresenta menor acidez e maior teor de cafeína, e na fabricação de *blends*, com o café arábica. Embora existam várias espécies do gênero *Coffea*, *C. arabica* e *C. canephora* representam, respectivamente, quase 70% e 30% da produção mundial. No Brasil, as áreas destinadas para a colheita de café nas últimas

décadas têm representado em torno de 77% de café arábica e 23% de café canephora. O cultivo de café arábica predomina em Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo, e o de café canephora concentra-se principalmente no norte do Espírito Santo e em Rondônia. Os maiores rendimentos médios têm sido observados nos Estados com as maiores áreas plantadas. Nos últimos anos, a maior parte da produção de café arábica concentrou-se principalmente em microrregiões do Estado de Minas Gerais (Varginha, São Sebastião do Paraíso e Manhuaçu), e a de café canephora, do Estado do Espírito Santo (principalmente nas microrregiões de Nova Venécia, Linhares e Colatina). Os valores de venda do café têm variado consideravelmente nos últimos anos, sendo que o valor da saca de 60 kg de café arábica tem sido em torno de 25-30% maior que o de café canephora, o qual tem apresentado tendência de aumento nos últimos anos. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 18** (Volume 2).

A **cana-de-açúcar** (*Saccharum* spp., Poaceae) é uma cultura semiperene, com possibilidade de vários cortes ao longo dos anos de cultivo. O Brasil é o maior produtor mundial da cultura, gerando principalmente açúcar e etanol. Temperaturas elevadas, boa disponibilidade de água e de radiação solar favorecem o desenvolvimento das plantas. Entre 1990 e 2016, foi observada tendência média de aumento da área destinada para a colheita, do rendimento médio e da produção nacionais. Quase 60% da produção de cana-de-açúcar provêm do Estado de São Paulo, embora ocorram plantios em quase todo o País, porém em baixa densidade. Quanto ao valor pago aos agricultores na maioria das regiões produtoras, tem sido observada certa estabilidade ou pequena queda nas últimas décadas. Entre os principais Estados produtores de cana-de-açúcar, os maiores valores médios nos últimos anos têm sido observados em Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Maranhão e Bahia. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 19** (Volume 2).

A **cebola** (*Allium cepa*, Amaryllidaceae) é uma das hortaliças mais cultivadas no mundo. A cultura foi inicialmente produzida na Região Sul do País, e ao longo dos anos foi ganhando espaço nas demais Regiões brasileiras, fato que se deu pelo estudo e desenvolvimento de novas cultivares capazes de se adaptar a outros climas. Mesmo com a diminuição da área plantada de 1990 a 2016, o Brasil é destaque como um dos maiores produtores de cebola, sendo que Santa Catarina, Bahia, Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná e Minas Gerais são os Estados com maiores áreas de produção. O rendimento médio tem aumentado nas últimas décadas, em decorrência de investimentos em técnicas de manejo, desenvolvimento de cultivares híbridas mais tolerantes ao déficit hídrico e com resistência ao ataque de doenças e pragas. Os valores do produto têm diminuído nas últimas décadas. Nas Regiões Sul e Sudeste, os valores têm sido

menores. Valores mais elevados têm sido pagos em municípios da Região Nordeste. Características climáticas locais permitem que o produtor se programe para produzir cebola nos períodos de menor oferta do produto no mercado, obtendo preços mais elevados. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 20** (Volume 2).

O **coco-da-baía** (*Cocos nucifera*, Palmae), também denominado coco-da-Bahia ou apenas coco, é originário da Ásia sendo utilizado para alimentação humana (água de coco, polpa), em diversos tipos de indústrias e para fins artesanais, havendo variedades destinadas para os diferentes usos. As principais variedades são o coqueiro gigante, utilizado para a produção de coco seco, e o coqueiro anão, para a produção de coco verde. Em 2016, o Brasil foi o quarto maior produtor mundial, com uma produção de quase 2,65 milhões de toneladas. O plantio das mudas deve acontecer durante o período chuvoso, podendo ocorrer cultivos consorciados com outras culturas agrícolas ou animais de criação. Há plantações de coco em quase todos os Estados tropicais brasileiros, verificando-se maior concentração na faixa litorânea desses Estados, principalmente nos Estados da Bahia, Sergipe e Ceará. Entre 1990 e 2016 foram observados aumentos representativos do rendimento médio dos plantios e da produção de coco, porém queda considerável do valor do produto, principalmente nas Regiões com maior produção de coco. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 21** (Volume 2).

A **erva-mate** (*Ilex paraguariensis*, Aquifoliaceae) é uma cultura de grande importância econômica e social, principalmente para a Região Sul do Brasil, que tem concentrado mais de 99% da produção nacional de 1990 a 2016. Folhas e ramos da planta são utilizados na preparação de bebidas como o chimarrão, chá-mate e *tererê*; sendo, além disso, usados para a produção de alimentos e cosméticos. Em 2016, o Brasil foi o maior produtor mundial de erva-mate. Entre 1990 e 2016, a colheita de erva-mate foi concentrada principalmente no Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina, tendo sido registradas pequenas extensões com plantios no sudeste do Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. A produção anual aumentou entre 1990 e 2001, tendo apresentado queda entre 2002 e 2004, e posterior tendência média de aumento até 2016. A microrregião com maior densidade de produção nas últimas décadas foi Guaporé (RS), de onde proveio 27,7% da produção nacional de 2010-2016. Além dessa, antes de 2010, outras microrregiões destacaram-se adicionalmente em termos de densidade média de produção, quais sejam: Santa Cruz do Sul (RS), em 1990-1999, e União da Vitória (PR), em 2000-2009. Os municípios brasileiros com maior produção relativa em 1990-1994 foram Venâncio Aires-RS, Ilópolis-RS e Mato Leitão-RS (respectivamente, 48, 46 e 38 quilos por hectare da área do município); e em 2015-2016 foram Ilópolis-RS, Arvorezinha-RS, Anta Gorda-RS (respectivamente com 562, 234 e 59 quilos por hectare do

município). Entre 2014 e 2016, o preço médio pago aos produtores da Região Sul pela erva-mate variou entre R\$ 0,89 por quilo e R\$ 1,33 por quilo. Em municípios como Ilópolis-RS foi observada tendência de cultivo no sistema orgânico ou agroflorestal, na busca de maior qualidade e preço de venda. Nas últimas décadas, o preço pago aos agricultores tem influenciado no aprimoramento do manejo das áreas plantadas ou na substituição desta pelo plantio de outras culturas. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 22** (Volume 2).

O **feijão** (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae) é um dos principais componentes da alimentação brasileira. É cultivado em todo o território nacional, ocorrendo três safras anuais no País: a 1ª safra ou “safra das águas” (plantada de outubro a dezembro), a 2ª safra ou “safra da seca” (plantada de fevereiro a março) e a 3ª safra ou “safra irrigada” (plantada de maio a julho e posteriormente irrigada). Entre 1990 e 2016, foi observada diminuição próxima de 45% da área plantada com feijão no Brasil. Padrão semelhante foi observado em relação à 1ª safra entre 2003 e 2016, safra em que se concentra a maior parte dos plantios no País. Apesar disso, foi observada tendência de aumento do rendimento médio nos últimos anos e em todas as safras, resultando em variações interanuais consideráveis nas últimas décadas, apresentando pequena tendência média de aumento de produção de feijão no período. Em nível regional, a maior parte da produção anual de feijão entre 1990 e 2016 ocorreu nas Regiões Sul, Sudeste e Nordeste, assim como observado para as 1<sup>as</sup> e 2<sup>as</sup> safras anuais, principalmente dos Estados do Paraná e Minas Gerais e Bahia. No caso da 3ª safra, quase toda a produção (irrigada) provém das Regiões Sudeste e Centro-Oeste, principalmente de Minas Gerais, Goiás, São Paulo e Mato Grosso. Quanto ao valor médio pago aos agricultores pela venda do produto, nota-se grande variação nas últimas décadas, sendo verificada pequena tendência média de diminuição dos valores nas áreas em que ocorre maior produção da cultura. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 23** (Volume 2).

O **fumo** (*Nicotiana tabacum*, Solanaceae) produz folhas grandes que, sendo enroladas, beneficiadas, trituradas ou moídas podem ser utilizadas para inalar, fumar, na forma de bola de mascar, inseticida natural, como componente de remédios na indústria farmacêutica e outros fins. Entre 1990 e 2016 tem sido plantado principalmente na Região Sul do País, de onde proveio 97% da produção nacional em 2010-2016. Na década de 1990, mais de um quarto da produção nacional (26,66%) concentrou-se em 38.244,3 km<sup>2</sup>, representados pelas microrregiões de Santa Cruz do Sul (RS), Ituporanga (SC) e Arapiraca (AL). Em 2010-2016, mais de um quarto da produção do País proveio de 83.348,4 km<sup>2</sup>, relativos às microrregiões de Santa Cruz do Sul (RS), Ituporanga (SC),

Irati (PR) e Rio Negro (PR). Apesar da proibição da propaganda pública no País e em diversos outros países, o Brasil vem se mantendo como o segundo maior produtor e maior exportador mundial de fumo. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 24** (Volume 2).

A **goiaba** (*Psidium guajava*, Myrtaceae) é originária da América do Sul, sendo atualmente plantada também em regiões tropicais e subtropicais de diversos países. Atualmente é considerada uma fruta de importância agrícola no Brasil, seja para o seu consumo *in natura* ou após processamento para a produção de sucos, doces, geleias, etc., com alto valor comercial. Entre 1990 e 2016, a área de produção da fruta mais do que dobrou, chegando a uma produção de goiaba de 414.960 toneladas em 2016. Em 1990-1999 mais de ¼ de produção nacional de fruta concentrava-se na microrregião de Jaboticabal (SP), com as microrregiões de Petrolina (PE) e Campinas (SP) também tendo ganho maior importância relativa entre 2000-2016 em termos de concentração da produção nacional. O valor médio da fruta tem apresentado pequena tendência média de aumento entre 2001 e 2016, com valores médios variando principalmente entre R\$ 0,95 por quilo e R\$ 1,50 por quilo nos principais Estados produtores do País. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 25** (Volume 2).

A **laranja** (*Citrus sinensis*, Rutaceae) é uma fruta provavelmente originária do sul da Ásia. O Brasil é o maior produtor mundial, com 17,25 milhões de toneladas produzidas em 2016. Dependendo da variedade, a colheita pode ocorrer em diferentes épocas do ano. Entre 1990 e 2016, mais de 80% da produção de laranja tem se concentrado principalmente no Estado de São Paulo, seguido pelo de Sergipe. De maneira geral, considerando o período analisado, tem sido observada tendência de diminuição da área destinada à colheita da cultura nas últimas décadas, porém de aumento do rendimento médio, da produção e do valor da produção. As áreas de maior concentração da produção da cultura situam-se principalmente no norte do Estado de São Paulo, nas proximidades de Mogi Mirim (SP) e Limeira (SP). Quanto aos valores médios do quilo de laranja pagos aos produtores (valores deflacionados pelo IGP-DI de março/2018) foi observado que, na maioria dos casos, os valores mais altos foram pagos em locais distantes de áreas de produção, e valores mais baixos, nos Estados com maior produção ou vizinhos destes. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 26** (Volume 2).

Várias espécies de **limão** (*Citrus* spp., Rutaceae) são cultivadas no Brasil. As mais comuns são os limões verdadeiros (*Citrus limon* - Eureka, Siciliano, Lisboa e Fino), os que são muito utilizados para porta-enxerto (*Citrus limonia* - Cravo e *Citrus volkameriana* - Volkamericano); e as limas ácidas, que são consideradas como se fossem limões

(*Citrus aurantifolia* - Galego e *Citrus latifolia* - Tahiti). Sua utilização principal é na culinária na forma *in natura* e na produção de suco concentrado. Apesar de variável ao longo dos anos analisados, a área destinada à colheita do limão aumentou no Brasil (~8,5%) entre 1990 e 2016, concentrando-se essencialmente na Região Sudeste, principalmente nas microrregiões de Novo Horizonte (SP) e Jaboticabal (SP), que têm concentrado mais de 36% da participação na produção média nacional nas últimas décadas (1990-2016). O rendimento médio e a produção têm apresentado tendência média de aumento de 1990 a 2016. O valor da produção nacional tem diminuído anualmente entre 1994 e 2003, tendo aumentado nos anos seguintes até 2016. O valor do quilo também tem caído consideravelmente entre 1994 e 2003, apresentando tendência de pequeno aumento nos anos seguintes até 2016. No Estado de São Paulo, responsável por alto percentual da produção nacional, o valor médio pago pelo quilo de limão em 2010-2016 foi de R\$ 0,72. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 27** (Volume 2).

A **maçã** (*Malus x domestica*, Rosaceae) é utilizada principalmente para consumo humano *in natura* e na forma industrializada. Em 2016 o Brasil foi o décimo terceiro maior produtor mundial da fruta. Em razão das suas características de clima temperado e períodos de frio, os cultivos ocorrem predominantemente da Região Sul do País, em altitudes acima de 800 m, onde o acúmulo de horas de frio é suficiente para a obtenção de maiores produtividades. Assim, mais de 92% da produção nacional da fruta nas últimas décadas tem sido proveniente de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, principalmente das microrregiões de Vacaria (RS), Joaçaba (SC) e Campos de Lages (SC) (responsáveis por mais de 80% da produção brasileira das últimas décadas). Durante as décadas de 1990 e 2000 foi observado aumento médio das áreas destinadas para a colheita, do rendimento médio e da produção nacionais. Em 2015/2016, o excesso de chuvas e geadas prejudicou a produção, além dos baixos investimentos nos últimos anos na ampliação e na renovação das áreas plantadas, que também atrapalharam a produção. Nos principais Estados produtores, o valor médio pago aos produtores pelo quilo de maçã diminuiu nas últimas décadas, tendo variado principalmente entre R\$ 1,00 e R\$ 1,20 em 2010-2016. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 28** (Volume 2).

O **mamão** representa seis gêneros de plantas da Família Caricaceae, sendo *Carica papaya* a espécie comercial mais importante. No Brasil, é consumido preferencialmente *in natura*, embora seja possível a industrialização para diversos outros fins. Em 2016, o Brasil foi o segundo maior produtor mundial da fruta. A colheita do fruto ocorre de 4 e 6 meses após a abertura da flor, antes da maturidade total. A área destinada para a



colheita do mamão apresentou aumento ente 1990 e 2000, mas registrou decréscimo a partir desse ano. O rendimento médio e a produção de mamão aumentaram até a década de 2000, apresentando tendência média de queda durante a década de 2010. Os Estados da Bahia e Espírito Santo têm sido os principais produtores de mamão, com mais de 50% da produção nacional proveniente das microrregiões de Porto Seguro (BA), Montanha (ES) e São Mateus (ES). O preço médio pago aos produtores em 2010-2016 nos principais Estados produtores tem variado entre R\$ 0,76 por quilo e R\$ 1,09 por quilo. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 29** (Volume 2).

A **mandioca** (*Manihot esculenta*, Euphorbiaceae), também conhecida como macaxeira ou aipim, tem o Brasil Central como provável centro de origem e domesticação. O gênero distribui-se desde o Arizona (Estados Unidos) até a Bacia do Rio da Prata (Brasil, Bolívia, Paraguai, Uruguai e Argentina), apresentando o México como outra área geográfica de concentração importante. Ela é cultivada principalmente por pequenos produtores de mais de 100 países tropicais e subtropicais. É uma planta eficiente no uso da água e dos nutrientes do solo, tolerante à seca e ataques esporádicos de pragas, e ainda assim apresenta rendimentos razoáveis mesmo sem a utilização de nenhum insumo, inclusive em solos pobres e com chuvas imprevisíveis. A principal forma de utilização da mandioca é na alimentação humana, de animais e na indústria. Seu consumo pode ser *in natura* ou ainda processado. Cerca de 80% do processamento industrial é para a obtenção de farinha. O plantio deve ser realizado no início da estação chuvosa, mas a definição da melhor época de plantio varia de acordo com as condições climáticas da região, a variedade plantada e o destino da produção, sem desconsiderar os veranicos. O período de colheita deve observar fatores de ordem técnica, ambiental e econômica. A Região Nordeste é a que mais tem se destacado em área plantada com mandioca no Brasil, apesar de apresentar diminuição maior que 40% entre 1990-1994 e 2015-2016. A Região Norte é a que vem apresentando maior incremento de área plantada nas últimas décadas. Os maiores rendimentos médios têm sido encontrados na Região Sul, com destaque para o Paraná. Entre os Estados com maiores produções relativas de mandioca no Brasil destacam-se Pará, Paraná, Bahia e Maranhão. As áreas de maior concentração da produção de mandioca têm variado pouco nas últimas décadas, sendo suas microrregiões localizadas principalmente nos Estados do Paraná, Pará, Bahia, Sergipe, Alagoas, São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Espírito Santo. Entre os Estados com área relativa plantada maior do que 0,2%, aqueles com maiores preços médios pagos aos produtores em 2010-2016 foram Rio Grande do Sul, com R\$ 1,09 por quilo, e Acre, com R\$ 0,69 por quilo. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 30** (Volume 2).

Originária da Índia, a **manga** (*Mangifera indica*, Anacardiaceae) foi introduzida no Brasil no século XVI pelos colonizadores portugueses. A cultura foi implantada no País inicialmente nas regiões Sudeste e Nordeste, onde encontrou condições edafoclimáticas favoráveis para o seu desenvolvimento. O investimento em plantios tecnificados foi um dos fatores que contribuiu para o crescimento da cultura no Brasil. Outro fator importante foi a procura por produtos mais práticos, impulsionando a indústria de processamento. As variedades mais cultivadas são ‘Tommy Atkins’, ‘Haden’, ‘Keitt’, ‘Kent’, ‘Palmer’, ‘Rosa’ e ‘Espada’. No período entre 1990 e 2016, a área destinada à colheita da manga apresentou tendência média de crescimento até 2007, ano de maior área (79.246 ha), padrão também observado em relação à produção. Os principais Estados mangicultores são Pernambuco, Bahia, São Paulo e Minas Gerais. A partir da década de 2000 até o presente apenas três microrregiões do País concentraram pelo menos 25% da produção nacional: Petrolina (PE), Livramento do Brumado (BA) e Jaboticabal (SP). Os maiores valores de produção foram observados na Região Nordeste, em 2008, em que se chegou a cerca de R\$ 1 bilhão e valor médio da produção *per capita* próxima de R\$ 20,00 por habitante. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 31** (Volume 2).

O cultivo do **maracujá** (*Passiflora edulis*, Passifloraceae) no Brasil é predominante da variedade azedo ou amarelo. Além do seu consumo *in natura*, apresenta diversas outras destinações na indústria para consumo humano, consumo animal, produção de óleos, de cosméticos e propriedades calmantes por causa dos princípios ativos presentes na planta. A maior produção nacional foi registrada no ano de 2011, ultrapassando 923 mil toneladas da fruta. Durante o período de 1990 e 2016, a área destinada à colheita e à produção de maracujá apresentaram tendência média de aumento no Brasil, diferente do rendimento médio, que apresentou tendência média de queda no período. Durante a década de 1990, o Estado do Pará foi o maior produtor de maracujá. Em decorrência de limitações fitopatológicas e econômicas, a partir da década de 2000 foi ultrapassado pelos Estados da Bahia e do Ceará. Entre 2010 e 2016, verificou-se concentração de 1/3 da produção nacional em apenas duas microrregiões: Livramento do Brumado (BA) e Ibiapaba (CE). Nos Estados com maior produção da fruta, os valores pagos aos agricultores pela venda de maracujá têm apresentado pequena tendência média de aumento entre 2001 e 2016. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 32** (Volume 2).

Originária das regiões tropicais da África Equatorial, a **melancia** (*Citrullus lanatus*, Cucurbitaceae) é cultivada em todos os Estados brasileiros. No Brasil, o consumo preferencial dessa olerícola é na forma *in natura*. Fatores climáticos como temperatura, fotoperíodo e umidade devem ser considerados para definição das melhores épocas de

plântio em cada região. A colheita ocorre entre 65 e 85 dias, dependendo principalmente do ciclo da cultivar plantada. A área plantada com melancia no Brasil aumentou entre 1990 e 2016, assim como o rendimento médio e a produção. As principais Regiões produtoras são a Sul (principalmente o Estado do Rio Grande do Sul) e a Nordeste (principalmente a Bahia). As principais microrregiões de concentração da produção nas últimas décadas incluem Ceres (GO), Marília (SP) e São Jerônimo (RS). Nos principais Estados produtores de melancia os valores médios anuais pagos aos produtores em 2010-2016 têm variado entre R\$ 0,52 por quilo e R\$ 0,63 por quilo (valores deflacionados pelo IGP-DI de março/2018). Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 33** (Volume 2).

O **melão** (*Cucumis melo*, Cucurbitaceae) é originário da África ou Ásia, de regiões tropicais e semiáridas. É consumido principalmente *in natura* e na forma de suco. Entre 1990 e 2016 a área plantada com melão praticamente triplicou e o rendimento médio mais do que dobrou no Brasil, resultando num aumento da produção de mais de sete vezes, atingindo 596.430 toneladas produzidas em 2016. Mais de 95% da produção nacional de melão tem se concentrado na Região Nordeste, principalmente no Pólo de Produção Jaguaribe-Açu, o que inclui a região de Mossoró (localizada na divisa dos Estados do Rio Grande do Norte e Ceará) e o Submédio do Vale do São Francisco (situado na divisa entre os Estados da Bahia e Pernambuco). Os municípios do País com as maiores densidades de produção em 2016 foram Tibau – RN, Mossoró – RN, Icapuí - RN e Limoeiro do Norte – CE. No Nordeste predomina a adoção de altas tecnologias, sendo a maior parte do melão produzido para fins de exportação. Na Região Sul verifica-se o plantio em maior número de municípios, ocupando áreas relativas menores de cada um e com predominância de plantios em campo aberto. Nas diferentes Regiões do País o valor do melão tem apresentado tendência média de queda entre 1990 e 2016 (valores deflacionados pelo IGP-DI de março/2018), variando principalmente entre R\$ 1,00 por quilo e R\$ 2,00 por quilo em 2016, com preços relativamente mais baixos nos municípios com maior oferta e produto. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 34** (Volume 2).

O **milho** (*Zea mays*, Poaceae) é uma cultura de grande importância para o Brasil, tanto para o consumo interno quanto para exportação, sendo utilizado principalmente na alimentação de animais de criação e consumo humano. É plantado em todas as Regiões do País. Em 2003, mais de 70% do milho era produzido na 1ª safra, porém desde 2012 a produção de milho na 2ª safra tem sido cada vez maior do que na 1ª, já que agricultores das Regiões Centro-Oeste, Sudeste e noroeste do Paraná têm priorizado o plantio de soja precoce. Os Estados com maior área plantada na 1ª safra de milho são Minas

Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, Ceará e São Paulo, todos apresentando tendência de diminuição da área plantada nessa safra. No caso da 2ª safra, destacam-se Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul e Goiás, todos apresentando tendência de aumento da área plantada. Em nível nacional, observa-se tendência de aumento do rendimento médio e da produção, porém de diminuição do valor médio pago aos agricultores pela venda do produto, principalmente nas Regiões com maior produção de milho. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 35** (Volume 2).

A **pimenta-do-reino** (*Piper nigrum*, Piperaceae) é a especiaria de maior importância comercializada no mundo. Tem um sabor forte e levemente picante, sendo utilizada como tempero, na indústria de embutidos, perfumaria e farmacêutica, com grande parte da produção destinada para exportação. Em 1990, o Brasil foi o maior produtor mundial dela, mas em 2016 ocupou o quarto lugar. Entre 1990 e 2016, têm sido observadas variações relativamente cíclicas, considerando períodos em torno de sete anos de consecutivos de aumentos e, posteriormente, período semelhante de progressivas reduções de produção, o que provavelmente reflete opções dos produtores de evitar incidência do fungo fusariose com alta severidade. Em 1990, foi registrada produção nacional de 78.155 toneladas, e, em 2016, 54.425 toneladas. Mais de 70% da produção nacional das últimas décadas foi no Estado do Pará, onde tem havido condições climáticas favoráveis e investimentos. Outros Estados que têm se destacado em termos de produção são Espírito Santo e Bahia. As microrregiões brasileiras com maior densidade de produção da cultura e em conjunto responsáveis por mais de 25% da produção nacional de pimenta-do-reino foram Tomé-Açu (PA), Bragantina (PA), Castanhal (PA) e São Mateus (ES). A importância relativa da primeira microrregião tem diminuído nos últimos anos, enquanto a de São Mateus (ES) tem aumentado progressivamente, tendo sido a responsável, sozinha, por 13,40% da produção média nacional de pimenta-do-reino em 2010-2016. O preço pago aos produtores pela pimenta-do-reino em grãos tem variado consideravelmente, dependendo da relação entre a oferta e a demanda nacional e principalmente internacional. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 36** (Volume 2).

A cultura de **soja** (*Glycine max*, Fabaceae) representa o produto de maior destaque econômico da agricultura nacional e da balança comercial do Brasil. A maior parte da produção de soja no País provém das Regiões Centro-Oeste e Sul, principalmente dos Estados do Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul. Entre 1990 e 2016, foi observado aumento considerável da área semeada, do rendimento médio e da produção de grãos e do valor da produção. Nesse período, a área cultivada quase triplicou e o rendimento de

grãos praticamente duplicou, fazendo com que a produção e o valor da produção quase quadruplicassem. Por sua vez, os valores médios da saca de 60 kg pagos aos produtores (deflacionados pelo IGP-DI) apresentaram aumento considerável entre 1994 e 2016 nos municípios de maior produção da cultura. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 37** (Volume 2).

O **sorgo granífero** (*Sorghum bicolor*, Poaceae) é utilizado para a alimentação de animais de criação e de humanos, além de favorecer a produção de biomassa em plantios diretos. Por ser mais tolerante a altas temperaturas e condições de estresse hídrico que outras culturas de grãos, em algumas regiões e épocas representa uma boa opção de plantio. Entre 1990 e 2004, foi observada tendência média de aumento da área plantada e da produção no Brasil, com variações consideráveis nos anos posteriores. Nas últimas décadas, a maior parte dos plantios e da produção têm se concentrado principalmente nos Estados de Goiás e Minas Gerais. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 38** (Volume 2).

Originária do nordeste da Ásia e do sudoeste da China, a **tangerina** (*Citrus reticulata*, Rutaceae) é bastante apreciada na forma *in natura*, fresca ou em suco. Através de processamento são extraídos suco, óleos essenciais, pectinas e rações. A principal cultivar plantada no Brasil é a Ponkan, direcionada principalmente para consumo *in natura*. A colheita dos frutos estende-se de março a setembro, devendo ser colhidos já maduros, pois não amadurecem após a colheita. O Brasil era o quarto maior produtor mundial de tangerina em 1990, sexto em 2016 e quinto em 2017. As maiores áreas destinadas à colheita da tangerina encontram-se no Sudeste e no Sul, principalmente em São Paulo, Rio Grande do Sul e Paraná. De maneira semelhante comportaram-se o rendimento médio e a produção. A partir de 2000-2009, Minas Gerais também passou a se destacar na Região Sudeste, juntamente com São Paulo. As Microrregiões de Montenegro (RS) e Cerro Azul (PR) representaram as áreas de maior concentração de pelo menos 25% da produção média nacional de tangerina entre 1990 e 2016, além de Limeira (SP) em 1990-1999 e Itaguara (MG) em 2010-2016. Como a produção concentra-se no Sul e no Sudeste, os maiores valores de produção e de produção *per capita* foram registrados nessas Regiões. Nos principais Estados produtores, o valor do quilo foi de R\$ 1,11 no Rio Grande do Sul, R\$ 0,90 no Paraná, R\$ 0,78 em Minas Gerais e R\$ 0,76 em São Paulo. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 39** (Volume 2).

O **tomate** (*Solanum lycopersicum*, Solanaceae) pode ser cultivado em climas tropicais e subtropicais, sendo o fruto utilizado para alimentação humana, consumido *in natura* ou processado. Há duas modalidades básicas de cultivo de tomate: para fins industriais ou consumo *in natura* (tomate de mesa), que se diferenciam em termos de

tratos culturais, rendimento médio, etc., sendo, porém, incluídas conjuntamente nas estatísticas nacionais. O Brasil é o décimo produtor mundial de tomate, com 4,17 milhões de toneladas produzidos em 2016. Entre 1990 e 2016, a área cultivada com a cultura no País tem se mantido relativamente constante, porém o rendimento médio tem apresentado tendência média de aumento, assim como a produção. Na década de 1990, o maior produtor de tomate era o Estado de São Paulo; mas, a partir da década de 2000, o Estado de Goiás, seguido de São Paulo e Minas Gerais, tem se destacado como o maior produtor nacional de tomate. Em nível de microrregiões, nos últimos anos, a maior parte da produção tem se concentrado em alguns dos Estados de Goiás, São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná. Os valores de produção variaram consideravelmente entre 1994 e 2016, sendo observada pequena tendência de aumento, principalmente a partir da década de 2010. Os preços do tomate (valores deflacionados pelo IGP-DI de março/2018) variaram consideravelmente entre 1994 e 2016, sendo observada leve tendência média de queda dos valores pagos aos produtores nas últimas décadas nas principais regiões produtoras. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 40** (Volume 2).

O **trigo** (*Triticum* spp, Poaceae) é utilizado principalmente na alimentação humana. É o segundo cereal mais produzido no mundo; embora, no Brasil, a produção seja menor do que o consumo. O cultivo é realizado principalmente nos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul, como cultura de inverno. Também há cultivos em outros Estados, em grande parte irrigados. O rendimento médio de grãos tem aumentado nas últimas décadas, com conseqüente aumento da produção. Já em relação aos valores médios da saca de 60 kg pagos aos produtores (valores deflacionados pelo IGP-DI de março/2018), entre 1994 e 2016 foi verificada tendência geral de queda, em que os valores mais baixos têm sido registrados na Região Sul, onde há maior oferta de trigo. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 41** (Volume 2).

A **uva** (*Vitis vinifera*, Vitaceae) é uma das plantas cultivadas há mais tempo pela humanidade, podendo ser utilizada para alimentação *in natura* e para a produção de vinhos, sucos, geleias e outros derivados, havendo variedades destinadas para os diferentes usos e regiões de plantio. Em 2015, o Brasil foi o 16º maior produtor mundial, com uma produção de cerca de 1,5 milhões de toneladas. Entre 1990 e 2012, foi registrada tendência de aumento da área destinada à colheita no País, porém com redução nos anos seguintes. O rendimento médio e a produção apresentaram tendência média de aumento entre 1990 e 2015, com queda acima de 33% entre 2015 e 2016, em função de adversidades climáticas ocorridas nas principais regiões produtoras do País. O Rio Grande do Sul concentrou a maior parte da produção nacional nas últimas décadas,

com destaque para a Microrregião de Caxias do Sul. Essa microrregião tem sido responsável por mais do que 40% da produção nacional de uva nas últimas décadas, e sua produção é voltada principalmente para a elaboração de sucos e vinhos. Entre 2010 e 2016, os Estados mais representativos da produção nacional de uva foram o Rio Grande do Sul (54,15% da produção brasileira), Pernambuco (16,16%), São Paulo (12,59%), Paraná (5,69%), Bahia (5,04%) e Santa Catarina (4,57%). A importância de Pernambuco vem crescendo progressivamente, destacando-se na produção de uva de mesa, especialmente as apirênicas (sem sementes) destinadas ao mercado interno e à exportação. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 42** (Volume 2).

A **seringueira** (*Hevea brasiliensis*, Euphorbiaceae) é a maior fonte mundial de produção de **borracha** natural, produto primário da coagulação do látex, fluido citoplasmático extraído de vasos laticíferos situados na casca das árvores por meio de cortes sucessivos de finas fatias de casca (processo denominado de sangria). A borracha natural é utilizada para a produção de pneus, luvas cirúrgicas, materiais de construção, brinquedos e diversos outros produtos. A alta demanda mundial por borracha natural culminou no chamado Ciclo da Borracha em 1870-1910, período da história brasileira de muita riqueza na região amazônica. A espécie é originária dessa região, mas a alta severidade da doença foliar “mal-das-folhas” (*Microcyclus ulei*) fez com que nas décadas de 70-80 se optasse pela concentração nacional dos plantios nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste. Atualmente, a produção brasileira supre apenas 35% da demanda nacional, importando os demais 65% da Indonésia, Tailândia, Malásia e do Vietnã. A área destinada à colheita de borracha, o rendimento médio e a produção apresentaram tendência média de aumento entre 1990 e 2014, com posterior tendência de queda entre 2014 e 2016. Os Estados de São Paulo, Bahia, Mato Grosso, Espírito Santo, Minas Gerais e Goiás são os que apresentaram maior área média destinada para a colheita de borracha nas últimas décadas. Entre 1990 e 2016, mais de 25% da produção nacional de látex coagulado proveio de 18.176,2 km<sup>2</sup>, representados pelas microrregiões de São José do Rio Preto (SP), Valença (BA) e Nhandeara (SP). Aproximadamente 65% da produção nacional de borracha tem se concentrado no Estado de São Paulo, Estado com maior área destinada para a colheita desde a década de 2000, rendimento médio anual de 3.007 kg/ha em 2010-2016 e produção média anual de borracha de 167.274 toneladas no mesmo período. Nos últimos anos, o valor médio pago pela borracha tem apresentado queda, principalmente a partir de 2011, o que tem incentivado diversos produtores a substituir seus plantios por culturas economicamente mais rentáveis. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 43** (Volume 3).

Os **eucaliptos** (*Eucalyptus* spp. e outros gêneros) são espécies exóticas da Família Myrtaceae originárias da Austrália, sendo frequentemente plantadas no Brasil as de porte arbóreo e de rápido crescimento, as quais fornecem madeira para a produção de lenha, estacas, moirões, dormentes, carvão vegetal, papel e celulose, etc. Das folhas também têm sido extraídos óleos essenciais, utilizados para a fabricação de produtos de higiene, limpeza, cosméticos e fármacos. A expansão da cultura foi impulsionada pela Lei de Incentivos Fiscais ao Reflorestamento (Lei Nº 5.106/1966), visando o aumento do PIB, de empregos, renda e da arrecadação de impostos. Os plantios variam conforme a finalidade, o clima, o tipo de solo e a disponibilidade de sementes da(s) espécie(s) escolhida(s). O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de carvão, representando cerca de 1/3 da produção mundial, destinado predominantemente para a indústria siderúrgica. A área plantada para fins comerciais no Brasil apresentou tendência de aumento entre 2013 e 2017, quando chegou a 7,411 milhões de hectares plantados. Mais de 1/3 dos plantios têm se concentrado na Região Sudeste. Os Estados com as maiores extensões plantadas com eucalipto são Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Bahia. Em termos relativos, Espírito Santo é onde tem sido destinado maior percentual da sua área para plantios de eucalipto. A produção tem variado nos últimos anos, dependendo da finalidade. Em 2017, a produção de madeira em tora para papel e celulose foi de 68,72 milhões de metros cúbicos, a de tora para outras finalidades foi de 25,86 milhões de metros cúbicos, a de lenha chegou a 47,12 milhões de metros cúbicos, a de carvão vegetal representou 4,87 milhões de toneladas, e a de folhas comercializadas atingiu 81.487 toneladas. Nos últimos anos, a produção de papel e celulose tem ocorrido predominantemente em São Paulo, Mato Grosso do Sul e Bahia; a de toras para outras finalidades, em Minas Gerais, São Paulo e Paraná; a de lenha, no Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Minas Gerais e São Paulo; a de carvão vegetal, praticamente só em Minas Gerais e Maranhão; e a de folhas para fins comerciais, principalmente em Minas Gerais e São Paulo. De maneira geral, os valores do m<sup>3</sup> e da tonelada têm apresentado tendência de diminuição nas principais regiões produtoras, provavelmente relacionada com a diminuição da demanda decorrente do aumento do rigor nas fiscalizações, do baixo desempenho do setor industrial demandante e do crescente desenvolvimento do setor de florestas plantadas. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 44** (Volume 3).

Os **pinus** (*Pinus* spp., Pinaceae) são espécies arbóreas de origem exótica no Brasil, sendo na sua maioria provenientes do Hemisfério Norte (Canadá e Estados Unidos). Aqui são plantadas principalmente em regiões de clima frio ou temperado do País. Apresenta diversos usos comerciais e industriais, como para a produção de papel e



celulose, construção naval, indústria moveleira, construção civil, produção de pisos laminados, postes e mourões, extração de lenha, resina e carvão vegetal. Entre 2013 e 2017 os plantios para a produção de papel e celulose, além de para outras finalidades e de extração de lenha concentraram-se principalmente nos Estados do Paraná e Santa Catarina; e para a obtenção de carvão vegetal, predominando no Mato Grosso do Sul. Nos últimos anos, tem sido observada tendência média de redução da área plantada e, principalmente, expressiva queda na produção de carvão vegetal, provavelmente em função de restrições ambientais, aumento da fiscalização e a redução da mão de obra disponível para as atividades. Também tem sido observada tendência média de estabilização ou queda do valor do metro cúbico nos principais Estados produtores, principalmente entre 2013 e 2016. No Paraná e Santa Catarina, principais Estados produtores, o valor médio pago aos produtores pelo metro cúbico de madeira em tora para papel e celulose em 2017 foi de R\$ 40,00 e R\$ 72,42, respectivamente; o de madeira em tora para outras finalidades foi de R\$ 85,95 e R\$ 100,00; e o de lenha de R\$41,57 e R\$31,37. Nesse mesmo ano, o valor do carvão vegetal no Mato Grosso do Sul foi de R\$ 455,81 por tonelada, equivalente a R\$ 0,000004 por metro cúbico. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 45** (Volume 3).

De acordo com o IBGE, **pastagens** plantadas e naturais ocupam 70% das áreas antropizadas no Brasil e são a base de sustentação da atividade pecuária. Em 1995/1996, a área total de pastagens em estabelecimentos rurais do Brasil era de 177,9 milhões de hectares; em 2006, de 167,5 milhões de hectares; e em 2017, de 149,7 milhões de ha; ocupando, respectivamente, 21,06%, 19,67% e 17,58% do território nacional. Entre 1995/96 e 2017 foi registrada diminuição de 3.457.722 hectares da área ocupada por pastagens no Brasil (-13,6%), tendência verificada em todas as Regiões Geográficas, excetuando-se a Norte. Mesmo com redução de áreas, o efetivo bovino no País aumentou 2,1 vezes no Nordeste, 1,9 vezes na região Norte, 1,4 vezes no Centro-Oeste e se manteve praticamente estável no Sudeste e Sul. A partir da década de 1980, o uso de cultivares forrageiras selecionadas, mais produtivas e adaptadas, tem contribuído consideravelmente para melhorar o desempenho da produção pecuária brasileira. As sementes forrageiras respondem por 11% do mercado de sementes no Brasil, com um rendimento de 600 milhões de dólares anuais. Entre 2013 e 2017, a média anual de produção de sementes forrageiras no Brasil foi de 286 toneladas. Das gramíneas forrageiras tropicais, as do gênero *Brachiaria* respondem atualmente por 75% da produção de sementes e as da espécie *Panicum maximum*, por 24% do total. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 46** (Volume 3).

A criação de **bovinos** (*Bos taurus*, Bovidae) é uma das atividades de maior relevância econômica para o Brasil, principalmente, para a produção de carne e leite (bovinocultura de corte e de leite, respectivamente). Em 2010-2016, foi registrada média de 218.225.177 cabeças de bovinos no Brasil, sendo 19.678.817 (9,02%) de vacas ordenhadas. Entre 1990 e 2016, foi observada tendência média de aumento dos rebanhos de bovinos e de vacas ordenhadas. Os maiores efetivos de bovinos em 2010-2016 ocorreram na Região Centro-Oeste, principalmente no Mato Grosso (29.059 cabeças), onde predomina a pecuária de corte. As maiores frequências e densidades de vacas ordenhadas concentraram-se nas Regiões Sudeste e Sul, com destaque para o Estado de Minas Gerais, onde se concentra aproximadamente um quarto do efetivo nacional de vacas ordenhadas (5.544 cabeças), e o Estado de Santa Catarina, com a maior densidade nacional de vacas ordenhadas (11,26 vacas por quilômetro quadrado). Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná têm sido os maiores produtores estaduais de leite nas últimas décadas, sendo que as maiores produtividades médias em 2010-2016 se concentraram nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, variando entre 2.585 e 2.829 litros por vaca por ano (ou seja, média de 7,08 a 7,75 litros por vaca por dia). As áreas de maior concentração da produção de leite atualmente localizam-se no oeste dos Estados da Região Sul, Santa Catarina e Paraná, além de na metade sul de Minas Gerais. Nesses Estados, os valores pagos aos agricultores pelo litro de leite nos últimos anos oscilaram entre R\$ 1,04 e R\$ 1,14. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 47** (Volume 3).

A galinocultura, avicultura ou criação de **galináceos** (*Gallus gallus domesticus*, Phasianidae) é uma atividade importante para a economia brasileira, para a produção econômica de carne e ovos, além dos benefícios sociais da atividade. A produção de carne atende o mercado interno e externo; a de ovos é direcionada principalmente para o consumo *in natura* e indústrias de processamento nacionais. Nas últimas décadas, a avicultura de corte tem predominado nos três Estados da Região Sul, e a de postura tem se concentrado em grande parte no Estado de São Paulo. Entre 1990 e 2016, a atividade tem apresentado aumentos expressivos tanto no efetivo de galináceos, quanto de galinhas, além de na produção de ovos e produtividade média por galinha poedeira. Nos últimos anos, nota-se a expansão da atividade para a Região Centro-Oeste. Os valores médios pagos aos produtores pela venda de ovos têm se mantido relativamente constantes nas últimas décadas, sendo pagos valores maiores em Regiões com atual maior demanda em relação à oferta, o que provavelmente não perduraria se ocorresse aumento futuro da produção nessas áreas. Nas Regiões com maior produção de ovos, o

valor médio pago pela dúzia tem variado principalmente entre R\$ 2,20 e R\$ 2,80. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 48** (Volume 3).

A carne de **suínos** (*Sus scrofa domesticus*, Suidae) é a segunda mais consumida no mundo e a terceira mais consumida no Brasil. No ano de 2015, o País foi o quarto maior produtor mundial dessa proteína. O componente mais oneroso da cadeia produtiva de suínos é a alimentação, base para uma boa produção. Conhecer a dinâmica espaço-temporal da criação permite planejar territorialmente e gerenciar plantios de culturas destinadas à alimentação dos animais. De 1990 a 2016, a frequência de suínos apresentou tendência média de aumento no Brasil. Entre 2013 e 2016, os plantéis de matrizes e não matrizes de suínos apresentaram incrementos médios anuais de aproximadamente 100 mil e um milhão de indivíduos, respectivamente. A maior concentração de suínos e de matrizes verifica-se principalmente na Região Sul, com destaque para os Estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul. Entre os municípios que apresentaram maiores densidades médias anuais de suínos na década de 2010 destacaram-se Urucânia-MG, Entre Rios do Oeste-PR e Tupandi-RS, com 1.175, 1.045 e 947 cabeças por quilômetro quadrado, respectivamente. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 49** (Volume 3).

A **apicultura** no Brasil abrange principalmente a criação de abelhas *da espécie Apis mellifera* (Apidae), em que o **mel** representa o principal produto vendido e exportado pelo País, havendo também outros apiderivados como a **cera** de abelha, o **pólen apícola**, o **própolis**, a **geleia real** e a **apitoxina**. Em 2006, havia caixas de colmeias em 1,97% dos estabelecimentos rurais do País, o que aumentou para 2,01% dos estabelecimentos amostrados em 2017. Os Estados com as maiores densidades médias de colmeias em 2017 foram Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná, Piauí e Ceará, que também têm se destacando em termos de produção de mel nos últimos anos, além de São Paulo, Minas Gerais e Bahia. Nos Estados da Região Sul e no Piauí, o valor médio da produção de mel *per capita* tem sido maior do que R\$ 3,00 por habitante nas últimas décadas, indicando a importância relativa da atividade principalmente para esses Estados. A produtividade média varia consideravelmente no País, com a maioria dos municípios apresentando valores inferiores a 25 kg de mel por colmeia por ano, valores considerados relativamente baixos em comparação ao obtido em países vizinhos. Apesar disso, a produção média anual de cera de abelha e de outros apiderivados tem sido bem menor que a de mel, havendo um grande potencial de expansão da atividade e aumento dos índices de produtividade na maior parte do País. Dados adicionais sobre a apicultura no Brasil podem ser consultados no **Capítulo 50** (Volume 3).

A Teoria Malthusiana (1798), que previa a incapacidade de suprimento de alimentos para a humanidade em função do crescimento populacional e escassez de insumos, sempre foi superada pelos conceitos do Marquês de Condorcet (1795), anteriores a Thomas Malthus, que previa a superação desses problemas com os avanços do conhecimento humano. Entretanto, os sistemas de produção agrícola até então utilizados conduziram a impactos ambientais que não são mais aceitáveis pela humanidade. O uso de sistemas irrigados é a alternativa mais eficiente para a produção de alimentos sem aumentar a fronteira agrícola, visando garantir a segurança alimentar de uma população mundial que deve atingir 9,7 bilhões de pessoas em 2050, e contribuir para a mitigação dos impactos ambientais determinados pelas mudanças climáticas. O uso da **agricultura irrigada** garante aumento na produtividade, qualidade dos alimentos, múltiplas safras e minimização dos riscos de perdas. Os países onde se encontram as maiores áreas irrigadas como China, Índia e Estados Unidos apresentam poucas perspectivas de aumento das áreas irrigadas em função da redução da oferta hídrica e depleção de aquíferos. Embora concentre cerca de 12% das reservas mundiais de água doce, o Brasil contribui com menos de 2% da agricultura irrigada, sendo superado por países como Irã e Paquistão. Persistindo o crescimento da agricultura irrigada brasileira nos níveis atuais, a área irrigada pode alcançar 10 milhões de hectares em 2030, 15 Mha em 2040 e 20 Mha em 2050, ou seja, a área irrigada atual será triplicada até o ano de 2050. O crescimento da agricultura irrigada no Brasil de forma sustentável depende ainda de sua disseminação em áreas de menores focos de conflitos pelo uso da água. Uma enorme vantagem comparativa do Brasil em relação a agricultura irrigada refere-se à alta disponibilidade e baixa utilização das águas subterrâneas, com potencial de uso a ser estudado. De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), o volume de água nos aquíferos brasileiros (ou internacionais) ainda é desconhecido. Estimativas conservadoras estimam reservas da ordem de 112 mil quilômetros cúbicos de água nesses aquíferos incluindo os dois maiores reservatórios do planeta: o Guarani, localizado sob as Regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste, e o Alter do Chão, na Região Norte. Segundo informações da ANA, os aquíferos ocupam 48% da área territorial do Brasil, sendo que dispomos de 27 aquíferos conhecidos. O uso eficiente e racional dos recursos hídricos poderá garantir que o Brasil seja um grande celeiro de alimentos para a humanidade. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 51** (Volume 4).

**Agrotóxicos** são frequentemente empregados no Brasil para controle de pragas, plantas daninhas e doenças nas diversas culturas. As vendas de ingredientes ativos destes têm aumentado consideravelmente nos últimos anos, inclusive de produtos com venda proibida em países desenvolvidos, como o glifosato, o 2,4-D, a atrazina, o acefato

e o mancozebe. As maiores concentrações de uso de agrotóxicos foram registradas em municípios do noroeste e centro-leste do Rio Grande do Sul, oeste do Paraná e Santa Catarina, São Paulo e porção central do Espírito Santo, onde predominam cultivos de soja, milho, fumo, café, cana-de-açúcar e laranja. As contribuições para a produtividade e consequente elevação do PIB brasileiro devem ser consideradas; no entanto, o uso desenfreado destes e sem conhecimento ou cuidado suficientes vem causando grandes problemas à saúde humana e ao meio ambiente. Com a evolução das técnicas produtivas, as estratégias de controle de pragas e doenças também sofreram alterações, surgindo alternativas ao uso de químicos com produtos orgânicos e biológicos, os quais vem aumentando sua expressividade tanto no uso quanto na venda no Brasil. Apesar disso, verifica-se a grande extensão do uso de agrotóxicos, muito deles com alto grau de toxicidade, demandando a busca por alternativas viáveis econômica e ambientalmente para o controle de pragas e doenças, sendo necessárias pesquisas em busca de uma agricultura mais sustentável. Informações mais amplas detalhadas são apresentadas no **Capítulo 52** (Volume 4).

**Agricultura orgânica** compreende atividades de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização visando a sustentabilidade econômica e ecológica, e sem o uso de organismos geneticamente modificados nem de produtos químicos sintéticos prejudiciais à saúde humana ou ao meio ambiente. O nível tecnológico dos agricultores varia consideravelmente, mas sendo uma produção mais sustentável e saudável, a demanda nacional e internacional por produtos orgânicos tem apresentado tendência de aumento nas últimas décadas, e o número de agricultores cadastrados também vem aumentando progressivamente. A certificação orgânica representa um dos mecanismos de garantia da qualidade orgânica de produtos disponibilizados, sendo demandando o registro oficial dos produtores no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO), organizado pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Dependendo principalmente da opção de comercialização dos produtos, é necessária a certificação individual de produtores para autorização de colocação de selo orgânico nos seus produtos. A certificação pode ser efetuada através de auditoria por Certificadoras Credenciadas ou por Organismos Participativos da Conformidade Orgânica (OPACs). No caso de produtores que vendem seus produtos diretamente para o consumidor final, este pode apenas solicitar o cadastramento através de uma Organização de Controle Social (OCS), mas não poderão pôr o selo nas embalagens dos produtos que vender. Estatísticas sobre a variação geográfica do uso da agricultura orgânica no Brasil podem ser obtidas a partir dos dados levantados durante os últimos Censos Agropecuários realizados pelo Instituto Brasileiro

de Geografia e Estatística ou analisando os dados de produtores orgânicos registrados no CNPO. As Unidades da Federação com maior número de produtores orgânicos cadastrados são Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo; e aquelas com maior densidade de produtores orgânicos em relação ao quantitativo de estabelecimentos rurais situados nelas são Distrito Federal, São Paulo e Rio de Janeiro. Na maior parte do País predominam certificações para a produção vegetal, e, na Região Norte, para extrativismo sustentável. O tipo de certificação predominante varia consideravelmente entre os Estados do País, estando pouco relacionado com o escopo produtivo da atividade orgânica realizada. Informações adicionais sobre a variação geográfica do uso da agricultura orgânica no Brasil são apresentadas no **Capítulo 53** (Volume 4).

O **Cadastro Ambiental Rural (CAR)** é um registro eletrônico público exigido pelo Código Florestal brasileiro, criado para auxiliar no processo de regularização ambiental nacional e nas métricas relacionadas aos indicadores cadastrais rurais. É obrigatório para todos os imóveis rurais do País, visando integrar informações destes sobre a situação das Reservas Legais (RLs), Áreas de Preservação Permanente (APPs), remanescentes de vegetação nativa, Áreas de Uso Restrito e áreas consolidadas, para subsidiar políticas públicas e o planejamento ambiental e econômico no combate ao desmatamento ilegal. Apenas um pequeno percentual dos cadastros foi analisado até o momento, sendo que em diversas Unidades da Federação foram identificadas áreas totais registradas bem maiores do que as consideradas passíveis de cadastro, além de ocorrerem sobreposições com Terras Indígenas, Unidades de Conservação e entre imóveis rurais vizinhos, comprometendo considerações atuais sobre a vegetação nativa declarada, sobre as RLs a regularizar e/ou APPs a recompor. São necessários esforços para corrigir erros declaratórios que permitam a futura consideração do CAR para atender os objetivos propostos no Código Florestal. **Indicadores Cadastrais Rurais** representam unidades de medida para indicação de características do meio rural, visando subsidiar a aplicação da legislação vigente e regularização fundiária no Brasil. Entre os principais indicadores destacam-se o Módulo Rural (MR), Módulo Fiscal (MF), Zona Típica de Módulo (ZTM), Fração Mínima de Parcelamento (FMP), Limite Livre de Transmissão de Terras a Estrangeiro (LLTTE), o Grau de Utilização da Terra (GUT), o Grau de Eficiência na Exploração (GEE) e a Zona Pecuária (ZP). Trata-se de indicadores definidos na década de 1980, que provavelmente, demandariam atualização no caso de diversos municípios. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 54** (Volume 4).

O Projeto MapBiomass representa uma iniciativa multi-institucional para o levantamento da evolução da **cobertura vegetal e uso da terra** no Brasil desde 1985, através da aplicação de técnicas de sensoriamento remoto para a identificação e

classificação de padrões em imagens anuais do satélite *Landsat*, as quais possuem resolução espacial de 30 metros. De acordo com a Versão 3.1 do Projeto MapBiomas (2019), em 2017 a classe Floresta foi a que ocupou maior extensão, representando 529.383.997 ha (62,17% do território brasileiro); Agropecuária ocupou 245.613.919 ha (28,84%); Formação Natural Não Florestal, 54.151.353 ha (6,36%); Corpos d'Água cobriu 17.589.974 ha (2,07%) e Área Não Vegetada ocupou 4.791.689 ha (0,56%). Apenas 36.076 ha (0,004% do território brasileiro) não foram classificados e incluídos na classe Não Observado. Em termos proporcionais no ano de 2017, dos 851.531.543 ha do território nacional, 30,01% (255.531.839 ha) foi ocupado por Classes Antrópicas (Floresta Plantada, Pastagem, Agricultura, Mosaico de Agricultura ou Pastagem, Infraestrutura Urbana, Mineração, Outras Áreas Não Vegetadas, e Aquicultura), e 69,99% (595.999.703 ha) por Classes Naturais, em diferentes estágios de regeneração (Floresta Natural, Área Úmida Natural Não Florestal, Formação Campestre, Apicum, Outra Formação Natural Não Florestal, Praia e Duna, Afloramento Rochoso, e Rios, Lagos e Oceano). Desconsiderando o grau de conservação de classes naturais (dados não divulgados), numa análise temporal conjunta da dinâmica da proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais nos biomas ao longo dos últimos 30 anos surgem três padrões bem definidos. O bioma Mata Atlântica aparece isoladamente como o mais afetado pela ação humana. Neste, as Classes Antrópicas já ocupavam 64,50% em 1985; em 2015 chegaram a ocupar 66,81%; e em 2017, 66,76%. O segundo padrão abrange os biomas Cerrado, Caatinga e Pampa, os quais apresentam uma proporção de Classes Antrópicas menos elevada que a da Mata Atlântica, porém mostraram um crescimento gradativo e constante ao longo dos últimos 30 anos, passando de cerca de 30% em 1985 para aproximadamente 40% em 2017. O terceiro padrão abrange os biomas Pantanal e Amazônia, os quais apresentam uma proporção de Classes Antrópicas muito menor, mas com um crescimento relativamente rápido ao longo das duas primeiras décadas analisadas, passando de uma proporção de aproximadamente 5% em 1985 para cerca de 10% em 2005, e a partir daí têm apresentado tendência a se estabilizar em torno de 13% até 2017. Os números apresentados pelo Projeto MapBiomas, baseados na classificação de imagens de satélite, mostram uma realidade bem mais confiável e profunda do Brasil nas últimas três décadas do que os dados levantados através do Cadastro Ambiental Rural, os quais são essencialmente declaratórios. Contudo, dados sobre o grau de conservação dos ambientes naturais seriam desejáveis para permitir uma avaliação mais abrangente sobre a realidade ambiental no Brasil. Informações mais detalhadas considerando dados disponíveis sobre a variação geográfica da cobertura vegetal e uso da terra são apresentadas no **Capítulo 55** (Volume 4).

A manutenção da vegetação natural e dos processos que dela dependem não envolve somente uma questão conservacionista, mas vai muito além: a vegetação nativa assegura benefícios destes ambientes naturais ao Homem, sejam eles bens ou processos benéficos. A polinização das culturas agrícolas é um exemplo muito conhecido, mas além deste há vários outros processos envolvidos, como a recarga de lençóis freáticos, o controle de pragas agrícolas por espécies predadoras (inimigos) naturais e a reciclagem de nutrientes do solo, que em conjunto fazem valoraável a preservação de vegetação natural nas propriedades rurais. Tais benefícios são chamados de **Serviços Ecossistêmicos** ou **serviços ambientais**, e a sua manutenção e otimização em áreas agrícolas são conseguidas, por exemplo, com a manutenção da cobertura vegetal, a redução do distúrbio mecânico dos solos e a diversificação de espécies cultivadas. Contudo, a miríade de benefícios oriundos da conservação da vegetação natural não é restrita e não pertence ao produtor rural, muitas vezes o responsável pela conservação desta vegetação: ela é disponível a todos que se encontram sob influência direta ou indireta, dependendo do Serviço Ecossistêmico considerado. Por exemplo, metrópoles podem beneficiar-se da recarga em lençóis freáticos situados a centenas de quilômetros de distância e proprietários rurais podem ter a frutificação efetiva em plantas de frutas cítricas aumentada em função de colônias de abelhas localizadas em áreas naturais de outros proprietários localizados a cerca de 3 km de distância. Deste modo, o reconhecimento pela sociedade, pelos cientistas, pelos produtores rurais e pelos políticos dos benefícios da preservação da vegetação natural é essencial para o desenvolvimento de legislação pertinente ao assunto, para a remuneração aos produtores rurais que mantêm vegetação natural e seus benefícios associados e para a otimização do bem-estar social obtido do somatório de benefícios disponibilizados pelos Serviços Ecossistêmicos. Mais informações sobre o tema são apresentadas no **Capítulo 56** (Volume 4).

### **Considerações Finais**

A agricultura brasileira tem passado por grandes mudanças nas últimas décadas, principalmente em função de desdobramentos nos diversos segmentos dos complexos agroindustriais e sistemas de produção associados, com reconhecida relevância para o País. A expansão da atividade agrícola alcançou proporções nunca vistas anteriormente no Brasil, tanto em termos de área de cultivo, quanto de produtividade e de produção, como consequência da busca de conhecimento e da adoção de novas tecnologias adaptadas à realidade do campo, à qualificação da assistência técnica e à capacidade



empreendedora dos agricultores (Albuquerque et al., 2008a; Assad et al., 2012; Dalmago et al., 2016).

Na década de 1950 o Brasil era grande importador de alimentos. A partir da década de 1960, a “Revolução Verde” estimulou um aumento sem precedentes da produtividade e da produção nacionais, através do desenvolvimento de pesquisas em sementes adequadas para tipos específicos de solos e climas, da fertilização e preparação do solo para os plantios e do desenvolvimento de máquinas. Os plantios de sementes modificadas e desenvolvidas em laboratórios, com alta resistência a pragas e doenças específicas; seu plantio aliado à utilização mais intensiva de agrotóxicos, fertilizantes químicos e ao uso de implementos agrícolas e mecanização; a escolha pelo plantio de novas variedades de plantas e a criação de raças melhoradas de animais permitiram o aumento significativo da produção agropecuária (Albuquerque et al., 2008a; Dalmago et al., 2016; Francisco, 2019).

Esses fatores contribuíram consideravelmente para o aumento da oferta de alimentos e a melhoria dos ganhos financeiros, com redução de custos de produção, poupando e/ou gerando divisas importantes para a economia do Brasil. Assim, do ponto de vista da eficiência econômica, a sociedade brasileira obteve ganhos expressivos com a agricultura cada vez mais desenvolvida. Por outro lado, a sociedade brasileira tem sido negligente e/ou responsável por inúmeros efeitos adversos relacionados à degradação do ambiente e de acossar pequenos agricultores que viviam ou vivem no campo, bem como em relação à qualidade física e nutricional dos alimentos produzidos. A expansão horizontal da agricultura, por meio da incorporação de novas áreas de terra ou da concentração de posse delas, estimulou o êxodo rural de diversas famílias de agricultores, “inchando” as periferias das grandes cidades. Também é notório que, para sustentar uma produção agrícola em grande escala tem sido crescente o uso de insumos externos à propriedade, criando um círculo vicioso de dependência para os agricultores. Adicionalmente, o fato de que grande parte do aumento do uso de insumos e de incorporação de terras terem ocorrido com base em critérios nem sempre adequados, tem contribuído, em diversas regiões, para o aumento da degradação do solo, da contaminação da água e do ambiente, e o comprometimento da qualidade dos alimentos, entre outras consequências, requerendo mudanças e adequações de postura frente aos padrões de produção e consumo de alimentos praticados atualmente (Dalmago et al., 2016). Assim, ainda que tenha trazido prosperidade econômica e, pelo lado da oferta, contribuído significativamente para a eliminação da fome no Mundo (a fome atual está principalmente relacionada com limitações de acesso por carência de renda ou pobreza, e por limitações de distribuição de alimentos) a intensificação da produção agrícola

também deixou um passivo ambiental representativo. Danos colaterais extensivos causados pelo uso excessivo de agrotóxicos (pesticidas, herbicidas e fertilizantes) implicaram na perda de biodiversidade, na resistência de espécies prejudiciais a pesticidas, no surgimento de novas pragas resistentes a princípios ativos utilizados anteriormente, no declínio do suprimento de água doce sem contaminantes, na degradação e erosão do solo, além de danos diretos à saúde humana (Pretty, 2018). Assim, o caminho que emerge para o mundo continuar produzindo alimentos, fibras, energias renováveis e outros bens de consumo frente à demanda em expansão e diante de um cenário de escassez de terras agricultáveis e de oferta de água, abrange a intensificação da produção pela via tecnológica, priorizando o desenvolvimento sustentável dos sistemas agrícolas. E a intensificação sustentável proposta para a agricultura envolve “produzir mais na mesma área de terra, sem custos adicionais impeditivos”, preferencialmente sem causar danos ao ambiente, e trazendo ganhos aos bens e serviços ecossistêmicos (Cunha, 2019).

A transição da intensificação convencional (em geral praticada pelo uso de mais insumos) para a intensificação sustentável em agricultura exige o cumprimento de certos estágios não lineares, que podem ser resumidos em três palavras: eficiência, substituição e redesenho. **Eficiência** implica na “otimização” de uso dos recursos disponíveis (terra, água, capital, trabalho, energia, produção), racionalizando o uso de insumos (cultivares/raças, fertilizantes, agrotóxicos, maquinário, sistema de irrigação, etc.), para minimizar perdas durante e pós-colheita, evitar desperdícios, e reduzir impactos ambientais e à saúde humana, além de obter maiores rendimentos a custos menores. A **substituição** abrange mudanças de tecnologias e processos de produção em busca de inovações tecnológicas<sup>3</sup> que trazem ganhos associados, devendo ser também consideradas. Entretanto, apenas eficiência e substituição, ainda que imprescindíveis, podem não ser suficientes para garantir ganhos em rendimento nos sistemas de produção agrícola e, ao mesmo tempo, trazerem benefícios ao ambiente. Além dos

---

<sup>3</sup> Exemplos de inovações tecnológicas: liberação de agentes de controle biológico para substituir o uso de agroquímicos, uso de bioinsumos, utilização de produtos silenciadores de genes baseados em RNA, substituição do uso do solo por hidroponia ou sistemas de plantio direto, criação de raças ou plantio de variedades de culturas mais resistentes a patógenos ou tolerantes a ambientes extremos (tolerância à seca, salinidade, temperatura), seleção de variedades mais eficientes na conversão de nutrientes em biomassa, uso de técnicas de sensoriamento remoto ou de levantamento georreferenciado em campo para a correção de *stands* ou aplicação de insumos a taxas variáveis, planejamento baseado na integração multidisciplinar de variáveis climáticas e dados relevantes, adequação de sistemas de produção considerando o consórcio ou rotação de culturas, otimização de sistemas de produção animal sem o uso comum de antibióticos ou hormônios, monitoramento frequente das atividades agropecuárias desenvolvidas, uso de nanotecnologia para a conservação de alimentos, utilização de impressoras 3D para a geração de próteses ou peças específicas, etc.(adaptado de Pretty, 2018).

incrementos em ganhos facultados pela eficiência e substituição, a intensificação sustentável pode demandar um **redesenho** dos sistemas agrícolas produtivos, dado o seu caráter transformativo, que inclui particularidades sociais e institucionais. No redesenho dos sistemas agrícolas produtivos é importante favorecer processos ecológicos que, uma vez maximizando a biodiversidade, promovam o aumento de conectividade da paisagem natural, o que irá favorecer os processos naturais de predação, parasitismo, alelopatia, herbivoria, polinização, fixação biológica de nitrogênio, sequestro de carbono, uso de bioinsumos, entre outros, que venham contribuir para a redução do consumo mundial de agrotóxicos sintéticos (que representam em torno de 3,5 milhões de toneladas de ingredientes ativos/ano), evitar o cultivo de mais terras e melhorar o desempenho dos serviços ecossistêmicos (Miranda; Miranda, 2004; Foley et al., 2011; Pavese, 2011; Romeiro, 2011; Pretty, 2018; Cunha, 2019), além de contribuir para a mitigação de mudanças climáticas (Pachauri; Meyer, 2015; Kasecker et al., 2018). Adicionalmente, é importante avaliar oscilações de mercado, de forma a evitar perdas econômicas que impeçam os agricultores de continuar produzindo satisfatoriamente em anos subsequentes.

O desenvolvimento de sinergias entre componentes de sistemas agrícolas e da paisagem natural também representa uma prioridade para o atendimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, na busca contínua de resultados visando progressivos ganhos ambientais e sociais considerando a dinâmica de cada ecossistema. Isso inclui a integração de conhecimentos que favoreçam a produção de alimentos sem o cultivo de novas áreas, a conservação da água e do solo, bem como o armazenamento de carbono no solo, a reciclagem de nutrientes e o manejo integrado de pragas e de sistemas de produção, contando com avanços tecnológicos e o apoio dos produtores, com o fim de melhorar a segurança alimentar e nutricional global (Pretty, 2018). Exemplos de tecnologias, desafios e práticas de manejo para subsidiar ações nesse sentido e que visem a aplicação para diversas culturas agrícolas podem ser encontradas em publicações como Albuquerque et al. (2008b), Lopes e Contini (2012), Silva et al. (2013), Sustentabilidade..., (2014a), Fundação Getúlio Vargas (2018), Bacci (2019), Figueiredo e Green (2019) e muitas outras. E se países desenvolvidos são responsáveis por grande parte da degradação ambiental nos seus próprios territórios (Miranda, 2008), ações nacionais e internacionais efetivas são necessárias em prol da sustentabilidade do Planeta, como o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA (United Nations, 2013) ou outros que reconheçam os serviços ecossistêmicos prestados por países com maior grau de conservação de ambientes naturais e requeiram ações de compensação por parte daqueles em que ocorreu maior devastação.

Cada vez mais, a superação de desafios e o aproveitamento de oportunidades em busca de uma produção sustentável demandam a análise e a adoção de visões sistêmicas que considerem o funcionamento específico e a interação dos diferentes elementos das cadeias produtivas. Isso permitirá subsidiar a formulação de recomendações e ações para a superação de desafios em busca da sustentabilidade e sustentação da produção agrícola nacional que leve em consideração suas três dimensões: social, econômica e ambiental (adaptado de Sustentabilidade..., 2014b).

Diante dos desafios apresentados na agropecuária, de aumento da produção sem ampliar a ocupação de área, e em busca de uma produção mais sustentável focando no uso mais eficiente de água, energia e insumos, surgem oportunidades para a implementação de inovações considerando a utilização de tecnologias da informação e comunicação (TICs), para auxílio na coleta, no monitoramento e na gestão baseados em análises integradas de grande volume de dados multidisciplinares. As tomadas de decisão a partir do conhecimento e da análise conjunta de dados como os obtidos por sensores em campo, de informações extraídas a partir da análise de imagens de satélite, *drones* e/ou grandes bases de dados<sup>4</sup>, aliadas à automação e robotização de atividades nas diferentes etapas da cadeia produtiva, têm potencial para possibilitar uma produção agrícola mais eficiente e sustentável, com base em uma abordagem mais precisa e eficaz dos recursos (adaptado de Massruhá; Leite, 2017). No entanto, por essas tomadas de decisão estarem baseadas numa infraestrutura altamente dependente da qualidade e confiabilidade das redes e serviços de telecomunicação e informação, muitos agricultores não conseguem aceder a essas tecnologias, já que 71,81% dos estabelecimentos rurais brasileiros não têm acesso a *Internet*, em 37,02% não há telefone, em 16,38% não há energia elétrica, e 23,03% dos agricultores declararam em 2017 não saber ler (IBGE, 2019b). São necessárias ações diferenciadas, considerando características locais dos agricultores.

Pesquisas visando o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias e práticas sustentáveis, bem como o acesso dos agricultores às consequentes inovações, deverão ser consideravelmente estimuladas, para possibilitar o aumento da produtividade e da produção agropecuárias a custos acessíveis, contribuindo para minimizar impactos

---

<sup>4</sup> Tecnologias envolvendo o uso de *softwares* de alto desempenho e redes de comunicação para acesso à Internet das Coisas (*Internet of Things* ou IoT), e ao "*Big data*" (conjunto imenso de dados multidisciplinares) como ferramentas para o gerenciamento de propriedades rurais considerando a chamada agricultura digital. Possibilitam a coleta, o armazenamento e o monitoramento automatizados de variáveis climáticas e do solo (temperatura, umidade, concentração de nutrientes), da ocorrência de pragas ou doenças, do grau de desenvolvimento e da produtividade em pequenas parcelas, de dados relacionados com a alimentação e saúde dos rebanhos, de manutenção de equipamentos agrícolas, da eficiência no uso de insumos e mão de obra, etc. (adaptado de Seixas; Contini, 2017).

ambientais e à saúde da população humana, reduzindo progressivamente a adoção de práticas prejudiciais e valorizando a conservação ambiental e de remanescentes da vegetação original, o que, por sua vez, irá favorecer a manutenção de serviços ecossistêmicos que garantam a disponibilidade de água, de agentes polinizadores e uma melhor conservação do solo, o que reúne importantes desafios rumo a uma nova Revolução Verde, cuja prioridade é o desenvolvimento sustentável dos sistemas agrícolas globais, incluindo o Brasil.

## Referências

ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da (Ed.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008a. v. 1, 1337 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117201/1/AGRICULTURA-TROPICAL-VOL1-ed01-2008.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2019.

ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da (Ed.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008b. v. 2, 700 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123816/1/Agricultura-tropical-VOL2.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2019.

ASSAD, E. D. **Agricultura de baixa emissão de carbono: a evolução de um novo paradigma: sumário executivo**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, [2013]. 38 p. Projeto Observatório ABC. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117611/1/sumario-estudo-1.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2015.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JÚNIOR, J.; ÁVILA, A. M. H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1057-1064, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v39n11/22575.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2019.

ASSAD, E. D.; MARTINS, S. C.; PINTO, H. P. **Sustentabilidade no agronegócio brasileiro**. [S.l.]: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, [2012]. 51 p. (Coleção de estudos sobre diretrizes para uma economia verde no Brasil). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/66505/1/doc-553.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2019.

BACCI, C. **Para alimentar o mundo, é preciso trazer inovação para a agricultura**. Agroblog. Disponível em: <<https://agrosmart.com.br/blog/alimentar-o-mundo-trazer-inovacao-para-agricultura/>>. Acesso em: 31 out. 2019.

CUNHA, G. **Eficiência, substituição e redesenho**. Disponível em: <<http://www.onacional.com.br/columnistas/gilberto+cunha/20/7>>. Acesso em: 9 set. 2019.

DALMAGO, G. A.; RIGHI, E. Z.; JESUS, K. R. E. de; CUNHA, G. R. da; SANTI, A. **Bases teóricas para definição de indicadores de sustentabilidade para cultivo de trigo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2016. 37 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 156). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1043062/1/ID436492016DO156.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2019.

EMBRAPA. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília, DF, 2018. 212 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/194611/1/Visao-2030-o-futuro-da-agricultura-brasileira.pdf>>. Acesso em: 7 mar. 2019.

FIGUEIREDO, R. de O.; GREEN, T. R. **A conservação de bacias e os desafios para a sustentabilidade da agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2019. 19 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 120). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/202771/1/Conservacao-Desafios-Figueiredo-Doc-120.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2019.

FOLEY, J. A.; RAMANKUTTY, N.; BRAUMAN, K. A.; CASSIDY, E. S.; GERBER, J. S.; JOHNSTON, M.; MUELLER, N. D.; O'CONNELL, C.; RAY, D. K.; WEST, P. C.; BALZER, C.; BENNETT, E. M.; CARPENTER, S. R.; HILL, J.; MONFREDA, C.; POLASKY, S.; ROCKSTRÖM, J.; SHEEHAN, J.; SIEBERT,

S.; TILMAN, D.; ZAKS, D. P. M. Solutions for a cultivated planet. **Nature**, v. 478, n. 7369, p. 337-342, 2011. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/nature10452>>. Acesso em: 22 out. 2019.

FRANCISCO, W. de C. e. "**Revolução Verde**". Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/revolucao-verde.htm>>. Acesso em: 21 out. 2019.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Casos de inovação na agricultura familiar**: confira as 14 iniciativas selecionadas. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.gvces.com.br/casos-de-inovacao-na-agricultura-familiar-confira-as-14-iniciativas-selecionadas?locale=pt-br>>. Acesso em: 30 out. 2019.

IBGE. **Malha municipal digital 2015**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2015/Brasil/BR/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/Brasil/BR/)>. Acesso em: 12 dez. 2017.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**: produção agrícola municipal: tabelas. Rio de Janeiro, 2017. Dados em nível de município. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 6 nov. 2017.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**: produção agrícola municipal: tabelas. Rio de Janeiro, 2019a. Dados em nível de município. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 6 nov. 2019.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática-SIDRA. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. Características dos Estabelecimentos Agropecuários: tabelas 6962, 6778 e 6755. Rio de Janeiro, 2019b. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 30 nov. 2019.

IBGE. **Censo agropecuário 1995/1996**: tabelas. Dados em nível de município. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Censo\\_Agropecuario/Censo\\_Agropecuario\\_1995\\_96/Brasil/](ftp://ftp.ibge.gov.br/Censo_Agropecuario/Censo_Agropecuario_1995_96/Brasil/)>. Acesso em: 25 out. 2018a.

IBGE. **Censo agropecuário 2006**: tabelas. Dados em nível de município. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9827-censo-agropecuario.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 25 out. 2018b.

IBGE. **Censo agropecuário 2017**: resultados preliminares: tabelas. Dados em nível de município. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?edicao=21858&t=resultados>>. Acesso em: 25 out. 2018c.

KASECKER, T. P.; RAMOS-NETO, M. B.; SILVA, J. M. C. da; SCARANO, F. R. Ecosystem-based adaptation to climate change: defining hotspot municipalities for policy design and implementation in Brazil. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 23, n. 6, p. 981-993, 2018. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11027-017-9768-6>>. Acesso em: 20 out. 2019.

LOPES, M. A.; CONTINI, E. Agricultura, sustentabilidade e tecnologia. **Agroanalysis**, v. 32, p. 28-34, 2012. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/132991/1/Agricultura-Sustentabilidade-e-Tecnologia.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2019.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A. Agro 4.0 - rumo à agricultura digital. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; SILVA, W. T. L. da; VALE, J. M. F. do; PURINI, S. R. de M.; MAGNONI, M. da G. M.; SEBASTIÃO, E.; BRANCO JÚNIOR, G.; ADORNO FILHO, E. F.; FIGUEIREDO, W. dos S.; SEBASTIÃO, I. (Org.). **JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade**: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. p. 28-35. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166203/1/PL-Agro4.0-JC-na-Escola.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2019

MIRANDA, E. E. de. Nós como falsos vilões. **Revista Carta na Escola**, n. 28, p. 24-25, ago. 2008. (Sustentabilidade na Escola - 10). Disponível em: <[http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPM-2009-09/2186/1/RCE28\\_falsosviloes.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPM-2009-09/2186/1/RCE28_falsosviloes.pdf)>. Acesso em: 30 set. 2019.

MIRANDA, J. R.; MIRANDA, E. E. de. **Biodiversidade e sistemas de produção orgânica**: recomendações no caso da cana-de-açúcar. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. 94 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 27). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120546/1/2253.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2019.

PACHAURI, R. L.; MEYER, L. A. (Ed.). **Climate Change 2014: synthesis report**. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2015. 151 p. Disponível em: <[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_wcover.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf)>. Acesso em: 28 out. 2019.

PAVESE, H. B. Delineamentos de uma economia verde. **Política Ambiental**, n. 8, p. 15-23, 2011. Disponível em: <[http://www.ie.ufrj.br/images/gema/Gema\\_Artigos/2011/PoliticaAmbiental08portugues.pdf#page=71](http://www.ie.ufrj.br/images/gema/Gema_Artigos/2011/PoliticaAmbiental08portugues.pdf#page=71)>. Acesso em: 23 out. 2019.

PRETTY, J. Intensification for redesigned and sustainable agricultural systems. **Science**, v. 362, n. 6417, eaav0294, 2018. Disponível em: <<https://science.sciencemag.org/content/362/6417/eaav0294.full>>. Acesso em: 9 set. 2019.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção v. 3.1 da série anual de mapas de cobertura e uso do solo no Brasil**. Disponível em: <<http://mapbiomas.org/>>. Acesso em: 8 mar. 2019.

ROMEIRO, A. R. Agricultura para uma economia verde. **Política Ambiental**, n. 8, p. 123-130, 2011. Disponível em: <[http://www.ie.ufrj.br/images/gema/Gema\\_Artigos/2011/PoliticaAmbiental08portugues.pdf#page=71](http://www.ie.ufrj.br/images/gema/Gema_Artigos/2011/PoliticaAmbiental08portugues.pdf#page=71)>. Acesso em: 23 out. 2019.

SEIXAS, M. A.; CONTINI, E. **Internet das coisas (IoT): inovação para o agronegócio**. Brasília, DF: Secretaria de Inteligência e Macroestratégia, 2017. (Embrapa. Secretaria de Inteligência e Macroestratégia. Diálogos Estratégicos, novembro 2017). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/192513/1/Internet-das-coisas-1.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2019.

SILVA, J. C. da; SILVA, A. A. S.; ASSIS, R. T. de (Org.) **Sustentabilidade e inovação no campo**. Uberlândia: Composer, 2013. 234 p. Disponível em: <<http://site.uniaraxa.edu.br/wp-content/uploads/2015/06/sustentabilidade-e-Inovacao-no-campo.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2019.

SUSTENTABILIDADE e sustentação da produção de alimentos no Brasil: o desafio da rentabilidade na produção. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Embrapa, 2014a. 228 p. Disponível em: <[https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Des\\_Rentabilidade\\_Vol\\_II\\_LIVRO\\_Web\\_13052015\\_10169.pdf/0b39ab99-0a1a-449f-b5ac-2da373169f83?version=1.3](https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Des_Rentabilidade_Vol_II_LIVRO_Web_13052015_10169.pdf/0b39ab99-0a1a-449f-b5ac-2da373169f83?version=1.3)>. Acesso em: 30 out. 2019.

SUSTENTABILIDADE e sustentação da produção de alimentos no Brasil: o papel do País no cenário global. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Embrapa, 2014b. 148 p. Disponível em: <[https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Papel\\_Brasil\\_Global\\_Vol\\_I\\_WEB\\_29042015\\_10159.pdf/3cdacdbf-64e8-49b3-bc46-e9c5e3771e35?version=1.3](https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Papel_Brasil_Global_Vol_I_WEB_29042015_10159.pdf/3cdacdbf-64e8-49b3-bc46-e9c5e3771e35?version=1.3)>. Acesso em: 30 out. 2019.

UNITED NATIONS. Governing Council of the United Nations Environment Programme. **Proposed medium-term strategy for the period 2014-2017**. Nairobi, 2013. Disponível em: <<http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/10609/K1350046.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 30 out. 2019.

