



AGRICULTURA TROPICAL SUSTENTÁVEL

CULTIVANDO SOLUÇÕES
PARA ALIMENTOS,
ENERGIA E CLIMA



FÓRUM BRASILEIRO
DA AGRICULTURA
TROPICAL

CRÉDITOS

COORDENAÇÃO GERAL

Roberto Rodrigues

Enviado especial de Agricultura da COP30

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Adriana Brondani

Biofocus Hub

Marcelo A. Boechat Morandi

Embrapa

Rodrigo C. A. Lima

Agroicone

Talita Priscila Pinto

FGV Bioeconomia

EQUIPE TÉCNICA

Felippe Cauê Serigati

FGV Agro

Janaína Ferreira Guidolini

FGV Agro

Pedro Wesley Vertino Queiroz

FGV Agro

EDIÇÃO E REVISÃO

Paulo Roberto D'Agustini

COORDENAÇÃO DE DESIGN E COMUNICAÇÃO VISUAL

Biofocus Hub

Néktar Design e Branding



AGRICULTURA TROPICAL SUSTENTÁVEL

**CULTIVANDO SOLUÇÕES PARA
ALIMENTOS, ENERGIA E CLIMA**



COLABORADORES

Esta publicação foi elaborada com a colaboração de instituições de referência no agronegócio brasileiro, entre elas associações setoriais, centros de pesquisa e especialistas das mais diversas áreas do setor.

ABAG – Associação Brasileira do Agronegócio

ABCA – Academia Brasileira de Ciência Agronômica

ABCZ – Associação Brasileira de Criadores de Zebu

ABIA – Associação Brasileira da Indústria de Alimentos

ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne

ABIMAQ – Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos

ABIOGÁS – Associação Brasileira do Biogás

ABIOVE – Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais

ABISOLO – Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal

ABRAMILHO – Associação Brasileira dos Produtores de Milho e Sorgo

ABRAPA – Associação Brasileira dos Produtores de Algodão

ABRASEM – Associação Brasileira de Sementes e Mudas

AGROICONE

ANDA – Associação Nacional para Difusão De Adubos

ANDAV – Associação Nacional dos Distribuidores de Insumos Agrícolas e Veterinários

ASBRAER – Associação Brasileira das Entidades de Assistência Técnica e Extensão Rural, Pesquisa Agropecuária e Regularização Fundiária

CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável

CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil

COALIZAÇÃO BRASIL CLIMA, FLORESTAS E AGRICULTURA

CROPLIFE BRASIL

EMBRAPA

FAESP – Federação da Agricultura do Estado de São Paulo

FEBRAPDP – Federação Brasileira do Sistema Plantio Direto

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

FUNDAÇÃO DOM CABRAL

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV Agro e FGV Bioeconomia)

IAC – Instituto Agronômico

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores

Insper Agro Global

Instituto Arapyáú

Instituto Equilíbrio

IPA – Instituto Pensar Agropecuária

IPAM – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MAPA – Ministério Agricultura e Pecuária

MBPS – Mesa Brasileira da Pecuária Sustentável

OCB – Organização das Cooperativas Brasileiras

SINDIRAÇÕES – Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal

SRB – Sociedade Rural Brasileira

UNICA – União Da Indústria de Cana-de-Açúcar



ABERTURA

A 30ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (Conferência das Partes) — COP30 que acontece em novembro em Belém do Pará não é uma COP do Brasil e nem da agricultura. É mais uma COP buscando mecanismos que evitem o aquecimento global. Por essa razão é frequente o questionamento quanto às “vantagens” que a agropecuária e/ou o agronegócio brasileiro poderiam obter em participar das discussões que ocorrerão no evento.

Trata-se de uma temática muito mais profunda do que aparenta, e vários pontos devem ser destacados. O primeiro deles tem a ver com a perda de protagonismo das organizações multilaterais, que tem causado uma certa perda de valores e direção para a Humanidade.

Sem punição para provocações que causam guerras ou destroem a democracia pelo mundo afora, vai sendo articulada uma situação de incerteza geral quanto ao futuro, uma certa insegurança de caráter geopolítico e até mesmo a sensação de uma nova “desordem” internacional.

Não faltam os arautos de que este cenário seria ameaça à paz mundial. E este é um tema que deveria empolgar todos os povos: lutar para garantir a paz mundial! Não pode haver maior questão para a contemporaneidade.

Garantir a paz é a ambição máxima que todo e qualquer cidadão de todo e qualquer rincão deste vasto mundo deve buscar!

Paz no presente e para o futuro.

Ninguém deveria sequer aceitar discutir: filhos e netos sem paz? Absurdo!

Esta deveria ser a bandeira maior para todos os líderes de todos os calibres e funções.

Pois bem, há um componente óbvio nesta busca: não haverá paz onde houver fome.

A história universal está cheia de comprovações de guerras provocadas pela fome. Portanto, a segurança alimentar é uma condição essencial para evitar a guerra. Por outro lado, a necessidade de matriz energética renovável e com menor impacto na emissão de gases de efeito estufa vem sendo perseguida há tempos. E a desigualdade social vem se transformando num fator de desesperança em todos os continentes, provocando ondas de imigração e o crescimento de insegurança pública.

É essencial enfrentar esta problemática com o mesmo vigor e determinação com que se enfrentam as mudanças climáticas. Os 4 pontos estão interconectados.

Para que a paz seja alcançada em sua plenitude, a Humanidade deve se unir com firmeza em torno de segurança alimentar para todos, transição energética para maior sustentabilidade, gerando empregos e renda nas regiões mais pobres para reduzir a desigualdade social, e fazer tudo isso a partir da atividade agropecuária regida pela ciência e pelas inovações tecnológicas.

Este horizonte terá sua maior plenitude no cinturão tropical do planeta. América Latina, África subsariana e parte da Ásia são as regiões onde existe terra para aumentar a área plantada e onde o padrão tecnológico ainda é baixo. Nesta grande faixa territorial é que vai acontecer o maior processo de produção agropecuária tropical sustentável que evitará guerras fratricidas de qualquer ordem.

E o Brasil é o país que desenvolveu a tecnologia tropical sustentável que pode ser replicada em toda esta faixa. Por isso a COP 30 é importante para a agropecuária brasileira e mundial: o mundo estará de olho no Brasil e este grande aparato tecnológico deve ser demonstrado à exaustão. Tudo o que foi aqui desenvolvido nos últimos 50 anos — de um país que importava 30% da alimentação consumida internamente nos anos 70 do século passado para um país que exporta produtos agrícolas para mais de 190 outros — deve ser mostrado, explicado e ter sua aplicação explicitada para o cinturão tropical.

Com isso, o Brasil pode deixar um legado inestimável para a Humanidade: sua produção agropecuária replicada será o seguro contra a insegurança, a fatura da Paz, com P maiúsculo! O segundo ponto da temática da COP é a determinação de seu Presidente, o Embaixador André Correa do Lago, de implementar as decisões desta COP e das anteriores na defesa da soberania dos povos. Em seu ano inteiro de mandato até a próxima COP, a de número 31, ele buscará todos os meios possíveis para esta implementação.

Com estes dois pontos, fica claro o possível legado do Brasil a partir da COP30: ser o paladino da Paz Mundial.



Roberto Rodrigues

Enviado Especial da Agricultura para a COP30





SUMÁRIO

AGRICULTURA TROPICAL SUSTENTÁVEL: CULTIVANDO SOLUÇÕES PARA ALIMENTOS, ENERGIA E CLIMA 10

Ciência, inovação e políticas públicas
para segurança alimentar
e resiliência climática global12

O que é o Fórum Brasileiro
da Agricultura Tropical?16

TRAJETÓRIA E EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA TROPICAL 18

A superação da herança colonial e o início
da Política Agrícola Nacional20

Da conquista do Cerrado à potência agrícola:
o papel da pesquisa na virada brasileira23

A Revolução Tropical: ciência, tecnologia,
políticas públicas e o salto
da agricultura brasileira27

O Tripé da Transformação: empreendedorismo,
inovação tecnológica e políticas públicas
na agricultura brasileira33

Um modelo tropical para o século XXI:
segurança alimentar e transição energética36

A sustentabilidade como jornada
da agricultura brasileira40

AGRICULTURA TROPICAL COMO PARTE DA SOLUÇÃO PARA OS DESAFIOS MUNDIAIS MODERNOS DO AGRONEGÓCIO 42

Agricultura tropical: potencial global para segurança alimentar e sustentabilidade climática	44
Agricultura tropical brasileira: ciência, cooperação e intensificação sustentável	46
O Plano ABC como marco da transição para agricultura de baixo carbono	50
Desafios contemporâneos da agricultura tropical	53
A base de todas as soluções: os serviços ecossistêmicos que sustentam a produção	55
Solo: a base da resiliência agrícola e da ação climática	56
Água como eixo de resiliência: irrigação eficiente e manejo hídrico inteligente	59
Gestão sustentável das florestas e biodiversidade, salvaguarda de múltiplos serviços ecossistêmicos	62
Intensificação sustentável: produtividade com resiliência e conservação	67
Sistemas integrados: custurando produtividade, conservação e inclusão na paisagem	70
Florestas plantadas: madeira, energia e carbono sem pressionar ecossistemas nativos	72
Pecuária regenerativa: transformando passivos em ativos produtivos	74
Bioenergia: da fazenda à matriz energética nacional	84
Bioinsumos e Fixação Biológica de Nitrogênio: a revolução silenciosa da agricultura tropical	86
Crédito rural e políticas estruturantes: o motor da transformação em escala	88
Desafios e caminhos para ampliar a escala da transformação	91

AGRICULTURA E SISTEMAS ALIMENTARES 94

Agricultura e sistemas alimentares	96
Agricultura tropical: pilar estratégico para sistemas alimentares sustentáveis e resiliência climática	98
Agricultura e sistemas alimentares na agenda climática global: avanços e compromissos recentes	103
COP30: agricultura tropical como pilar da segurança alimentar e energética global	108

TEMAS ESTRATÉGICOS PARA A AGRICULTURA TROPICAL NO REGIME CLIMÁTICO GLOBAL 110

Agenda de ação da Presidência da COP30	112
Indicadores de sucesso da COP30	128

AÇÕES PROPOSITIVAS 130

A agricultura tropical e o desafio da ação climática global	132
Uma proposta dos trópicos para o mundo	134
Transformação da agricultura e sistemas alimentares: financiamento e transição justa para mercados funcionais e cooperativos	136
Eixos propositivos: agricultura e ação climática	142
Agricultura tropical sustentável: cultivando soluções para alimentos, energia e clima	147

REFERÊNCIAS 148

**AGRICULTURA TROPICAL
SUSTENTÁVEL: CULTIVANDO
SOLUÇÕES PARA
ALIMENTOS, ENERGIA
E CLIMA**







CIÊNCIA, INOVAÇÃO E POLÍTICAS PÚBLICAS PARA SEGURANÇA ALIMENTAR E RESILIÊNCIA CLIMÁTICA GLOBAL

Onde não houver alimento, não haverá paz. Essa afirmação, simples e poderosa, carrega uma sabedoria ancestral: a agricultura sustenta vidas, estrutura territórios, garante estabilidade política, social e econômica e molda o destino das nações. **Quando a produção agrícola prospera, comunidades florescem, mercados se fortalecem e sociedades avançam.** Quando falha, a fome se instala, conflitos emergem e as estruturas sociais se fragilizam.

Em um mundo marcado por transformações aceleradas — crises climáticas, pressões energéticas e desigualdades persistentes — a agricultura permanece no centro do debate global não apenas por alimentar bilhões de pessoas, mas por conectar, de forma indissociável, o que produzimos e consumimos, a energia que utilizamos e as condições climáticas que moldam nosso cotidiano. Garantir **segurança alimentar** para uma população que ultrapassará 9,7 bilhões de pessoas até 2050 exige produzir mais e melhor, de forma sustentável, resiliente e inclusiva. Acelerar a **transição energética**

tornou-se imperativo diante da necessidade de reduzir a dependência de combustíveis fósseis e mitigar emissões. Enfrentar as **mudanças climáticas** requer ações integradas de adaptação e mitigação, capazes de proteger sistemas produtivos e ecossistemas naturais. Reduzir **desigualdades sociais** implica democratizar o acesso a oportunidades, tecnologias e mercados — sobretudo no meio rural, onde milhões de agricultores familiares e comunidades tradicionais ainda enfrentam vulnerabilidades estruturais.

Esses desafios não podem ser tratados isoladamente. Segurança alimentar, transição energética, ação climática e justiça social são agendas interdependentes: nenhuma avança sem as demais. Sistemas alimentares resilientes são essenciais para mitigar emissões; energia limpa é indispensável para sustentar a produção agrícola; inclusão social é condição para o progresso das pessoas e ampliação da adoção de tecnologias e práticas sustentáveis. **Quando articuladas, essas agendas convertem avanços setoriais em ganhos sistêmicos e fortalecem a resiliência global.**

Nesse contexto de interdependências, os trópicos ocupam posição estratégica. O cinturão tropical, que abrange as Américas, a África e a Ásia, concentra cerca de 40% das terras aráveis e 52% da água doce do planeta, distribuídas em regiões de cerrados, savanas e florestas tropicais, uma heterogeneidade que reflete a variedade de condições ecológicas e desafios produtivos dessa faixa do planeta.



A riqueza natural confere aos países tropicais um **potencial produtivo extraordinário**, capaz de alimentar populações locais e contribuir decisivamente para a segurança alimentar global. **Ao mesmo tempo, essas mesmas regiões enfrentam elevada vulnerabilidade climática.** Secas prolongadas, chuvas irregulares, ondas de calor, enchentes e a intensificação de pragas e doenças ameaçam safras, reduzem produtividade e ampliam a insegurança alimentar em escala regional.

Transformar essa combinação de riqueza e vulnerabilidade em prosperidade duradoura exige ciência aplicada, cooperação internacional e políticas públicas consistentes. Exige, sobretudo, reconhecer que a agricultura tropical não é parte do problema, mas parte essencial da solução. Práticas como a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), a recuperação de pastagens degradadas, o plantio direto, a fixação biológica de nitrogênio, o uso de bioinsumos, a produção de bioenergia, e o reaproveitamento de co-produtos e resíduos em processos de circularidade comprovam que é possível conciliar produtividade, conservação ambiental e mitigação de emissões.

A experiência brasileira demonstra, de forma concreta, que esse caminho é viável e escalável. Ao longo de cinco décadas, o país construiu um modelo singular de agricultura tropical, baseado em três pilares complementares: **ciência de ponta, políticas públicas estruturantes e empreendedorismo rural.** A criação da Embrapa, em 1973,

juntamente com instituições de pesquisa e ensino, marcou o início de uma revolução científica que adaptou tecnologias globais às condições tropicais e desenvolveu soluções inovadoras — da conquista do Cerrado à fixação biológica de nitrogênio e à expansão do sistema plantio direto. Políticas como o Plano ABC e sua atualização, o ABC+, consolidaram práticas sustentáveis ao integrar crédito rural, assistência técnica e zoneamento climático. O empreendedorismo dos produtores converteu ciência e políticas em resultados no campo, provando que inovação e sustentabilidade caminham juntas.

O resultado dessa trajetória é uma agricultura capaz de produzir mais e melhor, com menor pegada ambiental, alinhada às metas climáticas globais e à transição energética. O Brasil é hoje o quarto maior produtor de grãos do mundo, o segundo maior produtor e o principal exportador de carne bovina, líder global em produção de soja, açúcar, café e suco de laranja, e potência em bioenergia, com 49% de sua matriz energética composta por fontes renováveis, das quais cerca de 30% provêm diretamente do agronegócio. Ao mesmo tempo, preserva 66,3% de seu território com vegetação nativa, demonstrando que é possível conciliar produção agrícola em larga escala com conservação ambiental e responsabilidade climática.

Essa experiência oferece lições valiosas para outros países tropicais e para a agenda climática global. Demonstra que a agricultura tropical, quando apoiada por ciência, políticas públicas e instrumen-

tos de implementação adequados, pode liderar a transformação dos sistemas alimentares, contribuindo simultaneamente para a segurança alimentar, a transição energética, a mitigação climática e a justiça social. Mais do que isso, revela que os trópicos não estão condenados à baixa produtividade ou à degradação ambiental. Pelo contrário: têm condições de se tornarem referência e protagonizarem a agricultura sustentável global, resiliente e de baixo carbono.

O Fórum Brasileiro da Agricultura Tropical tem a honra de apresentar o documento **AGRICULTURA TROPICAL SUSTENTÁVEL: cultivando soluções para alimentos, energia e clima** uma contribuição estratégica às discussões globais sobre segurança alimentar, transição energética e ação climática. Mais do que uma publicação, **AGRICULTURA TROPICAL SUSTENTÁVEL: cultivando soluções para alimentos, energia e clima** propõe um novo olhar sobre os trópicos: que reconhece o papel central da agricultura na construção de um futuro sustentável, resiliente e inclusivo. A partir de uma análise fundamentada em ciência, inovação e políticas públicas, o documento traça um caminho **baseado em adaptação e mitigação**, capaz de enfrentar os grandes desafios do nosso tempo.

Ao manejar de forma eficiente o solo e a água, utilizar cultivares e raças adaptadas às novas condições climáticas, adotar sistemas integrados de produção e ampliar o uso de energias limpas, a agricultura tropical consegue transformar a adaptação em uma via de duplo impacto: **mitiga emissões de gases de efeito estufa (GEE) e aumenta os estoques de carbono no solo e na biomassa**. Assim, fortalece-se a oferta de bioenergia renovável e consolida-se a sustentabilidade dos sistemas produtivos tropicais.

Iniciamos esta reflexão revisitando a **trajetória e a evolução da agricultura brasileira**, destacando os marcos históricos, institucionais e científicos que moldaram o modelo tropical do país. Da supe-

ração da herança colonial à conquista produtiva do Cerrado, da Revolução Verde adaptada aos trópicos à consolidação do Brasil como uma potência agroambiental, procuramos reconstruir o percurso trilhado e os aprendizados acumulados ao longo de cinco décadas de transformações profundas.

Em seguida, são apresentadas **as soluções desenvolvidas pela agricultura tropical brasileira**. Fundamentadas em ciência, inovação e nos saberes tradicionais, **essas soluções visam preservar e valorizar serviços ecossistêmicos essenciais** — como solo, água e biodiversidade —, transformando-os na base sobre a qual se constroem respostas técnicas aos desafios do agronegócio contemporâneo. Essa compreensão sustenta uma nova geração de políticas e tecnologias agrícolas, com destaque para a **Abordagem Integrada da Paisagem (AIP), exemplificada pelo Plano ABC+**. Essa abordagem reconhece os territórios em sua totalidade ambiental, social e produtiva, incorporando estratégias específicas por bioma. A proposta rompe com a visão setorial que separa agricultura e florestas, adotando uma perspectiva sistêmica que considera as interações entre ecossistemas, atividades econômicas e comunidades. Essa visão favorece o planejamento territorial equilibrado e impulsiona práticas como a agricultura regenerativa e a preservação de florestas vivas. Cada solução apresentada é acompanhada de evidências científicas, dados quantitativos e exemplos práticos, demonstrando seu potencial de replicação em diferentes contextos tropicais.

O documento também discute o **papel estratégico da agricultura na transformação dos sistemas alimentares globais**. Explora a relação entre agricultura tropical, segurança alimentar e resiliência climática, sublinhando a importância da integração das cadeias produtivas, da rastreabilidade, da redução de perdas e desperdícios, bem como do fortalecimento de mercados mais inclusivos. Além disso, analisa os avanços recentes do tema na

agenda climática internacional, desde o *Koronivia Joint Work on Agriculture (KJWA)* até a *Emirates Declaration* e a iniciativa *Harmoniya*, propondo caminhos para ampliar o protagonismo da agricultura tropical nas negociações globais.

Ao reunir diferentes perspectivas — de instituições de pesquisa, *think tanks* e especialistas envolvidos nas discussões globais sobre agricultura e clima —, o Fórum Brasileiro de Agricultura Tropical propõe-se a atuar ativamente pelo **reposicionamento político-diplomático dos sistemas agrícolas como soluções climáticas**. Busca também reforçar a **centralidade da adaptação**, ampliar o **acesso ao financiamento climático**, promover a **coexistência de modelos produtivos** e integrar **segurança alimentar e energética** às metas globais.

Por fim, o documento apresenta uma **proposta de caminhos estratégicos para a COP30**, em Belém, e além dela. Reafirma o protagonismo da agricultura tropical na construção de um futuro sustentável,

oferecendo recomendações para **fortalecer a cooperação internacional, ampliar o acesso a financiamento climático, consolidar mecanismos de rastreabilidade e certificação, e integrar agricultura e sistemas alimentares às metas globais de adaptação e mitigação**.

A mensagem central deste documento é direta e urgente: **ao integrar produtividade, inclusão social e ação climática, a agricultura tropical fortalece a paz social ao garantir alimento nutritivo e acessível, energia renovável e resiliência frente às mudanças globais**. Esse é o legado que os trópicos podem e devem oferecer ao mundo. A COP30, sediada em Belém, na maior floresta tropical do planeta, representa uma oportunidade única para consolidar esse protagonismo, demonstrando que ciência, inovação, políticas públicas e cooperação internacional podem, juntas, construir soluções de escala global com raízes locais. Soluções que alimentam, energizam, protegem o clima e promovem justiça. Soluções que, em última análise, sustentam a paz.





O QUE É O FÓRUM BRASILEIRO DA AGRICULTURA TROPICAL?

O **Fórum Brasileiro da Agricultura Tropical** é uma iniciativa estratégica que reúne centros de pesquisa, instituições de referência, representantes do setor produtivo e especialistas de múltiplas áreas para posicionar a agricultura tropical como pilar das soluções climáticas globais na **30ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP30)** e além dela.

Proposto pelo **Centro de Estudos do Agronegócio (FGV Agro)** e pelo **Observatório de Bioeconomia da Fundação Getúlio Vargas (FGV Bioeconomia)**, o Fórum constitui-se como um **espaço permanente de articulação técnica, diálogo interinstitucional e formulação de propostas concretas**. Seu objetivo central é **posicionar a agricultura tropical como eixo estruturante das soluções globais para a crise climática, a segurança alimentar e a transição energética**, reconhecendo a singularidade, a inovação e a sustentabilidade dos sistemas produtivos tropicais.

A criação do Fórum responde à necessidade de o Brasil apresentar ao mundo uma **narrativa coerente, baseada em evidências científicas, práticas agroambientais eficazes e conhecimento técnico adaptado às realidades tropicais**. Em um cenário internacional cada vez mais influenciado por modelos desenvolvidos para contextos temperados, o Fórum demonstra que a agricultura tropical é solução viável, escalável e estratégica para enfrentar simultaneamente a crise climática, garantir segurança alimentar e acelerar a transição energética.

Embora concebido no contexto preparatório da COP30, o Fórum foi desenhado para uma **atuação contínua no período pós-COP**, contribuindo para o desenvolvimento de **políticas públicas, a consolidação de marcos regulatórios e o fortalecimento da liderança brasileira na construção de uma agricultura de baixo carbono, resiliente e inclusiva**.



TRAJETÓRIA E EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA TROPICAL





A SUPERACÃO DA HERANÇA COLONIAL E O INÍCIO DA POLÍTICA AGRÍCOLA NACIONAL

Da exploração colonial ao fortalecimento institucional, a agricultura brasileira passou por profundas transformações até consolidar uma política agrícola nacional capaz de integrar inovação, crédito, extensão rural e sustentabilidade às condições tropicais do país.

A agricultura brasileira é fruto de uma trajetória marcada por profundas e contínuas transformações. **Desde os primórdios no extrativismo do período colonial até a implementação de políticas voltadas à inovação tecnológica e à sustentabilidade, cada fase desse percurso contribuiu com aprendizados valiosos e impulsionou novos ciclos de desenvolvimento.** Essa evolução moldou o setor agrícola em toda a sua complexidade e diversidade, refletindo tanto os desafios históricos quanto os avanços que caracterizam a realidade contemporânea do campo no Brasil¹.

O período colonial foi caracterizado pela exploração intensiva de espécies nativas. **No início do século XVI, o pau-brasil destacou-se como o primeiro grande produto de exportação, sendo posteriormente seguido por madeiras de lei como jacarandá, cedro e mogno, que atenderam à demanda dos mercados interno e externo.** Essa atividade resultou na retirada de grandes volumes de madeira de regiões como a Mata Atlântica e a Amazônia, influenciando significativamente a paisagem e os ecossistemas locais.

Até meados do século XX, a agricultura ainda refletia essa herança: **baixa produtividade, desigualdades regionais e frágil integração ao processo de industrialização.** Predominavam sistemas extensivos baseados na abertura de novas áreas, com pouca mecanização, baixo uso de insumos como fertilizantes e defensivos e forte dependência do trabalho manual^{1,2}.

As disparidades regionais eram evidentes. No Sul e Sudeste, a imigração europeia trouxe diversificação produtiva e dinamismo às pequenas e médias propriedades¹. No Nordeste, persistiam culturas tradicionais como algodão e cana-de-açúcar, vulneráveis à irregularidade climática. O Centro-Oeste era considerado impróprio para a agricultura devido à acidez e baixa fertilidade dos solos, enquanto o Norte mantinha-se isolado em torno do extrativismo da borracha e da castanha. Esse quadro reforçava a percepção de um país rico em terras, mas incapaz de explorá-las de forma eficiente. Ao mesmo tempo, países de clima temperado já avançavam em mecanização e produtividade.

Nos anos 1960 e 1970, a rápida urbanização e o crescimento econômico ampliaram a demanda por alimentos, exigindo investimentos em infraestrutura, especialmente rodovias e ferrovias, para conectar regiões agrícolas ao mercado nacional^{1,3}. Persistia, contudo, a vulnerabilidade externa: o Brasil importava grande parte dos insumos agrícolas e dos alimentos que consumia.

Foi nesse contexto que se estruturaram as primeiras políticas agrícolas modernas. O marco principal foi a criação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), em 1965, que introduziu instrumentos de financiamento com juros subsidiados, recursos obrigatórios dos bancos comerciais e garantias específicas para o setor⁴. Embora concentrado em médios e grandes produtores, o SNCR lançou as bases de uma política agrícola nacional e preparou o terreno para a chegada dos insumos da Revolução Verde.

Outras instituições também desempenharam um papel fundamental no fortalecimento da agricultura brasileira. A **assistência técnica e a extensão rural (Ater)**, iniciada em Minas Gerais em 1948, foi consolidada em 1975 com a criação da Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (Embrater). A **Embrater tinha como missão difundir os avanços da pesquisa agropecuária entre**

os produtores rurais, orientando sua aplicação prática no campo e coordenando o sistema nacional de Ater, composto por 26 organizações estaduais. Paralelamente, **o cooperativismo, que teve início no início do século XX em regiões de forte presença de imigrantes, ganhou projeção nacional com a fundação da Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB), em 1969⁴.**



CASE BRASIL

O PODER TRANSFORMADOR DO COOPERATIVISMO

O cooperativismo agropecuário do Brasil, liderado nacionalmente pelo Sistema OCB, tornou-se uma das maiores expressões da força coletiva no campo e um diferencial estratégico da agricultura tropical. Em 2024, o país contava com **4.384 cooperativas**, reunindo 25,8 milhões de cooperados e gerando mais de **578 mil empregos diretos**. Com um faturamento de R\$ 757,9 bilhões e R\$ 51,3 bilhões distribuídos em sobras aos associados, o setor revela não apenas sua solidez, mas também o seu compromisso com a prosperidade compartilhada. Os ativos das cooperativas já ultrapassam R\$ 1,39 trilhão, refletindo a confiança e a capacidade de reinvenção do movimento.

No coração desse sistema está o **ramo agropecuário**, formado por **1.172 cooperativas** que congregam mais de 1 milhão de produtores. Juntas, essas organizações **movimentam R\$ 438,3 bilhões por**

ano e sustentam 268 mil empregos diretos. Mais do que números, essa rede fortalece a agricultura familiar, impulsiona o agronegócio e gera dinamismo nas economias locais. A presença cooperativista transforma territórios: municípios com atuação cooperativa registram, em média, R\$ 5,1 mil a mais no PIB per capita — um indicador concreto do seu impacto positivo.

Mas o cooperativismo vai além dos resultados econômicos. Ele é uma alavanca de inclusão social, ambiental e produtiva. Ao integrar crédito, assistência técnica e acesso a mercados, promove oportunidades, reduz desigualdades e fortalece a resiliência das comunidades rurais. É um modelo que une eficiência com equidade, e crescimento com sustentabilidade — um verdadeiro patrimônio institucional do Brasil e um exemplo inspirador de como a união pode transformar realidades.

Fonte: Sistema OCB, Anuário do Cooperativismo, 2024.

Nesse período, as políticas de incentivo ao reflorestamento também se fortaleceram. Entre 1966 e 1988, estímulos fiscais impulsionaram significativamente o setor, elevando a área de florestas plantadas de pouco mais de 500 mil hectares para 5,9 milhões. Como resultado, a produção de celulose cresceu 15,5 vezes, enquanto a de papel aumentou 5,7 vezes. Esse avanço evidenciou que a modernização agrícola brasileira ia além da produção de alimentos: ao integrar silvicultura e indústria, o país diversificava a sua base produtiva¹.

Esse conjunto de iniciativas — crédito rural, extensão, cooperativismo e reflorestamento — preparou o país para enfrentar o desafio de adaptar a Revolução Verde às condições únicas dos trópicos

CASE BRASIL

POTÊNCIA MUNDIAL DA CELULOSE

O Brasil consolidou-se como o **maior exportador de celulose do mundo**, resultado de uma combinação entre condições naturais privilegiadas, tecnologia florestal de ponta e investimentos robustos e contínuos. Em 2024, a produção nacional atingiu **25,5 milhões de toneladas**, com 9,5 milhões destinadas à exportação apenas no primeiro semestre.

As vendas externas somaram US\$ 10,6 bilhões — um expressivo crescimento de 33% em relação a 2023, posicionando o setor entre os principais geradores de divisas do país. **Com elevada eficiência produtiva e projetos industriais de grande escala, a celulose brasileira tornou-se uma referência global em competitividade, inovação e sustentabilidade.**

Fontes: Indústria Brasileira de Árvores (IBA), 2024.



DA CONQUISTA DO CERRADO À POTÊNCIA AGRÍCOLA: O PAPEL DA PESQUISA NA VIRADA BRASILEIRA

A agricultura brasileira, diante das limitações da Revolução Verde importada de outros países, precisou adaptar soluções para os trópicos, o que levou à criação da Embrapa e ao início de uma transformação que fez do Brasil um referencial global em agricultura tropical.

A década de 1970 representou um divisor de águas para a agricultura brasileira. **O país buscava modernizar-se em sintonia com a chamada Revolução Verde**, já consolidada em regiões temperadas como Estados Unidos e Europa Ocidental e em países tropicais como México e Índia. **No entanto, o Brasil não poderia simplesmente importar esses modelos: era preciso adaptar tecnologias a solos, climas e ecossistemas próprios dos trópicos.**

O Cerrado brasileiro, com 204 milhões de hectares, era considerado inadequado para a agricultura devido à acidez do solo, excesso de alumínio e baixa fertilidade natural. Some-se a isso a irregularidade climática, com longos períodos de seca e chuvas instáveis, que tornavam a produção imprevisível³. As tentativas de cultivar trigo fracassaram repetidamente, revelando que os pacotes tecnológicos da Revolução Verde, tão eficazes em climas temperados, não eram suficientes para superar os desafios brasileiros¹.



CASE BRASIL

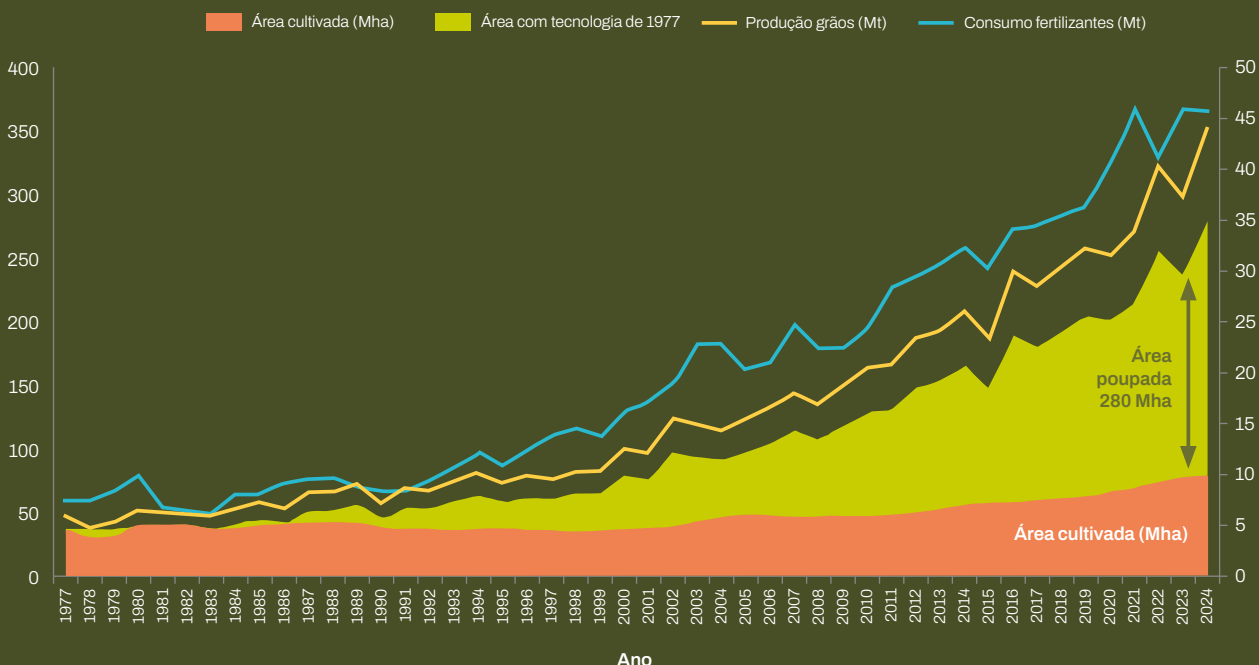
ADICIONANDO NUTRIENTES AOS SOLOS E POUPIANDO ÁREA

Nos últimos 47 anos, o Brasil viveu uma verdadeira revolução silenciosa no campo. O emprego de fertilizantes cresceu **515%**, acompanhando o salto de **534%** na produção de grãos, enquanto a área cultivada aumentou apenas 114%. Essa combinação de ciência, tecnologia e manejo pou-

pou o país de abrir **157 milhões de hectares** adicionais — área equivalente a várias vezes o território agrícola de estados inteiros — preservando florestas e biodiversidade ao mesmo tempo em que garantia a segurança alimentar.

EFEITO POUPA-TERRA COM USO DE TECNOLOGIAS, INCLUINDO FERTILIZANTES

Fonte: CONAB, ANDA, 2025



Hoje, o Brasil responde por **9,7% do consumo global de fertilizantes**, um indicador da sua força produtiva e da capacidade de tornar solos naturalmente pobres em base fértil para uma agricultura competitiva. E o futuro já está em construção: o

Plano Nacional de Fertilizantes 2050 aposta na ampliação da produção nacional e no incentivo à inovação em moléculas, aditivos e biofertilizantes, reduzindo perdas, otimizando recursos e minimizando impactos ambientais.

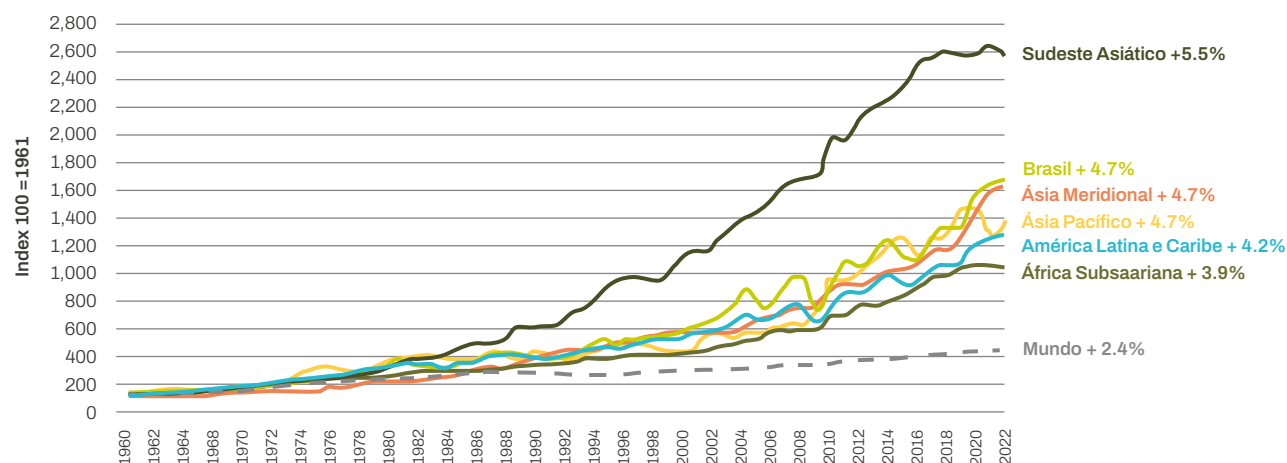
Fonte: Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), 2025.

Ainda assim, o Brasil absorveu parte dos insumos da Revolução Verde. Entre 1964 e 1979, o consumo de fertilizantes cresceu **1.243,2%**, o de defensivos químicos **421,2%** e o número de tratores **389,1%**¹. Os ganhos de produtividade, entretanto, foram modestos: apenas **2,68%** nas culturas voltadas ao consumo interno e **5,29%** naquelas destinadas à exportação. Em 1980, o Brasil gastava cerca de US\$ 1,6 bilhão em importação de insumos e combustíveis, além de US\$ 1,5 bilhão em alimentos básicos, totalizando US\$ 3,1 bilhões e pressionando a balança comercial¹.

A partir dos anos 2000, as importações de fertilizantes cresceram de forma acelerada, com destaque para a África Subsaariana (12,4% ao ano), seguida pela Ásia (7,2%) e América Latina (6,5%), taxas superiores à média global. Enquanto países temperados ampliavam produtividade com sementes de alto rendimento e fertilizantes nitrogenados, a maioria dos países tropicais permanecia estagnada por barreiras naturais e institucionais⁵. Ficava claro que importar tecnologia não bastava, seria necessário **desenvolver ciência adaptada às condições tropicais.**

EVOLUÇÃO DO ÍNDICE DE INSUMOS (FERTILIZANTES E RAÇÕES) POR REGIÃO, ENTRE 1961 E 2022, EM BASE 100 = 1961

Fonte: Insuper Agro Global, elaborado com base nos dados do USDA ERS, 2025



Na África Subsaariana, esse cenário é particularmente crítico devido a problemas estruturais profundos que se retroalimentam: a infraestrutura de pesquisa é limitada, o que contribui para a aplicação inadequada de tecnologias que desconsideram particularidades locais dos solos e culturas. Além disso,

os custos elevados de insumos importados tornam a modernização ainda mais difícil. Somam-se a esse quadro mercados pouco integrados, logística precária, problemas de governança e baixíssimo acesso à irrigação, fatores que, em conjunto, impedem a transformação produtiva da região⁵.



Na América Latina e Ásia, a Revolução Verde alcançou sucesso graças a investimentos públicos consistentes em pesquisa, infraestrutura, assistência técnica e crédito rural, além da adaptação bem-sucedida de culturas como trigo, milho e soja às condições locais. **O Brasil, porém, foi além: reconheceu os limites da Revolução Verde e passou a investir em ciência própria.**

Esse movimento culminou na **constituição da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)**, autorizada pela Lei nº 5.851 de 1972 e instalada oficialmente em 1973. Herdando cerca de 70 estações experimentais e uma rede dispersa de institutos regionais, a instituição nasceu com a missão de coordenar e desenvolver pesquisa agropecuária voltada para os trópicos¹.

No mesmo período, em 1975, o governo lançou o **Programa Nacional do Álcool (Proálcool)**, posicionando o Brasil como líder mundial em biocombustíveis. A política mostrou que a agricultura poderia ser não apenas base da segurança alimentar, mas também vetor da segurança energética, ao integrar o etanol de cana-de-açúcar à matriz nacional e antecipar debates sobre transição para uma economia de baixo carbono⁴.

Em 1977, a Embrapa já contava com 17 Centros Nacionais de Pesquisa e 24 Unidades de Execução de Pesquisas Agropecuárias, consolidando rapidamente sua presença no país¹. Iniciou também programas em áreas críticas: correção da acidez dos solos com calagem, adubação fosfatada, fixação biológica de nitrogênio (FBN), melhoramento de pastagens e adaptação da soja e do milho às condições tropicais³.

Essa fase preparatória foi decisiva para que, nas décadas seguintes, a agricultura brasileira desse o salto que a transformaria em referência mundial.



A REVOLUÇÃO TROPICAL: CIÊNCIA, TECNOLOGIA, POLÍTICAS PÚBLICAS E O SALTO DA AGRICULTURA BRASILEIRA

A agricultura brasileira viveu uma transformação inédita, impulsionada pela ciência tropical e por políticas públicas consistentes. Esse movimento possibilitou a conquista do Cerrado, o crescimento expressivo da soja e do milho, além do fortalecimento da pecuária e da agricultura familiar. A experiência mostrou ao mundo que os trópicos não estavam condenados à baixa produtividade, mas que o Brasil poderia ser referência global em agricultura tropical.

Se a década de 1970 foi marcada por paradoxos, os anos 1980 inauguraram um período de transformação sem precedentes na agricultura brasileira. **A ciência tropical começou a apresentar resultados concretos, as políticas públicas ampliaram seu alcance e os agricultores responderam com empreendedorismo e ousadia.** O Brasil passou, então, a demonstrar que os trópicos não estavam fadados à baixa produtividade, mas sim aptos a se tornarem territórios férteis para a inovação, a eficiência e o desenvolvimento sustentável.

O maior símbolo dessa mudança foi a conquista do Cerrado. Antes considerado improdutivo, o bioma transformou-se em motor da produção agrícola nacional. **Tecnologias como calagem em larga escala, adubação fosfatada, fixação biológica de nitrogênio (FBN), melhoramento genético de plantas e adaptação de raças animais permitiram ganhos expressivos de produtividade**³. Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Piauí, Bahia e Maranhão tornaram-se polos estratégicos de produção.

CASE BRASIL

FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN), A FERRAMENTA QUE MUDOU A HISTÓRIA DA SOJA

A FBN é um dos maiores exemplos de como a ciência tropical pode gerar soluções inovadoras com impacto global. Desenvolvida de forma pioneira no Brasil, a técnica tem suas raízes nos estudos da cientista Johanna Döbereiner, da Embrapa, que identificou e aplicou bactérias do gênero *Bradyrhizobium* na cultura da soja. Graças a essa descoberta, a planta passou a captar nitrogênio diretamente do ar, reduzindo drasticamente a dependência de fertilizantes nitrogenados.



O resultado é extraordinário. A FBN proporciona ao Brasil uma economia anual estimada entre US\$ 10 e US\$ 25 bilhões em adubos nitrogenados, além de benefícios ambientais significativos. Somente na cultura da soja, a economia acumulada ultrapassa R\$ 38 bilhões, segundo o balanço social da Embrapa. Atualmente, cerca de 80% da área de soja no país utiliza inoculantes biológicos, fazendo do Brasil o líder mundial no uso dessa tecnologia.

A FBN responde por 80% a 84% do nitrogênio assimilado pela soja brasileira, muito acima da média global de 58%. A pesquisa nacional também vem expandindo essa inovação para outras culturas, como o milho e as pastagens, com o uso de bactérias como *Methylobacterium symbioticum* e *Azospirillum brasilense*, que têm mostrado grande potencial em promover o crescimento vegetal e reduzir a necessidade de insumos químicos.

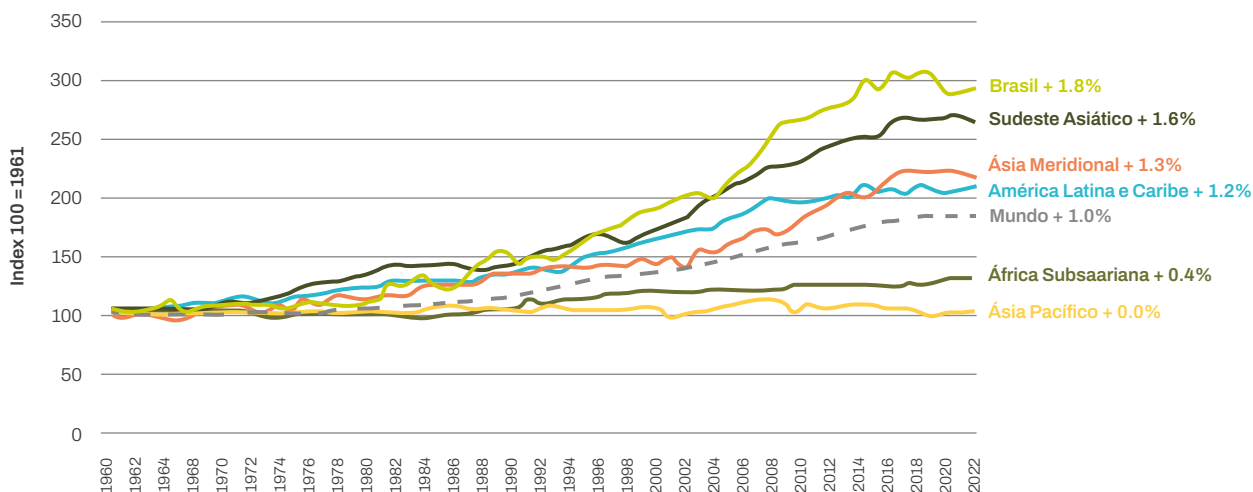
Fonte: Agência Fapesp, *Brazilian soybean growers' use of biofertilizer is highlighted by a leading science journal, 2022.*

Essa trajetória contrastou com outras regiões tropicais. Na **África Subsaariana**, a ausência de instituições de pesquisa e de políticas estruturadas manteve sistemas extensivos de baixa produtividade, agravados pela erosão e pela perda de fertilidade dos solos². O limitado alcance da Revolução Verde na região é evidenciado pela **estagnação da produtividade total dos fatores agrícolas desde a década de 1960**, em contraste com a evolução bem acima da média global observada na América Latina e na Ásia — com o Brasil à frente desse processo. Já na **Ásia**, a Revolução Verde concentrou-se no arroz e no trigo irrigados, culturas adaptadas a solos férteis e a sistemas de irrigação já existentes, condições muito distintas das enfrentadas no Cerrado brasileiro.



PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DE PRODUÇÃO NA AGRICULTURA EM REGIÕES SELECIONADAS

Fonte: Inspere Agro Global, elaborado com base nos dados do USDA ERS, 2025

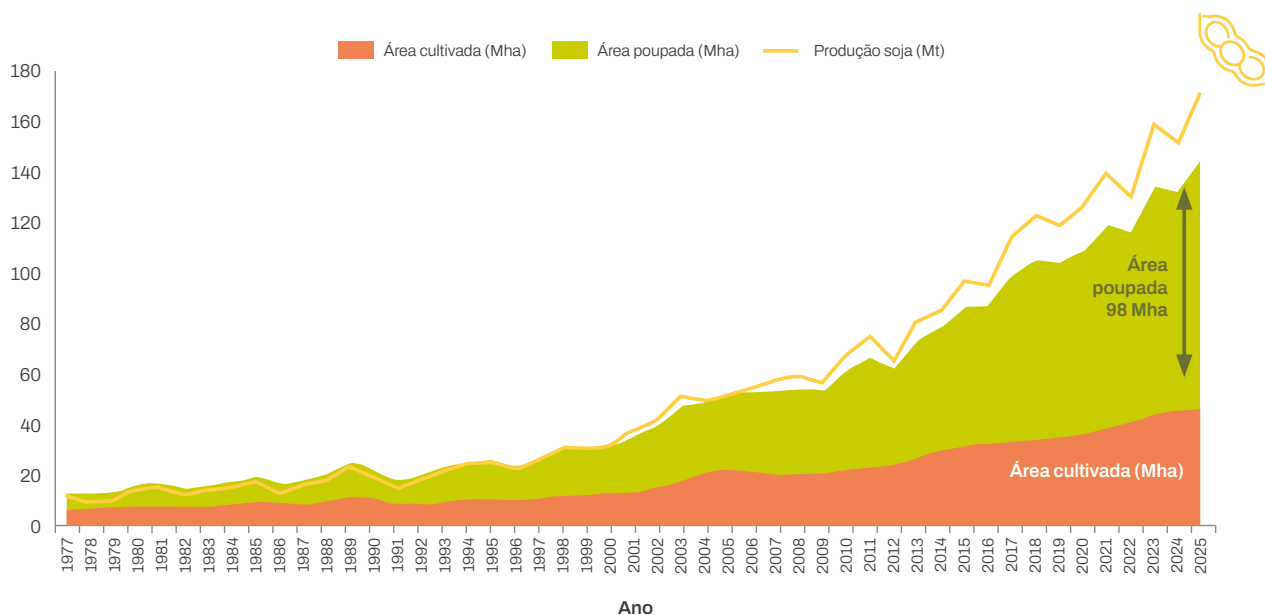


A soja tornou-se o carro-chefe da revolução tropical. A área cultivada saltou de pouco mais de 400 mil hectares em 1965 para 32 milhões em 2015 — um crescimento de mais de 7.300% —, com produtividade passando de 1.212 kg/ha para mais de 3.000 kg/ha¹. Em 2017, o Brasil já produzia 113 milhões de toneladas, e para a safra 2024/2025 a previsão é

de 171,5 milhões. Em síntese, em 50 anos, a área plantada cresceu 27 vezes enquanto a produção aumentou 76 vezes⁶. **Essa trajetória mostrou que a tropicalização não apenas era viável, mas levou o país à liderança global de uma cultura originária de climas temperados.**

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE SOJA NO BRASIL

Fonte: CONAB, 2025



TRAJETÓRIA E EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA TROPICAL

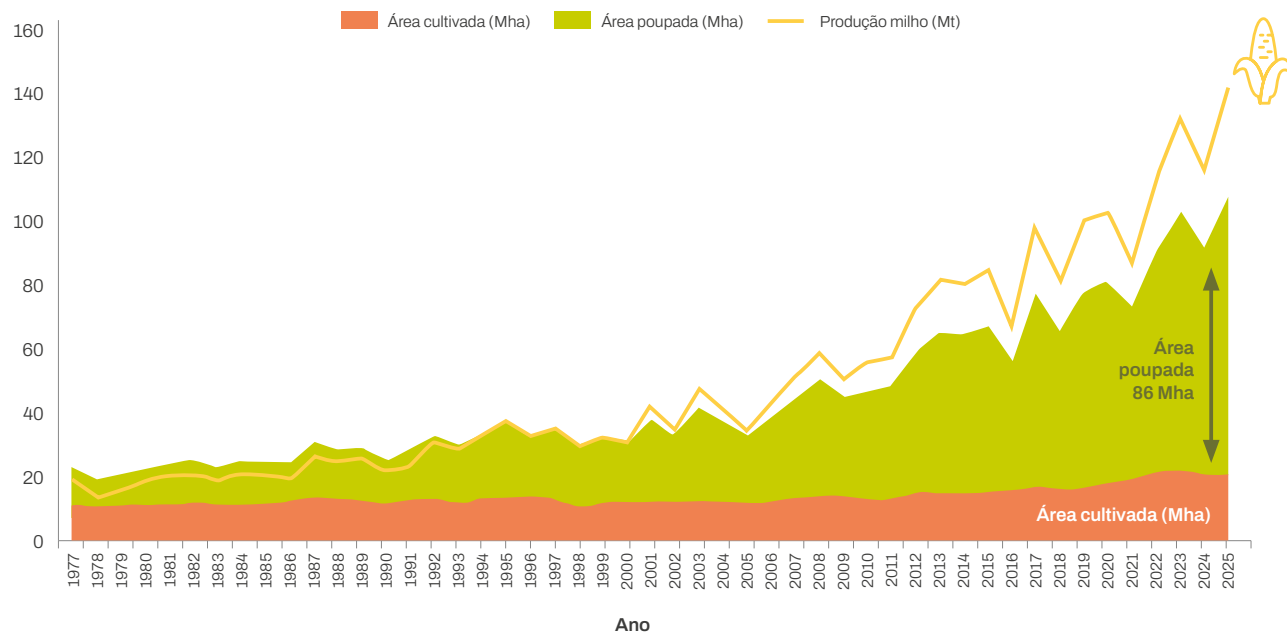
O milho também se reinventou com a “safriinha”, cultivada após a colheita da soja. Essa inovação, que se difundiu nos anos 1990, revolucionou o calendário agrícola. A produção cresceu de 12 milhões de toneladas em 1965 para 85 milhões em 2015, e deve atingir 112 milhões na safra 2024/2025, colocando o Brasil como terceiro maior produtor mundial, atrás apenas de Estados Unidos e China¹. O impulsionador desse salto foi o **melhoramento genético**, que adaptou o milho às condições tropicais e às janelas de cultivo da segunda safra. Programas específicos de híbridos para a safriinha, aliados ao desenvolvimento de variedades de soja mais precoces, viabilizaram a rotação das duas culturas no mesmo ano agrícola⁶. Como

resultado, a produtividade aumentou em 218%: de 1,79 tonelada por hectare em 1990 para 5,70 toneladas por hectare em 2024. Nesse período, a produção total cresceu 396%⁷.

A mudança no perfil das safras é emblemática. Em 1990, 94,1% do milho vinha da primeira safra e apenas 5,9% da segunda. Hoje, os papéis se inverteram: a safriinha responde por mais de 75% da produção nacional, enquanto a primeira safra concentra pouco mais de 20%⁷. Essa nova configuração produtiva mostra como ciência, tecnologia e manejo eficiente transformaram o milho em símbolo da intensificação sustentável nos trópicos.

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE MILHO NO BRASIL

Fonte: CONAB, 2025

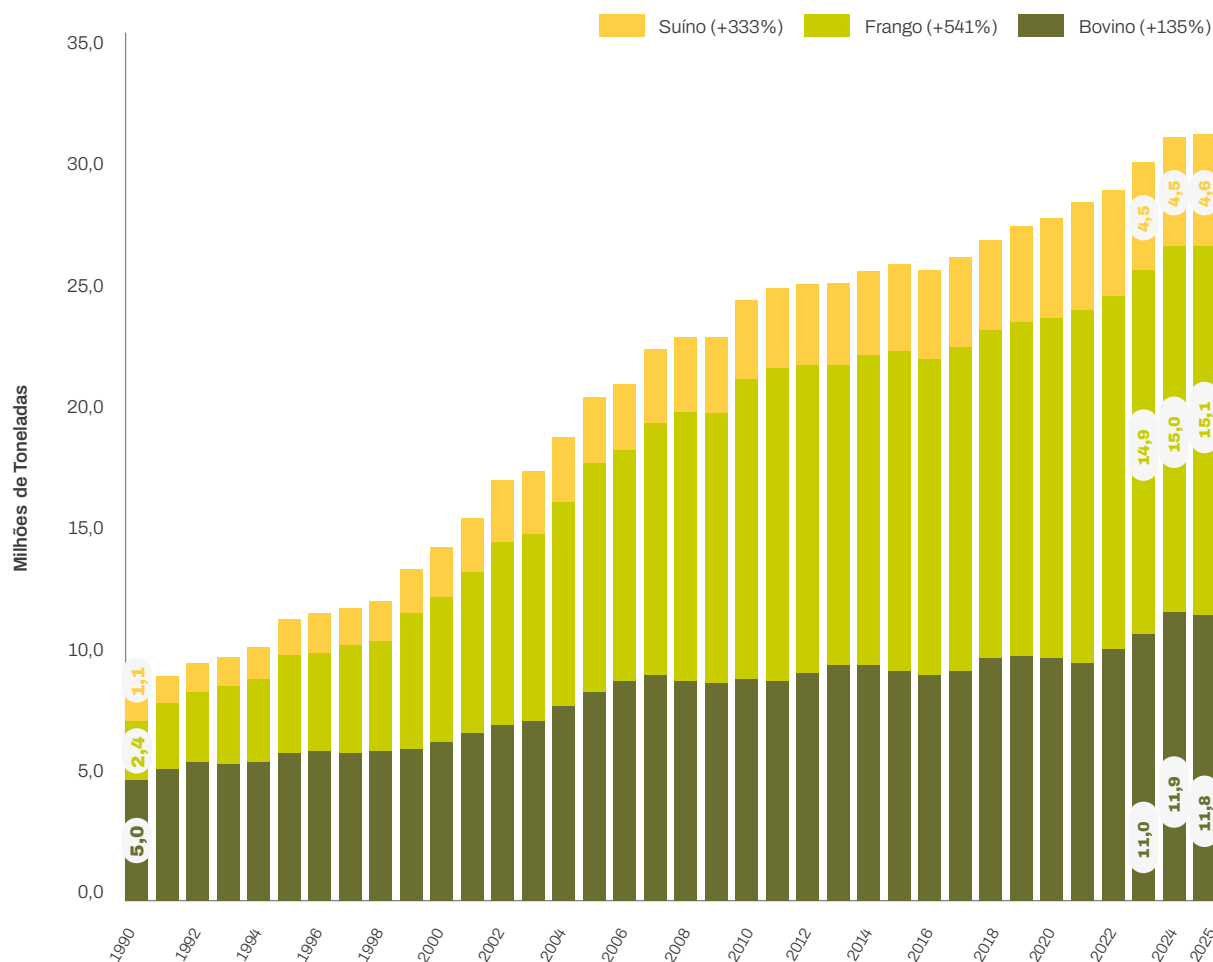


A pecuária acompanhou esse salto. O melhoramento de pastagens e a adaptação de raças zebuínas elevaram a produtividade, permitindo que o rebanho bovino mais que dobrasse em quatro décadas, mesmo sem grande expansão da área de pastagem⁸. Com 238,2 milhões de cabeças em 2024, o Brasil consolidou-se como segundo maior produtor e principal exportador mundial de carne bovina.

A avicultura modernizou-se desde os anos 1970 com integração vertical e controle sanitário rigoroso, passando de 217 mil toneladas em 1970 para 15 milhões de toneladas em 2024. O país tornou-se líder mundial em exportações de carne de frango, atendendo a mais de 150 destinos⁸. A suinocultura seguiu trajetória semelhante, com ganhos genéticos e de manejo que elevaram a produção de 705 mil toneladas em 1970 para 5 milhões de toneladas em 2024, garantindo ao Brasil a quarta posição global em produção e exportação⁸.

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE CARNES NO BRASIL

Fonte: USDA, FGV Agro



TRAJETÓRIA E EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA TROPICAL

As políticas públicas acompanharam essa transformação. **O crédito rural, estruturado desde 1965, expandiu-se nos anos 1980 e 1990, financiando a adoção de novas tecnologias.** Mas o marco mais relevante foi a criação, em 1995, do **Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf)**, que reconheceu a importância da agricultura familiar no abastecimento interno e buscou promover inclusão social e sustentabilidade ambiental¹.

Na área da ciência, a biotecnologia dava seus primeiros passos. **O Brasil acompanhava os debates internacionais sobre organismos geneticamente modificados (OGMs)** e desenvolvia pesquisas para adaptar sementes e mudas ao ambiente tropical. Embora a adoção em larga escala só tenha ocorrido nos anos 2000, o período entre 1980 e 1999 foi fundamental para consolidar a capacidade científica e regulatória necessária.

A agricultura brasileira passou por uma transformação profunda e sem precedentes, moldada pela combinação entre ciência tropical, políticas

públicas consistentes e o espírito empreendedor dos produtores rurais. Esse processo de modernização consolidou o Brasil como uma potência agroambiental, capaz de aliar alta produtividade, inovação tecnológica e sustentabilidade em larga escala. A conquista do Cerrado, impulsionada pela pesquisa agropecuária e pela adaptação de cultivos às condições tropicais, marcou um divisor de águas. A expansão da soja, do milho e da pecuária revelou o potencial dos trópicos para produzir em harmonia com o meio ambiente. Mas o verdadeiro diferencial da agricultura brasileira está na **diversificação produtiva**, que se expressa na ampla variedade de culturas, sistemas e biomas agrícolas. Hoje, o Brasil é produtor de **centenas de alimentos**, abrangendo desde grandes commodities agrícolas até cadeias de alto valor agregado, como frutas, hortaliças, fibras, oleaginosas, café, cacau e produtos florestais. Essa pluralidade produtiva não é apenas um traço econômico, mas uma estratégia de futuro: o caminho para uma agricultura tropical resiliente, inovadora e capaz de alimentar o mundo com sustentabilidade.



O TRIPÉ DA TRANSFORMAÇÃO: EMPREENDEDORISMO, INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E POLÍTICAS PÚBLICAS NA AGRICULTURA BRASILEIRA

A partir dos anos 2000, a agricultura brasileira entrou em uma fase de consolidação, impulsionada pelo tripé ciência tropical, políticas públicas estruturadas e empreendedorismo rural. Tecnologias como o plantio direto, sementes transgênicas, integração lavoura-pecuária-floresta e a “safrinha” ampliaram a produtividade com sustentabilidade. Iniciativas como o Plano ABC, o uso de bioinsumos e a intensificação sustentável da pecuária reforçaram esse avanço.

O início dos anos 2000 marcou uma nova etapa para a agricultura brasileira, que passou a colher os frutos de décadas de investimento em ciência tropical e políticas públicas estruturadas. A soja avançou além do Cerrado, alcançando todas as regiões do país e consolidando-se como o principal produto do agronegócio nacional¹.

A irrigação também desempenhou papel estratégico na trajetória agrícola brasileira. Inicialmente restrita a áreas tradicionais, sua expansão ganhou força com políticas públicas de crédito rural. O **Proirriga**, lançado no Plano Agrícola e Pecuário

2002/2003⁹, foi o primeiro programa nacional voltado exclusivamente à agricultura irrigada, financiando a implantação e modernização de sistemas¹⁰. Anos depois, o **Moderinfra**¹¹, criado no Plano Agrícola e Pecuário 2010/2011, ampliou esse escopo ao integrar irrigação e armazenagem como pilares de modernização da infraestrutura rural¹². Mais recentemente, o **Proirriga** foi reestruturado como linha de financiamento do BNDES, incorporando tecnologias de reservação de água, monitoramento climático e cultivos protegidos¹³. Esses instrumentos consolidaram a irrigação como parte central do pacote tecnológico da agricultura tropical, reduzindo riscos climáticos, ampliando a produtividade e fortalecendo a adaptação às mudanças do clima^{14,15}.

Já a aprovação da Lei de Biossegurança 11.205, em 2005, viabilizou a adoção em larga escala de sementes geneticamente modificadas, garantindo ganhos de produtividade e redução de custos em soja, milho e algodão¹. Poucos anos depois, em 2010, o governo lançou o **Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono)**, que inseriu explicitamente a sustentabilidade na agenda agrícola e promoveu tecnologias como integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), fixação biológica de nitrogênio (FBN) e recuperação de pastagens degradadas⁹.

CASE BRASIL

BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA GERA BENEFÍCIOS SOCIOAMBIENTAIS

A **Lei de Biossegurança (11.105/2005)** foi decisiva para consolidar a biotecnologia no Brasil, criando segurança jurídica e científica para a aprovação de inovações que hoje transformam a agricultura, a saúde, a indústria e o meio ambiente. Graças a ela, o país já registrou mais de 300 liberações pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), incluindo cultivos como **soja, milho, algodão, cana-de-açúcar, eucalipto e feijão, além de vacinas de uso veterinário e humano, medicamentos e até o mosquito contra a dengue.**

No campo, os resultados são impressionantes. **Em 25 anos, os transgênicos elevaram a produtividade sem expandir na mesma proporção a área plantada, preservando 21,4 milhões de hectares** — área equivalente ao dobro da soja de Mato Grosso em 2020. A tecnologia reduziu em **1,6 milhão de toneladas o uso de defensivos, economizou 565 milhões de litros de combustível e evitou a emissão de 70 milhões de toneladas de CO₂**, o que corresponde ao plantio de 504 milhões de árvores nativas.

Fonte: 25 Anos de Transgênicos no Campo: Benefícios ambientais, econômicos e sociais no Brasil, CropLife Brasil, Agroconsult, 2023.

Esse período evidenciou o tripé que se tornou motor da transformação agrícola brasileira: empreendedorismo dos produtores, ciência tropical e políticas públicas consistentes, capaz de alinhar competitividade, inovação e sustentabilidade em escala nacional.

O empreendedorismo foi o elo que converteu ciência e políticas em resultados concretos. A ousadia de produtores paranaenses em apostar na “safriinha” transformou uma prática marginal em estratégia nacional, que hoje responde por mais de 75% da produção total de milho⁶. Da mesma forma, o **Sistema Plantio Direto (SPD)**, inicialmente restrito a experiências isoladas, revolucionou o manejo agrícola ao semear diretamente sobre a palha, sem revolver o solo, fortalecendo a conservação e aumentando a produtividade. **Em 2022, o SPD completou 50 anos no Brasil, alcançando cerca de 36 milhões de hectares**¹⁶.

Outro destaque é a **intensificação sustentável da pecuária com o sistema ILPF**, que eleva a produtividade animal, promove restauração de pastagens degradadas, sequestra carbono no solo e fortalece a resiliência produtiva¹⁵.

A agricultura brasileira também passou a integrar-se aos ecossistemas de inovação. Também conhecida como Agricultura de Precisão, reúne tecnologias digitais e mudanças operacionais em diferentes sistemas de cultivo. Sensores, drones, softwares de gestão e monitoramento remoto em tempo real aumentam a precisão, reduzem desperdícios e otimizam insumos¹⁷. Startups e AgTechs aceleram essa transformação: em 2023, o Radar AgTech Brasil, coordenado pela Embrapa e parceiros, mapeou 1.953 startups ativas no setor, evidenciando o dinamismo do campo tecnológico¹⁸.

A Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI), tanto em instituições públicas como a Embrapa quanto em empresas privadas, também trouxe soluções ambientais modernas. Entre elas, os **bioinsumos** — produtos de origem animal, vegetal ou microbiana — que reduzem o impacto nos sistemas de produção¹⁹. O **Programa Nacional de Bioinsumos**, do Ministério da Agricultura, fortalece a adoção desses insumos, fazendo do Brasil pioneiro em seu uso em larga escala. Por fim, o **Programa Nacional de Conversão de Pastagens Degradadas (PNCPD)**, e recentemente batizado Caminho Verde Brasil, visa dobrar a produção de alimentos sem expandir sobre áreas nativas, incentivando práticas sustentáveis para recuperar pastagens de baixa produtividade, reincorporando estas áreas para a agricultura e a pecuária sustentáveis ou para restauração ambiental.

Os desafios climáticos impulsionam ainda mais a biotecnologia com a intensificação de programas de melhoramento que combinam técnicas convencionais e ferramentas inovadoras de edição genética, orientados na direção de culturas tolerantes à seca, às pragas e doenças. Além disso, **o maior acesso às tecnologias digitais, viabilizou sua aplicação em toda a cadeia de valor, abrangendo fabricantes de insumos, produtores rurais, processadores, distribuidores e, finalmente, consumidores.** Por meio dessas tecnologias, dados essenciais em áreas como biotecnologia, meteorologia, geotecnologias, informações de mercado, distribuição e logística são coletados e analisados rapidamente, gerando valor para os diversos elos da cadeia¹⁵.

Esse conjunto de inovações consolidou a agricultura tropical brasileira como um modelo único, capaz de alinhar produtividade, sustentabilidade e liderança tecnológica.



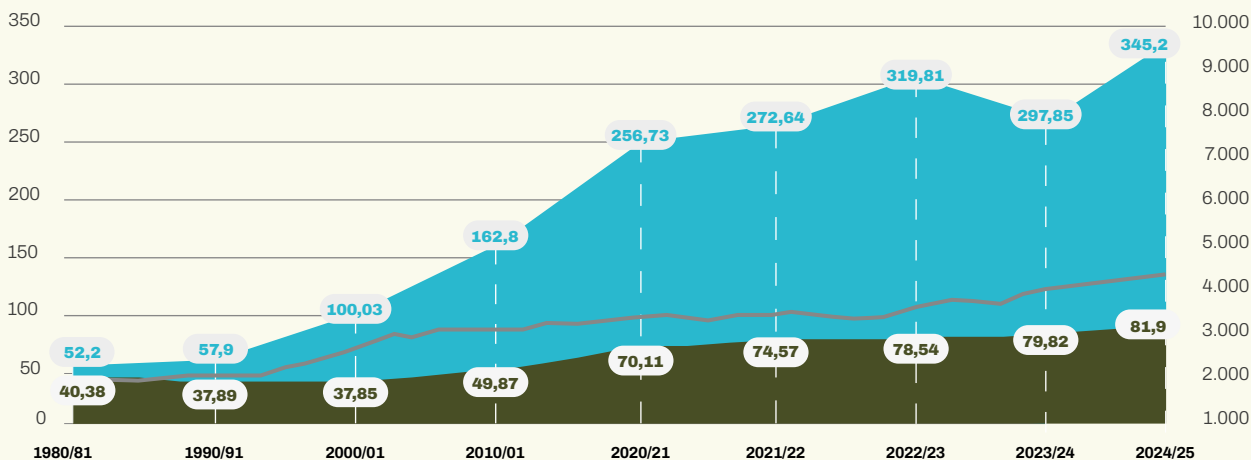
UM MODELO TROPICAL PARA O SÉCULO XXI: SEGURANÇA ALIMENTAR E TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Um em cada quatro produtos do agro no mundo é brasileiro. Essa relevância projeta o país como referência em soluções que conciliam produtividade com sustentabilidade, inovação com inclusão e desenvolvimento com transição energética.

Em apenas meio século, a agropecuária brasileira passou por uma transformação profunda. Nos anos 1970, lavouras e pecuária apresentavam baixa produtividade e o país recorria frequentemente à importação de alimentos básicos. Desde então, a produção de grãos cresceu quase sete vezes, impulsionada por ganhos de produtividade de 229% no período. Hoje, um em cada quatro produtos agro em circulação no mundo é brasileiro.

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE GRÃOS E ÁREA DE CULTIVO

Fonte: CONAB, 2024



Em 2024, o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio alcançou R\$ 2,72 trilhões, sendo R\$ 1,9 trilhão provenientes da agricultura e R\$ 819,26 bilhões da pecuária, com participação de 23,2% na economia nacional²⁰. Entre janeiro e novembro do mesmo ano, as exportações do setor somaram US\$ 152,63

bilhões — 48,9% do total exportado pelo país —, lideradas pelo complexo soja (US\$ 52,19 bilhões), pelas carnes (US\$ 23,93 bilhões) e pelo complexo sucroalcooleiro (US\$ 18,27 bilhões). No mercado de trabalho, o agronegócio empregou 28,2 milhões de pessoas, o equivalente a 26% das ocupações nacionais.

O AGRONÓCIO BRASILEIRO RESPONDE POR:

Fonte: CEPEA, CNA, IPEA, MAPA e MDIC, 2024

23,2%
do PIB

26%
dos empregos

49%
das exportações



Um em cada quatro produtos do agronegócio em circulação no mundo é brasileiro

O Brasil consolida-se como potência agrícola ao liderar a produção e exportação de soja, açúcar, café, suco de laranja e fibras, além de ocupar posições de destaque em milho, algodão, celulose e carnes. **Essa força produtiva se soma a uma particulari-**

dade natural: o país detém a maior área de florestas tropicais do planeta e abriga entre 15% e 20% da biodiversidade mundial, distribuída em seis biomas continentais, ecossistemas costeiros e marinhos e no maior sistema fluvial do globo²¹.

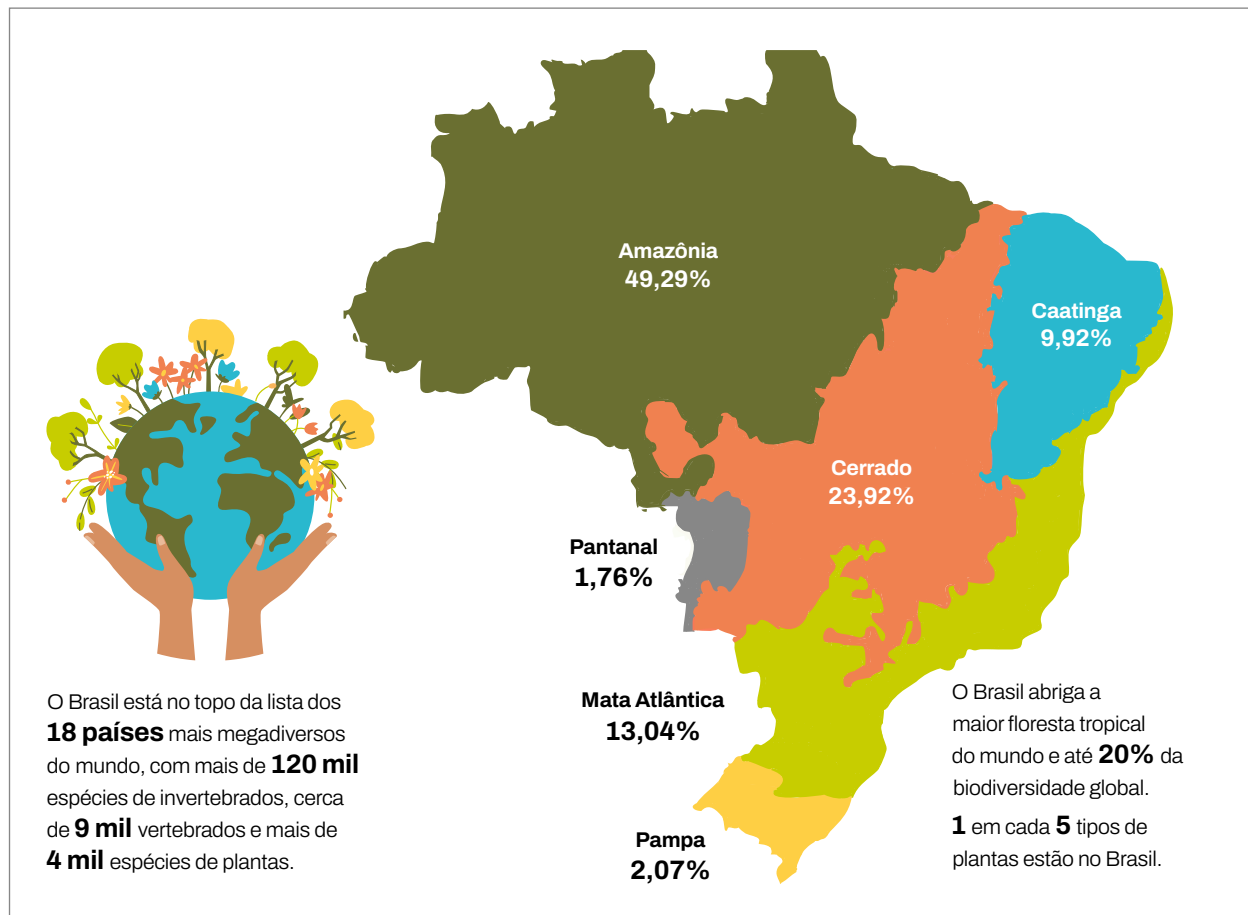
PARTICIPAÇÃO DO BRASIL NO MERCADO MUNDIAL DE PRODUTOS AGROPECUÁRIOS

Fonte: USDA, Iba, 2024

PRODUTO	INDICADORES	PROD.	EXPORT.
 Soja (mi ton)	Mundo	370	173
	Brasil	155	103
	Ranking	1º	1º
	Participação	39%	59%
 Café (mi sacas 60kg)	Mundo	170	140
	Brasil	63	37
	Ranking	1º	1º
	Participação	37%	26%
 Milho (mi ton)	Mundo	1.230	202
	Brasil	124	52
	Ranking	3º	2º
	Participação	10%	26%
 Celulose (mi ton)	Mundo	187,5	238,7
	Brasil	22,5	19,8
	Ranking	2º	3º
	Participação	12%	8%
 Açúcar (mi ton)	Mundo	177	66
	Brasil	38	28
	Ranking	1º	1º
	Participação	21%	43%
 Suco de laranja (mi ton)	Mundo	1,6	1,4
	Brasil	1,1	1,0
	Ranking	1º	1º
	Participação	72%	76%
 Algodão (mi fardos 480lb)	Mundo	118	38
	Brasil	14	7
	Ranking	4º	3º
	Participação	12%	17%
 Carne bovina (mi ton)	Mundo	59	11
	Brasil	10,5	2,9
	Ranking	2º	1º
	Participação	18%	24%

POTÊNCIA EM BIODIVERSIDADE

Fonte: ONU Meio Ambiente



A agricultura brasileira também é decisiva para a sustentabilidade energética. Atualmente, a matriz brasileira mantém 49% de fontes renováveis, três vezes superior à média global de 15% — percentual que cairia para cerca de 20% sem a contribuição da agricultura, que aproximaria o país da baixa média global. Essa sinergia entre agricultura, energia e meio ambiente projeta o Brasil como referência global em segurança alimentar, climática e energética²². A integração das cadeias produtivas de alimentos e bioenergia geram

ganhos mútuos no contexto da agricultura tropical, sem causar a concorrência pelo uso da terra e os impactos nas cadeias de abastecimento.

Mais do que números, essa relevância traduz a capacidade de conciliar competitividade com conservação, inovação com inclusão e crescimento com transição energética. Um modelo tropical que, do passado colonial às fronteiras tecnológicas do presente, mostra-se essencial para os desafios do século XXI.



MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Fonte: Observatório Bioeconomia, FGV, 2025

ORIGEM		FONTES ENERGÉTICAS	PARTICIPAÇÃO (%)*
<p>Não renováveis</p> 		Petróleo e derivados	35,10%
		Gás natural	9,61%
		Outros não renováveis	0,60%
		Carvão mineral e coque	4,40%
		Nuclear (urânio)	1,23%
	Total – não renováveis	50,94	
<p>Renováveis</p> 	<p>Bionergia vinculada ao agronegócio</p>	Biomassa cana-de-açúcar	16,87%
		Lenha e carvão vegetal (silvicultura energética)	5,20%
		Lixívia – licor negro	3,39%
		Óleos vegetais	1,97%
		Outras biomassas	1,63%
		Biogás resíduo agrosilvopastoril	0,04%
		Subtotal	29,09%
	<p>Energia renovável não relacionada as atividades agropecuárias</p>	Lenha (vegetação natural)	3,49%
		Biogás resíduos sólidos urbanos	0,11%
		Subtotal	3,60%
<p>Outras fontes renováveis</p>	Hídrica	12,01%	
	Eólica	2,62%	
	Solar	1,73%	
	Subtotal	16,36%	
	Total – renováveis	49,06%	

A SUSTENTABILIDADE COMO JORNADA DA AGRICULTURA BRASILEIRA

A trajetória da agricultura brasileira tem sido marcada por uma jornada contínua em direção à **sustentabilidade**, guiada por políticas públicas que, em diferentes momentos, consolidaram esse compromisso como eixo estratégico do setor.

Um marco fundamental dessa trajetória é o **Código Florestal**, instituído em 1965 e atualizado em 2012. Considerado um dos mais abrangentes marcos legais ambientais do mundo, o Código estabelece instrumentos como as **Áreas de Preservação Permanente (APPs)**, as **Reservas Legais** e o **Cadastro Ambiental Rural (CAR)**, que alinham a produção agropecuária à conservação dos recursos naturais. Ao definir regras claras para a proteção da vegetação nativa e mecanismos de regularização ambiental, o Código Florestal tornou-se referência internacional na conciliação entre uso produtivo do solo e preservação, consolidando um marco jurídico que orienta a agricultura brasileira há mais de meio século.

Na esteira desse marco regulatório, o **Plano ABC** e seu sucessor, o **ABC+**, consolidaram a **agenda de baixo carbono no campo**, incentivando práticas sustentáveis como a **recuperação de pastagens degradadas**, a **fixação biológica de nitrogênio**, a **integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)** e o **plantio direto**. Na mesma direção, o **Programa Nacional de Bioinsumos** vem promovendo o uso de **soluções biológicas inovadoras**, que reduzem **custos de produção** e **impactos ambientais**, fortalecendo a transição para uma agricultura mais eficiente e regenerativa.

Na integração da agricultura com a bioenergia, a **Política Nacional de Biocombustíveis (Renova-Bio)** promove a certificação da produção, incluindo critérios de elegibilidade ambiental da biomassa que inclui o desmatamento zero, a rastreabilidade e medição de indicadores de sustentabilidade para o sistema produtivo, gerando a pegada de carbono em todo o ciclo de vida do biocombustível²³.

O **Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)**, por sua vez, representa um avanço importante ao **reconhecer economicamente a conservação de ecossistemas**, inclusive por **comunidades tradicionais** que desempenham papel essencial na manutenção da biodiversidade. Já o **Agro + Sustentável** reforça essa agenda, ao promover **gestão responsável, rastreabilidade e certificações de boas práticas agroambientais**. Complementam esse conjunto de políticas o **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**, que visa **preparar o setor agropecuário para eventos climáticos extremos**, e o **Programa Nacional de Conversão de Pastagens Degradadas em Sistemas de Produção Agropecuários e Florestais Sustentáveis (PNCPD)**, voltado à **restauração produtiva de áreas degradadas** e à ampliação da **resiliência dos sistemas agrícolas**.

Essa caminhada é também **social**. Programas como o **Pronaf**, o seguro agrícola e a assistência técnica fortalecem a **agricultura familiar**, responsável por **76,8% dos estabelecimentos rurais** e **23% do Valor Bruto da Produção Agropecuária**, além de desempenhar papel estratégico em cadeias como **mandioca, leite, frutas tropicais e horticultura**.

Nesse contexto, o **cooperativismo** se destaca como uma das principais forças de **integração e inclusão no campo**. Ao articular **crédito, assistência técnica e acesso a mercados**, o modelo cooperativo amplia oportunidades, reduz desigualdades e fortalece a **resiliência das comunidades rurais**. Mais do que uma estrutura econômica, representa uma **alavanca social, ambiental e produtiva**, que une **eficiência com equidade e crescimento com sustentabilidade** — um verdadeiro **patrimônio institucional do Brasil** e exemplo inspirador de como a união pode transformar realidades.

Por sua vez, os **produtores de maior escala**, altamente tecnificados, ampliam a **presença internacional do Brasil** e complementam o **abastecimen-**

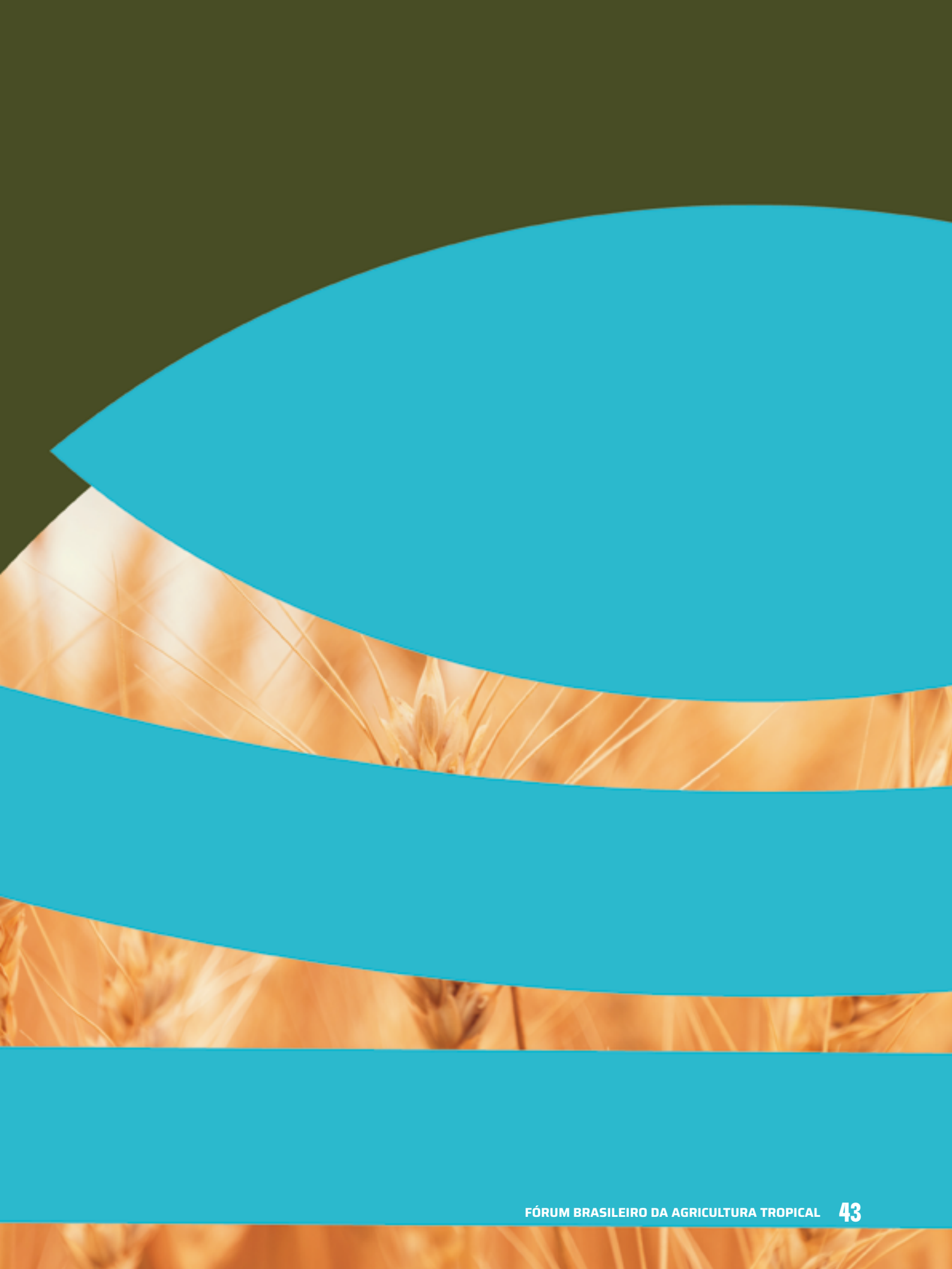
to interno. Juntos, agricultura familiar, cooperativas e grandes produtores formam um **mosaico de sistemas produtivos coexistentes**, que confere **dinamismo, competitividade e resiliência** ao setor agropecuário brasileiro²⁴.

Ao reconhecer sua pluralidade e investir em ciência, inovação e políticas consistentes, o Brasil demonstra que é possível conciliar **competitividade, conservação ambiental e inclusão social** em um modelo agrícola tropical único. Mais do que atender à demanda interna e externa, essa experiência oferece ao mundo **soluções tropicais de baixo carbono**, capazes de inspirar uma agropecuária que une **produtividade, sustentabilidade e desenvolvimento humano**.



**AGRICULTURA TROPICAL
COMO PARTE DA SOLUÇÃO
PARA OS DESAFIOS
MUNDIAIS MODERNOS
DO AGRONEGÓCIO**





AGRICULTURA TROPICAL: POTENCIAL GLOBAL PARA SEGURANÇA ALIMENTAR E SUSTENTABILIDADE CLIMÁTICA

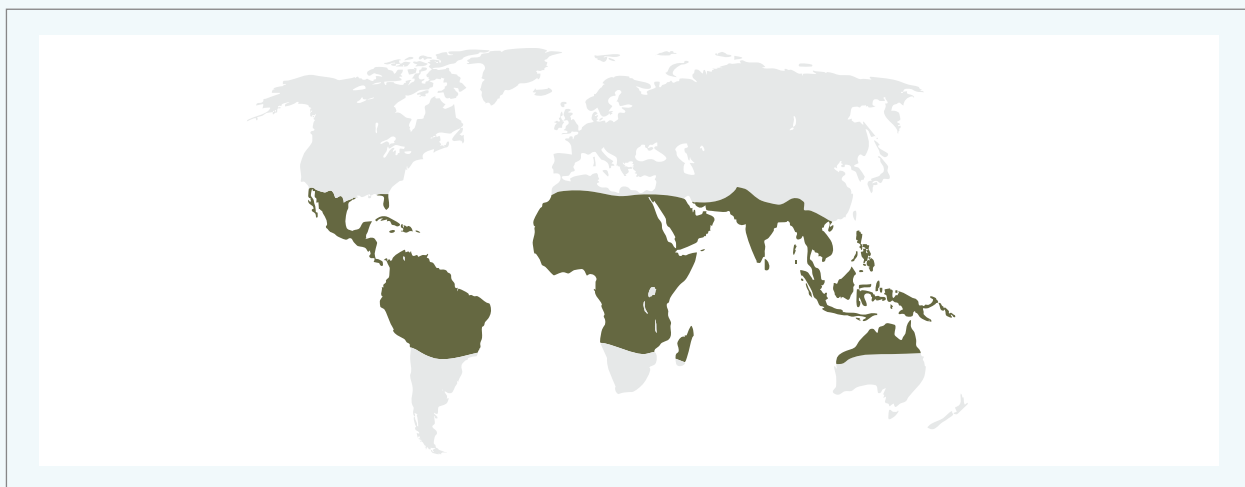
Os trópicos concentram recursos essenciais e desafios urgentes — transformar esse potencial em soluções sustentáveis é chave para segurança alimentar e climática global.

A **região tropical**, onde se concentram cerca de **40% das terras aráveis** e **52% dos recursos hídricos do planeta**¹, reúne também uma das maiores **diversidades biológicas do mundo**, o que lhe confere um **enorme potencial produtivo**. Nesse contexto, a **agricultura tropical** pode desempenhar um papel estratégico à escala global ao conciliar **segurança alimentar, sustentabilidade socioambiental e competitividade econômica**².

Apesar de o cinturão tropical ser reconhecido por sua elevada disponibilidade hídrica, especialmente em regiões de cerrados, savanas e florestas tropicais, essa característica não se estende a todo o seu território. Ele também abrange extensas áreas semiáridas, como a Caatinga no Brasil, e zonas desérticas em partes da África e da Austrália. Essa heterogeneidade torna a diversidade de ambientes tropicais uma de suas características mais marcantes, refletindo a variedade de condições ecológicas e desafios produtivos presentes nessa faixa do planeta.

A **abundância de terras aráveis** é outra característica marcante da região e explica tanto o seu potencial de expansão agrícola quanto a **pressão exercida sobre ecossistemas naturais**. Segundo o Banco Mundial, a área global de terras aráveis passou de **1.020,13 milhões de hectares em 1961** para **1.395,96 milhões em 2021**, um aumento de **27%**. A **América Latina** mais que **dobrou sua área cultivável** no período, saltando de **40,08 para 83,12 milhões de hectares**, reflexo da rápida expansão da fronteira agrícola regional. O **Brasil** se destacou com um crescimento de **23,63 para 58,25 milhões de hectares** — um aumento relativo de **59%**.

CINTURÃO TROPICAL NO MUNDO





Esse avanço foi **mais acelerado nos países tropicais** do que em outras regiões, evidenciando tanto o dinamismo agrícola dos trópicos quanto os **riscos ambientais associados**. Enquanto a **Ásia** registrou uma expansão modesta de **8%**, limitada pela escassez de novas áreas, a **África** apresentou crescimento de **44%**, impulsionado pela incorporação de áreas de sequeiro. A expansão das terras aráveis tropicais reforça a **centralidade dessas regiões para a segurança alimentar global**, mas também traz à tona desafios como o **desmatamento**, a **degradação do solo** e a necessidade urgente de **práticas agrícolas mais sustentáveis**².

Ao mesmo tempo, os trópicos estão entre as regiões **mais vulneráveis aos riscos climáticos**, enfrentando problemas estruturais como **solos de baixa fertilidade**, **alta incidência de pragas e doenças**, **infraestrutura limitada de irrigação**, **compactação de solos frágeis**, **perda de biodiversidade** e crescente **pressão sobre o uso da terra e da água**. Para responder a esses desafios, é essencial adotar **modelos produtivos baseados em ciência e inovação**, com foco em **práticas regenerativas**, **uso eficiente da terra e dos recursos hídricos**, **recuperação de áreas degradadas** e **planejamento territorial integrado**². A **cooperação internacional** é fator fundamental para alavancar o desenvolvimento nestas regiões.

A diversidade de experiências nas regiões tropicais demonstra que não existe um **modelo único de produção agrícola**. Na **América Latina**, especialmente no Brasil, predomina a produção em **larga escala**, enquanto na **Ásia** prevalecem **pequenas propriedades intensivas em mão de obra e irrigação**. Esses diferentes caminhos indicam que a construção de uma **agricultura tropical sustentável** requer **investimentos contínuos em pesquisa científica, extensão rural e políticas públicas articuladas**².

Nesse cenário, **promover modelos tropicais resilientes e sustentáveis** é uma estratégia fundamental para enfrentar, de forma integrada, os desafios impostos pelas **mudanças climáticas**, ao mesmo tempo em que se assegura a **segurança alimentar e energética**. Essa abordagem reforça a importância de **políticas agrícolas robustas e adaptadas às especificidades regionais**, capazes de **mitigar os impactos climáticos**, **aumentar a eficiência produtiva** e **consolidar sistemas agrícolas resilientes e ambientalmente responsáveis**⁴.

AGRICULTURA TROPICAL BRASILEIRA: CIÊNCIA, COOPERAÇÃO E INTENSIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL

A agricultura tropical brasileira alia ciência, tecnologia e políticas públicas para ampliar a produtividade sem expandir fronteiras, conservar ecossistemas e liderar a transição para sistemas produtivos regenerativos e de baixo carbono.

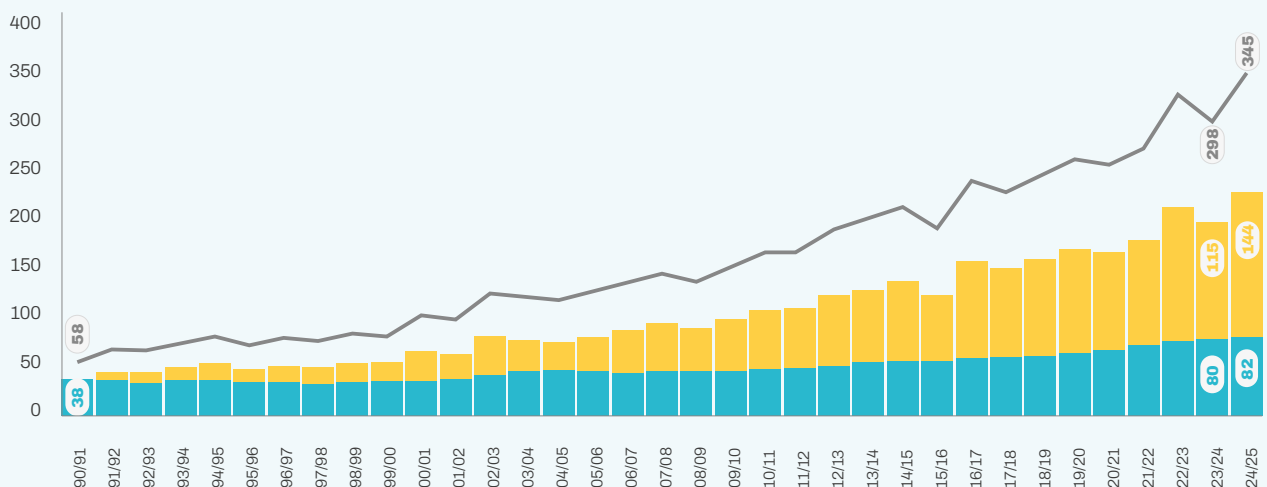
Ao longo das últimas décadas, o Brasil consolidou um modelo singular de agricultura tropical, resultado de investimentos contínuos em pesquisa científica, políticas públicas consistentes, empreendedorismo dos produtores e do protagonismo das cooperativas. As inovações inicialmente voltadas ao aumento da produtividade também geraram um efeito poupa terra significativo.

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE GRÃOS

Fonte: CONAB, FGV Agro

Área (milhões ha): +116% Área Poupada (milhões ha): 144 Mha Produção (milhões ton): +496%

Ganhos de produtividade possibilitam a economia de **144 milhões** de hectares

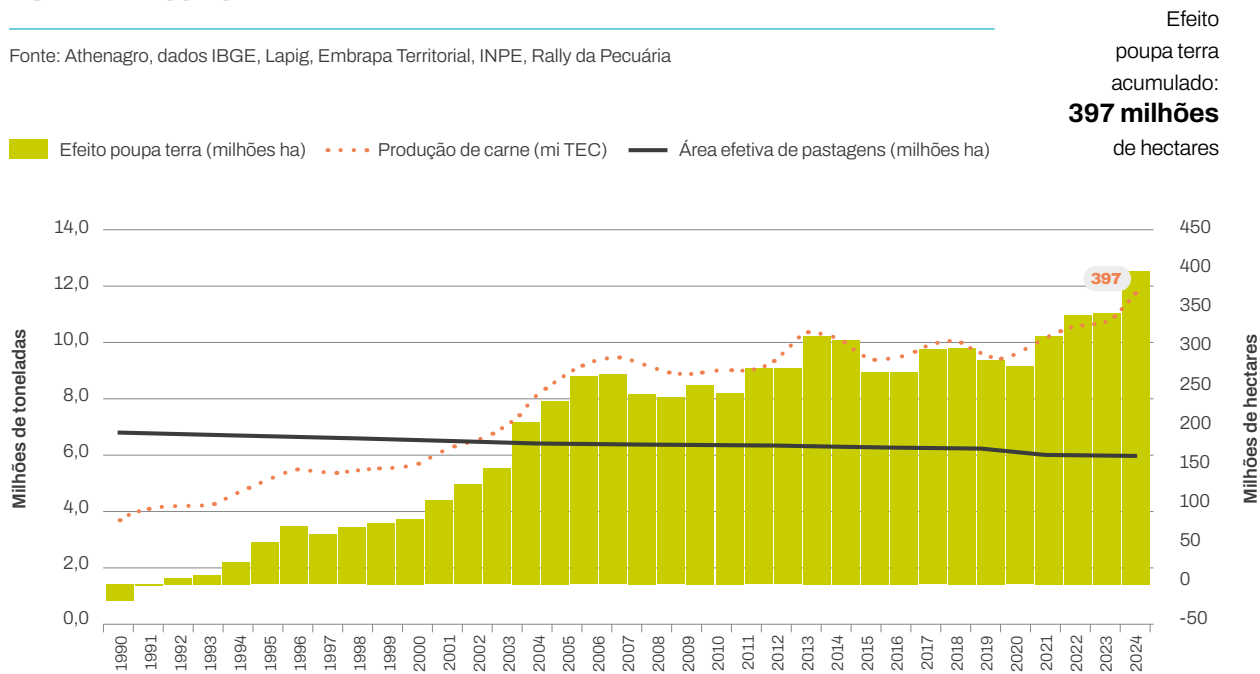


Nas últimas três décadas, a produção de grãos no Brasil cresceu **494,8%**, passando de **58 para 345 milhões de toneladas**, enquanto a área cultivada aumentou **115,8%**, de **38 para 82 milhões de hectares**, considerando área plantada que contempla primeiras,

segundas e terceiras safras, a depender do produto. Esse avanço reflete os **expressivos ganhos de produtividade**, que permitiram uma **“poupança de área”** estimada em **144 milhões de hectares** — o equivalente a **1,8 vezes** a atual área cultivada com grãos.

EVOLUÇÃO DA ÁREA DE PASTAGENS, PRODUÇÃO DE CARNE BOVINA E ECONOMIA DE TERRA

Fonte: Athenagro, dados IBGE, Lapig, Embrapa Territorial, INPE, Rally da Pecuária



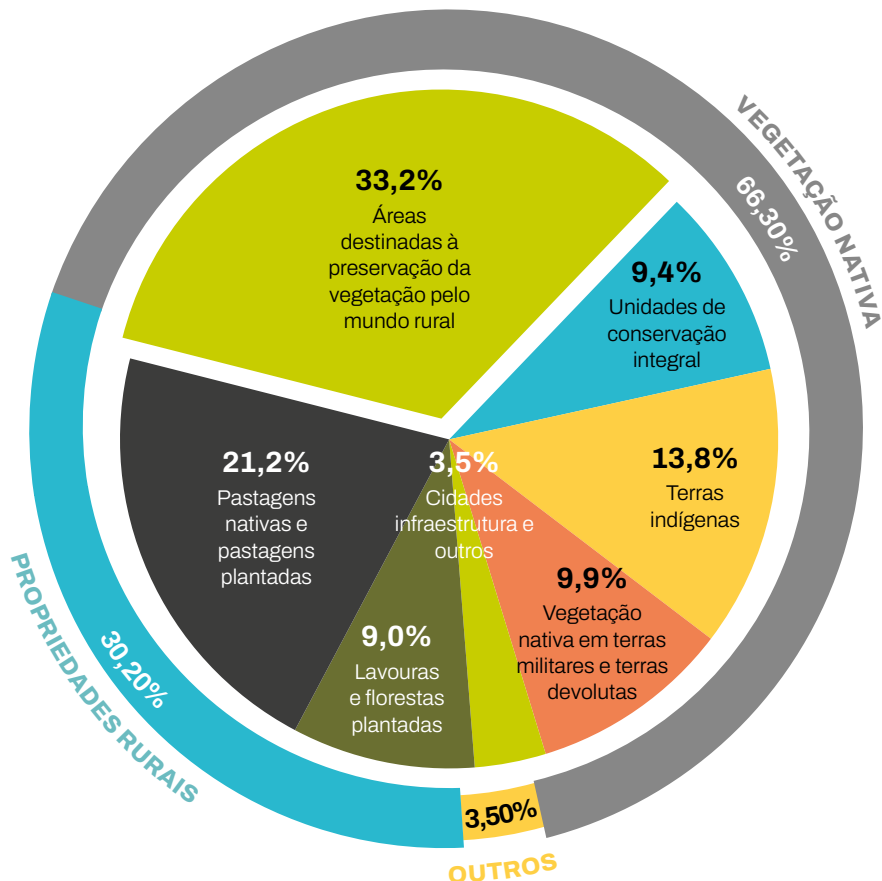
Na pecuária, mesmo com a área de pastagens mantendo-se relativamente estável entre **160 e 190 milhões de hectares**, a produção de carne bovina aumentou mais de **240%**, passando de cerca de **3,5 milhões para 12 milhões de toneladas equivalentes de carcaça (TEC)**. O chamado “efeito poupa-terra acumulado” chega a **397 milhões de hectares**, área que teria sido necessária para sustentar os níveis atuais de produção caso a produtividade tivesse permanecido nos patamares de 1990 — o equivalente a aproximadamente **2,5 vezes** a área atual de pastagens do país.

Graças a esse desempenho, o Brasil consolidou-se como um dos **maiores produtores agrícolas do mundo**, utilizando apenas cerca de **um terço de seu território** para a produção agropecuária. Atualmente, **30,2% da área nacional** é dedicada à agropecuária, distribuída entre **pastagens nativas e plantadas (21,2%)** e **lavouras e florestas plantadas (9,0%)**.

Os **66,3% restantes do território brasileiro** permanecem cobertos por **vegetação nativa**, sendo **33,2%** protegidos dentro de **propriedades rurais**, **9,4%** em **unidades de conservação integral**, **13,8%** em **terras indígenas** e **9,9%** em **áreas militares e terras devolutas**. Os **3,5% restantes** destinam-se a **cidades, infraestrutura e outros usos**.

OCUPAÇÃO E USO DAS TERRAS NO BRASIL

Fonte: Embrapa Territorial com base nos dados de MMA; FUNAI, EMBRAPA TERRACLASS; IBGE; SFB/SICAR, FGV Agro



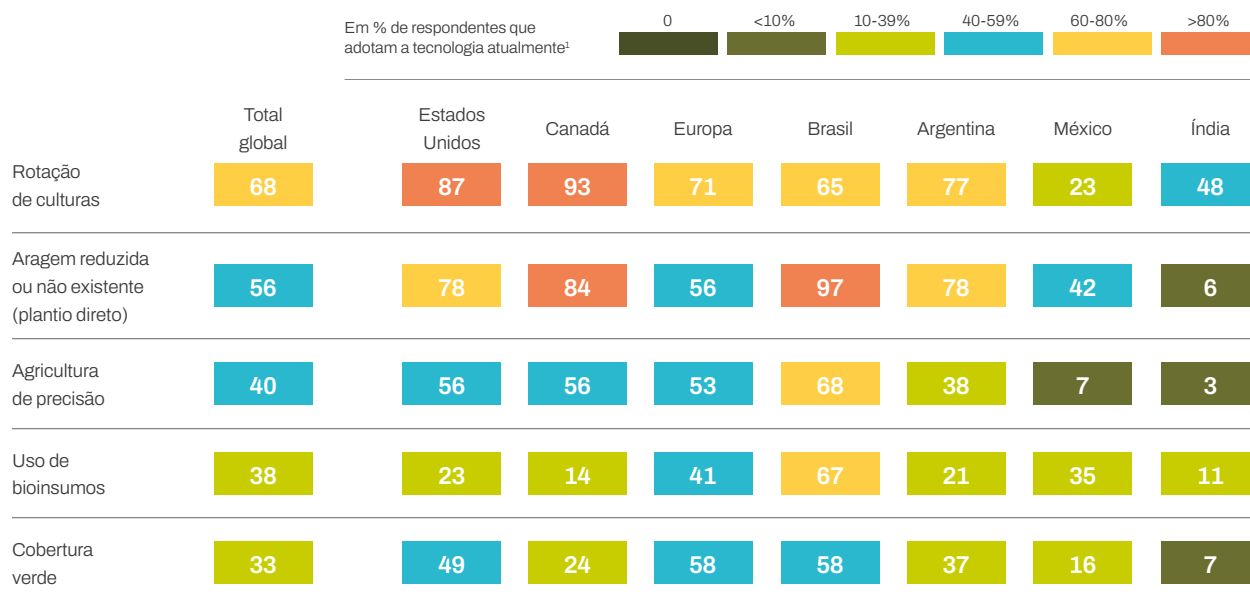
Atualmente, o **setor agrícola brasileiro vive uma nova transformação**, impulsionada pela adoção de **tecnologias e práticas regenerativas** que combinam **sistemas agroflorestais e sistemas integrados de produção de alimentos e energia**. Mais do que ampliar a produtividade, essa transição busca **restaurar a saúde dos solos, conservar a biodiversidade e fortalecer a resiliência dos sistemas produtivos**, tornando-os capazes de operar com **baixas ou neutras emissões de carbono** e, em muitos casos, **remover mais carbono da atmosfera do que emitem**.

As **prioridades nacionais** também incluem a gestão integrada da paisagem, que considera as relações entre **desmatamento, conservação da biodiversidade e produção agrícola**, e reconhece que a **adaptação climática depende diretamente da preservação dos ecossistemas naturais**. As florestas e a vegetação nativa desempenham papel essencial na **regulação dos microclimas**, na **manutenção dos padrões de precipitação** e na **sustentação da produtividade agrícola**, evidenciando que **estratégias eficazes de adaptação** devem estar profundamente ligadas à **conservação dos serviços ecossistêmicos** e à **integração entre floresta, clima e produção**.

ADOÇÃO DE PRÁTICAS AGRÍCOLAS MAIS SUSTENTÁVEIS

BRASIL LIDERA USO DE PLANTIO DIRETO, AGRICULTURA DE PRECISÃO E BIOINSUMOS

Fonte: McKinsey Global Farmer Insights, 2024



¹ Pergunta feita na pesquisa: "Qual o seu nível de adoção das seguintes práticas?"

(A adoção implica o uso de uma determinada prática sustentável em qualquer parte da operação e não indica necessariamente o uso em 100% da área.)

Os **produtores rurais brasileiros** vêm se destacando mundialmente pela **rápida incorporação de tecnologias sustentáveis**, refletindo uma cultura de inovação e adaptação contínua⁵. Essa capacidade de integrar **eficiência produtiva e responsa-**

bilidade ambiental consolida o protagonismo do país na construção de uma **agricultura tropical competitiva, inclusiva e positiva para a natureza** — um modelo de referência para os desafios globais de segurança alimentar e climática.



O PLANO ABC COMO MARCO DA TRANSIÇÃO PARA AGRICULTURA DE BAIXO CARBONO

O Brasil consolidou-se como referência global em agricultura de baixo carbono ao estruturar políticas pioneiras como o Plano ABC e o ABC+, que combinam ciência, inovação e políticas públicas para reduzir emissões, recuperar áreas degradadas e fortalecer a resiliência climática no campo.

O Brasil tem participado ativamente nas negociações internacionais sobre sustentabilidade desde a Rio-92, quando se tornou o primeiro país, entre 150 signatários, a aderir à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC). Em 2009, ao instituir o Plano Nacional sobre a Mudança do Clima (PNMC) e assumir compromissos voluntários na COP15, posteriormente convertidos em Metas Nacionalmente Determinadas (NDCs) no âmbito do Acordo de Paris, o país consolidou seu compromisso com a transição para uma economia de baixo carbono⁶.

Um marco decisivo nesse processo foi o **Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas** para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC), uma iniciativa pioneira que estruturou ações estratégicas para a adoção de tecnologias sustentáveis. O plano estabeleceu diretrizes voltadas à redução das emissões de GEE e ao fortalecimento da resiliência do setor agropecuário sem comprometer a produtividade.⁶

O **Plano ABC foi estruturado em sete programas principais**, sendo seis voltados à mitigação e um à adaptação: recuperação de pastagens degradadas (RPD); integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e sistemas agroflorestais (SAF); sistema de plantio direto (SPD); fixação biológica de nitrogênio (FBN); expansão de florestas plantadas (FP); tratamento de dejetos animais; e ações específicas de adaptação às mudanças climáticas.

Entre 2010/2011 e 2019/2020, foram aplicados R\$ 19,6 bilhões, com destaque para recuperação de pastagens degradadas, plantio direto e ILPF. Mesmo com recursos inferiores aos inicialmente previstos, o plano alcançou praticamente todas as metas de expansão e mitigação, resultando em 53,76 milhões de hectares sob tecnologias sustentáveis e mitigação estimada em **192,65 milhões de toneladas de CO₂ equivalente entre 2010 e 2020**⁷.

METAS E RESULTADOS ALCANÇADOS PELO PLANO ABC (2010 A 2020)

Fonte: Morandi *et al*, 2024, Manzatto *et al*, 2020 e Brasil, 2021

		RPD	ILPF	SPD	FBN	FP	TDA	TOTAL
METAS	Compromissos (Mha)	15,0	4,0	8,0	5,5	3,0	4,4	35,5
	Potencial estimado de mitigação (milhões Mg CO ₂ eq)	83 a 104	18 a 22	16 a 20	10	NE	6,9	132,9 a 162,9
RESULTADOS	Expansão da adoção no período	26,80	10,76	14,59	11,78 a 6	1,88	38,34	53,76
	Expansão computada para mitigação	9,50	NE	NE	NE	NE	NE	-
	Superação da meta atingida em relação à meta estimada (%)	179	269	182	214	63	871	276
	Fator de emissão (Mg CO ₂ eq ha ⁻¹ ano ⁻¹)	3,79	3,79	1,83	1,83	4,69	1,56	-
	Mitigação (milhões Mg CO ₂ eq)	36,01	39,76	26,70	21,56	8,82	60,00	192,65
	Superação da meta atingida em relação à meta estimada (%)	35	185	133	216	-	867	118

NE: Não Existe

Os resultados evidenciam a eficácia dessa política pública e reforçam o potencial do Brasil para implementar compromissos nacionais de redução de emissões líquidas. Áreas com RPD cresceram 66% e com ILPF, 86%, com taxas médias anuais de expansão de 7,5% e 9,2%, respectivamente.

O sucesso do Plano ABC impulsionou o lançamento do Plano ABC+ (2020-2030), que amplia e aperfeiçoa essa política setorial, reforçando o compromisso do Brasil com uma agricultura sustentável, resiliente e de baixo carbono. O

novo plano tem como objetivo aumentar a eficiência dos sistemas produtivos, promover a adaptação climática e controlar as emissões de GEE por meio de uma abordagem integrada da paisagem.









Entre suas metas estratégicas destacam-se: ampliar em 72,68 milhões de hectares a adoção de **Sistemas Produtivos Sustentáveis (SPS-ABC)**; aumentar em 208,4 milhões de m³ o tratamento de resíduos animais; estimular o uso de bioinsumos e práticas de eficiência hídrica e nutricional, e intensificar o abate de 5 milhões de bovinos em terminação intensiva⁸.

O ABC+ adota uma abordagem diferenciada por bioma, contemplando todos os perfis de produtores, desde agricultores familiares até grandes agroindústrias. O plano introduz conceitos inovadores como a **Abordagem Integrada da Paisagem (AIP)**, os próprios Sistemas Produtivos Sustentáveis (SPS-ABC) e os produtos certificados de baixo

carbono, todos baseados em evidências científicas e em revisões periódicas. As práticas preconizadas pelo Plano ABC+ têm potencial para mitigar até 1 gigatonelada de CO₂ equivalente até 2030, fortalecendo a transição para uma agricultura de baixo carbono por meio da disseminação de sistemas, práticas, produtos e processos sustentáveis⁶.

METAS DO PLANO ABC+ PARA O PERÍODO DE 2020 A 2030

Fonte: Manzatto et al, 2024

	<p>RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS</p> <p>Práticas agrícolas para recompor o vigor das forrageiras e aumentar a cobertura vegetal do solo.</p> <p>Meta – 30 milhões ha Potencial – 113,70 milhões de Mg CO₂ eq</p>		<p>BIOINSUMOS</p> <p>Microorganismos e plantas benéficos para melhorar o uso eficiente de água e para adicionar nutriente nas culturas agrícolas.</p> <p>Meta – 13 milhões m³ Potencial – 23,4 milhões de Mg CO₂ eq</p>
	<p>SISTEMA PLANTIO DIRETO</p> <p>Técnicas para evitar o revolvimento do solo, mantendo-o com cobertura morta ou cobertura vegetal.</p> <p>Meta – 12,5 milhões ha Potencial – 12,990 milhões de Mg CO₂ eq</p>		<p>MANEJO DE RESÍDUOS ANIMAIS</p> <p>Diminui a dependência externa de fertilizantes e energia. É fonte complementar de renda.</p> <p>Meta – 208,4 milhões ha Potencial – 277,8 milhões de Mg CO₂ eq</p>
	<p>SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO</p> <p>Sistemas de produção integradas envolvendo a produção de grãos, fibras, madeira, energia, leite ou carne na mesma área.</p> <p>Meta – 10,10 milhões ha Potencial – 72,10 milhões de Mg CO₂ eq</p>		<p>SISTEMAS IRRIGADOS</p> <p>Reduzir a vulnerabilidade dos sistemas produtivos aos períodos de seca e ao risco de perda de safra.</p> <p>Meta – 3 milhões ha Potencial – 50 milhões de Mg CO₂ eq</p>
	<p>FLORESTAS PLANTADAS</p> <p>Reflorestamento com espécies nativas ou exóticas para fins ambientais ou comerciais.</p> <p>Meta – 4 milhões ha Potencial – 510 milhões de Mg CO₂ eq</p>		<p>TERMINAÇÃO INTENSIVA</p> <p>Promover o melhor uso dos recursos forrageiros e reduzir o tempo de abate.</p> <p>Meta – 5 milhões ha Potencial – 50 milhões de Mg CO₂ eq</p>

DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS DA AGRICULTURA TROPICAL

A agricultura tropical está no centro dos grandes desafios do nosso tempo — da segurança alimentar e energética à estabilidade climática e à justiça social. O Brasil mostra que é possível conciliar produtividade com conservação e inclusão, transformando adaptação e mitigação em eixos integrados de um novo paradigma de desenvolvimento agrícola.

Com os avanços promovidos por **políticas como o Plano ABC+, o Brasil fortaleceu as bases de uma agricultura tropical sustentável**. Ainda assim, os desafios contemporâneos exigem ampliar essa transformação, conciliando produtividade, inclusão social e segurança alimentar e segurança energética em um cenário global cada vez mais pressionado por crises climáticas e econômicas⁶.

Quando a produção de alimentos falha, todos sentem: preços disparam, conflitos se intensificam e sociedades inteiras enfrentam instabilidade. **Essa conexão entre alimento e paz não é metáfora.** É realidade vivida por 673 milhões de pessoas que, segundo a FAO, enfrentaram algum nível de insegurança alimentar em 2024⁸. **O paradoxo é brutal:** produzimos alimentos suficientes para alimentar toda a humanidade, mas a distribuição desigual, o desperdício sistemático e os eventos climáticos extremos mantêm milhões em situação de fome.

Esse dilema alimentar conecta-se à **volatilidade dos preços de energia**, que afeta desde o custo dos fertilizantes até o transporte de grãos. **Liga-se também às mudanças climáticas**, que comprometem safras inteiras com secas prolongadas, enchentes devastadoras e ondas de calor recordes. E entrelaça-se com desigualdades sociais históricas, que deixam milhões de agricultores familiares sem acesso a terra, crédito, tecnologia e mercados, enquanto cadeias agroindustriais globais concentram renda e poder em poucos atores. **Conflitos geopolíticos interrompem fluxos comerciais de alimentos e insumos agrícolas, enquanto crises econômicas estruturais reduzem o poder de compra de populações.** Nos países tropicais, o dilema assume contornos ainda mais complexos: a histórica dependência de monoculturas voltadas à exportação convive com a necessidade de garantir produção diversificada para consumo interno. Equilibrar vocação exportadora com soberania alimentar exige modelos produtivos inovadores que consigam aumentar a produtividade sem ampliar desigualdades estruturais de acesso aos alimentos.

A agricultura moderna tornou-se intensiva em energia e dependente de combustíveis fósseis. A volatilidade dos preços de petróleo e gás natural afeta o custo de produção, desde fertilizantes e defensivos agrícolas até transporte, armazenamento e processamento de alimentos. Países produtores de combustíveis fósseis ainda influenciam decisivamente a oferta global e o custo da energia, criando instabilidades que se propagam por toda a cadeia alimentar e amplificam crises econômicas e sociais em escala planetária.

As mudanças climáticas consolidaram-se como o maior risco sistêmico à agricultura global. O aumento acelerado das temperaturas médias, as alterações drásticas nos regimes de chuvas e a maior frequência de eventos extremos estão redefinindo o mapa da produção de alimentos. As regiões tropicais, onde se concentra grande parte da agricultura mundial e onde vivem bilhões de pessoas dependentes do campo, enfrentam secas cada vez mais prolongadas, degradação acelerada dos solos, aumento da pressão de pragas e doenças, e perda crescente de biodiversidade agrícola. Esses impactos não são democráticos: atingem mais duramente justamente aqueles que já vivem em situação de maior fragilidade social.

A desigualdade social completa esse quadro de tensões estruturais. A concentração fundiária, a precarização do trabalho rural, as migrações forçadas e a volatilidade de preços de commodities desestabilizam comunidades rurais inteiras. Em muitas regiões, milhões de agricultores familiares vivem em condições precárias, com acesso limitado a terra, crédito, tecnologia e mercados. Persistem obstáculos estruturais graves: trabalho precário, conflitos violentos por terra e água, e exclusão de grupos historicamente marginalizados, como mulheres, jovens, comunidades tradicionais e povos indígenas. O grande desafio contemporâneo é assegurar que a transição para sistemas agrícolas sustentáveis e de baixo carbono não repita padrões históricos de exclusão, mas promova transformação justa e inclusiva.

A trajetória recente demonstra que países tropicais — em especial o Brasil — reúnem condições únicas para responder de forma integrada a esses desafios. As soluções desenvolvidas nas últimas décadas provaram ser possível conciliar aumento expressivo de produtividade com conservação de vastas áreas de vegetação nativa e inclusão de milhões de produtores. Essa experiência oferece lições valiosas e caminhos replicáveis para outras regiões tropicais com dilemas semelhantes².

Nesse contexto, **a adaptação às mudanças climáticas ocupa posição central por garantir estabilidade produtiva, segurança alimentar e energética e por reduzir vulnerabilidades sociais.** A mitigação deixa de ser uma agenda central e passa a ser consequência direta de sistemas adaptativos bem estruturados. Práticas que fortalecem a resiliência produtiva também reduzem emissões e ampliam o sequestro de carbono, consolidando a contribuição da agricultura tropical às metas climáticas globais.

Mais do que uma resposta técnica ou setorial, trata-se de um **novo paradigma de desenvolvimento agrícola**, no qual **adaptação e mitigação atuam de forma integrada** para assegurar, ao mesmo tempo, **segurança alimentar e energética, estabilidade climática e justiça social.**

A BASE DE TODAS AS SOLUÇÕES: OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS QUE SUSTENTAM A PRODUÇÃO

A agropecuária depende profundamente dos serviços ecossistêmicos que a natureza oferece de forma gratuita. Florestas regulam o clima e garantem a ocorrência de chuvas; solos férteis armazenam carbono, retêm água e sustentam a produtividade; rios e aquíferos asseguram irrigação e dessedentação animal; e a biodiversidade fornece polinizadores e controle natural de pragas. **Quando esses serviços são degradados, comprometem-se a segurança alimentar, energética e climática, evidenciando que sua preservação não é apenas desejável — é condição indispensável para a vida e para a continuidade da produção.** Sem ecossistemas funcionais, não há produtividade sustentável no longo prazo.

Essa compreensão orienta uma nova geração de políticas e tecnologias agrícolas, fundamentadas na **Abordagem Integrada da Paisagem (AIP)**, como o **Plano ABC+**, que reconhece os territórios em sua totalidade ambiental, social e produtiva e incorpora estratégias diferenciadas por bioma, demonstrando que a agricultura brasileira passou a investir em soluções que **protegem e fortalecem os serviços ecossistêmicos**. Em vez de tratar agricultura e florestas como setores isolados, propõe-se uma perspectiva sistêmica, que considera as interações entre ecossistemas, atividades econômicas e comunidades, favorecendo o planejamento territorial equilibrado e incentivando práticas como a agricultura regenerativa e a manutenção de florestas vivas.

Por décadas, a agricultura operou como se esses serviços fossem infinitos. **Hoje, a agricultura tropical brasileira compreende que degradar ecossistemas é destruir sua própria base produtiva.** Com base em ciência, inovação e saberes tradicionais, o país desenvolveu soluções projetadas para reverter essa lógica, priorizando estratégias que preservam solo, água e biodiversidade — e transformando-os na base sobre a qual se constroem respostas técnicas aos desafios do agronegócio contemporâneo.



SOLO: A BASE DA RESILIÊNCIA AGRÍCOLA E DA AÇÃO CLIMÁTICA

A conservação do solo é decisiva para a resiliência agrícola e a mitigação climática. Práticas como o Sistema de Plantio Direto aumentam o sequestro de carbono, reduzem emissões e elevam a produtividade, tornando a agricultura mais estável e sustentável diante das mudanças do clima.

O solo é o alicerce da resiliência agrícola, e sua conservação é decisiva para enfrentar os impactos crescentes das mudanças climáticas. Dependendo do manejo adotado, ele pode atuar como fonte ou sumidouro de gases de efeito estufa (GEE)⁹. Sistemas que aumentam a incorporação de resíduos vegetais e o acúmulo de carbono no solo são fundamentais para capturar CO₂, enquanto solos descobertos ou intensamente revolvidos tendem a emitir maiores volumes de GEE.

A adoção de práticas conservacionistas — como plantio direto, terraceamento, curvas de nível, cobertura permanente e rotação diversificada de culturas — reduz a erosão, melhora a infiltração de água e mantém a fertilidade ao longo do tempo. Essas estratégias também atenuam os efeitos de chuvas intensas e da compactação causada por máquinas e pisoteio animal, ao mesmo tempo em que estimulam a atividade biológica e fortalecem a ciclagem de nutrientes. O reconhecimento de sua importância está refletido em políticas públicas estruturantes, como o Plano ABC+, que as inclui entre as principais medidas de adaptação produtiva e conservação de recursos naturais.

Entre essas práticas, destaca-se o Sistema de Plantio Direto (SPD) — uma das inovações mais transformadoras da agricultura tropical. Baseado em três princípios fundamentais — cobertura permanente, mínimo revolvimento e rotação diversificada de culturas —, o SPD rompeu com a lógica tradicional de preparo intensivo do solo, revolucionando a produção agrícola. Ao manter o solo protegido por palha ou cobertura vegetal, o sistema reduz a erosão, aumenta a infiltração de água, intensifica a atividade microbiana e potencializa o sequestro de carbono, fatores que elevam a estabilidade produtiva e a resiliência climática⁶.

Os resultados são expressivos: o SPD pode sequestrar até 0,5 tonelada de CO₂ por hectare ao ano e, ao reduzir a necessidade de operações mecânicas, também diminui o consumo de combustíveis fósseis e as emissões associadas¹⁰. Em períodos de estiagem, solos manejados sob esse sistema retêm mais umidade, garantindo maior segurança das colheitas.

O Brasil consolidou-se como um dos líderes mundiais na adoção do SPD, com cerca de 45 milhões de hectares sob essa prática, segundo a Federação Brasileira do Plantio Direto¹¹. A meta de expansão de 12,5 milhões de hectares até 2030 (Plano ABC+) pode resultar na mitigação de cerca de 12,9 milhões de toneladas de CO₂ equivalente adicionais, combinando maior sequestro de carbono com a redução de emissões em relação ao preparo convencional⁶.

CASE BRASIL

MÁQUINAS AGRÍCOLAS IMPULSIONANDO A TRANSIÇÃO CLIMÁTICA NO CAMPO

A mecanização agrícola desempenhou um papel decisivo na transformação da agricultura brasileira em uma das mais produtivas e sustentáveis do mundo. **Mais do que facilitar o trabalho no campo, o avanço tecnológico dos equipamentos foi essencial para viabilizar práticas regenerativas e de baixo carbono, especialmente para o Sistema Plantio Direto**, sistema que revolucionou a produção ao reduzir drasticamente a erosão, conservar a matéria orgânica, otimizar o uso de combustíveis fósseis e ampliar a eficiência no uso da terra.

A mecanização também reduziu a dependência de trabalho manual e de técnicas rudimentares, comuns até a metade do século XX, além de **diminuir a compactação do solo com tecnologias avançadas de distribuição de peso, pneus e ferramentas**. Aliada a práticas como rotação de culturas e cobertura permanente do solo, ela aumentou a resiliência climática dos sistemas produtivos e reduziu emissões de carbono, alinhando a produção brasileira aos compromissos assumidos nos acordos climáticos internacionais. **Hoje, tratores e colheitadeiras incorporam tecnologias mais sofisticadas do que muitos automóveis de luxo: computadores de bordo, softwares de gestão agrônômica, piloto automático, ar-condicionado e sistemas de geolocalização tornam as operações mais precisas e eficientes.**

A frota nacional soma cerca de **1,65 milhão de máquinas agrícolas** — sendo 1,35 milhão de tratores, 217 mil colheitadeiras e 82,5 mil pulverizadores — **e deve alcançar 1,8 milhão até 2030, impulsionada pela expansão agrícola e pela necessidade de modernização.**

Fontes: Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ), Panorama Setorial de Máquinas Agrícolas 2025, Bosch Inteligência de Mercado.



É importante, contudo, distinguir o plantio direto simples — apenas a semeadura sem revolvimento — do SPD completo, que integra seus três princípios e amplia significativamente os benefícios ambientais e climáticos, ao potencializar o sequestro de carbono, conservar a fertilidade e fortalecer a resiliência dos sistemas produtivos.

A expansão do SPD tem sido impulsionada por políticas públicas e avanços científicos. **Tanto o Plano ABC quanto o ABC+ o incluem entre as práticas prioritárias da agricultura de baixo carbono, com linhas de crédito específicas aos produtores. A Embrapa tem papel decisivo no contínuo desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias adaptadas às condições tropicais, enquanto cooperativas e redes de produtores são fundamentais para sua ampla difusão**^{6,12}.

O SPD demonstra que é possível aumentar a eficiência agrícola sem pressionar novas áreas, oferecendo respostas integradas a desafios globais. Ele contribui para a segurança alimentar ao estabilizar colheitas mesmo em cenários climáticos adversos, fortalece a segurança energética ao reduzir o uso de combustíveis fósseis, impulsiona a mitigação climática ao sequestrar carbono e aumenta a resiliência dos produtores frente à variabilidade do clima^{6,12}.

Desde sua inclusão na primeira fase do Plano ABC, em 2010, o SPD tornou-se um dos pilares da agricultura de baixo carbono no Brasil. Entre 2010 e 2020, foi implementado em 14,59 milhões de hectares, resultando na redução de 26,7 milhões de toneladas de CO₂ equivalente. Essa trajetória marcou a transição de tecnologias aplicadas de forma isolada para um sistema integrado e estratégico, com impactos expressivos em adaptação e mitigação climática.

As evidências científicas reforçam sua relevância: em 20 anos, o SPD aumentou os estoques de carbono orgânico do solo em até 25% no Cerrado e na Mata Atlântica e em 16% em pastagens convertidas, contribuindo para a redução líquida de emissões de GEE. Quando associado a culturas de cobertura, pode apresentar pegada de carbono negativa, melhora a retenção de água e nutrientes, eleva a produtividade e fortalece a resiliência dos sistemas produtivos diante da variabilidade climática¹³.



ÁGUA COMO EIXO DE RESILIÊNCIA: IRRIGAÇÃO EFICIENTE E MANEJO HÍDRICO INTELIGENTE

A irrigação eficiente e o manejo inteligente da água são pilares da adaptação agrícola ao clima, ampliando a produtividade, reduzindo riscos e fortalecendo a segurança alimentar sem expandir fronteiras agrícolas.

Em um cenário marcado por **eventos hidrológicos extremos**, como estiagens prolongadas e chuvas intensas concentradas, o **uso eficiente da água** torna-se eixo central das estratégias de adaptação no campo. Tecnologias como sistemas de **irrigação de precisão**, manejo com base em **taxas de evapotranspiração**, uso de **sensoriamento remoto** e **coleta e reuso de águas pluviais** otimizam o uso hídrico, reduzem riscos produtivos e fortalecem a resiliência das lavouras.

No campo da nutrição vegetal, **planos de manejo integrado da fertilidade do solo**, fundamentados em análises detalhadas, minimizam perdas, aumentam a eficiência agronômica dos fertilizantes e reduzem impactos ambientais. A integração dessas estratégias reduz a vulnerabilidade das culturas ao **estresse hídrico e nutricional**, garantindo maior estabilidade produtiva mesmo diante da crescente instabilidade climática.

A **disponibilidade hídrica** é um fator decisivo para o planejamento territorial, influenciando o abastecimento urbano e rural, a viabilidade produtiva e a sustentabilidade ambiental. Nesse contexto, a **análise**

e o **monitoramento da água em microbacias hidrográficas** tornam-se cada vez mais relevantes diante dos efeitos das mudanças climáticas e da crescente demanda hídrica da agricultura e da população. Diagnosticar a disponibilidade de águas superficiais e subterrâneas em bacias e aquíferos para fornecer subsídios técnicos e orientação para o planejamento de novos empreendimentos agropecuários, garantindo **segurança hídrica e sustentabilidade produtiva** é fundamental. A **Federação da Agricultura do Paraná (FAEP)**, em parceria com a **Embrapa Florestas**, criou uma **plataforma de inteligência territorial que transforma as exigências do Código Florestal em ferramentas práticas para os produtores**. Integrando dados do CAR, imagens de satélite e modelagem geoespacial, o sistema identifica áreas a regularizar, orienta ações de recomposição e estima custos e benefícios ambientais.

Entre as estratégias mais eficazes para enfrentar as mudanças climáticas está a **irrigação**, que reduz perdas em períodos de seca, intensifica a produção em áreas já abertas e viabiliza até duas ou três safras anuais em determinadas regiões. O Brasil possui hoje **8,2 milhões de hectares irrigados**, dos quais 64,5% utilizam água de mananciais e 35,5% são fertirrigados com água de reuso¹⁴. Apesar disso, essa área representa apenas **2,6% da área irrigada global**¹⁵, mesmo com um **potencial estimado de 55 milhões de hectares irrigáveis** — o maior do mundo¹⁶.

Os resultados são expressivos: embora representem menos de 20% da área cultivada global, as áreas irrigadas produzem mais de **40% dos alimentos, fibras e culturas energéticas**¹⁷. No Brasil, a produtividade em áreas irrigadas chega a ser de **2 a 3 vezes maior** que nas áreas de sequeiro¹⁸. Produtores que adotam sensores de umidade do solo registram **aumentos de 10% a 30% na produtividade**, com **redução de 20% a 30% no consumo de água e energia**¹⁸.



A **eficiência dos sistemas de irrigação** varia conforme a tecnologia: o gotejamento atinge entre 95% e 100% de aproveitamento da água aplicada; a aspersão alcança de 80% a 85%; e os métodos por inundação ou sulcos ficam entre 60% e 70%¹⁹. Em 2019, cerca de **1,5 milhão de hectares** foram irrigados por pivôs centrais²⁰.

O avanço tecnológico tem sido decisivo para essa modernização. O Brasil desenvolve soluções com uso de **Internet das Coisas (IoT)**, como a plataforma **SWAMP (Smart Water Management Platform)**, que integra sensores sem fio para coletar dados agronômicos e de umidade em tempo real, reduzindo o consumo de água e aumentando a eficiência²¹. Outro destaque é o sensor **IGstat**, tecnologia nacional de baixo custo capaz de detectar automaticamente a necessidade de irrigação em diferentes sistemas²².

A irrigação também é parte estratégica do **Plano ABC+**, que prevê a expansão de **3 milhões de hectares irrigados até 2030**, com potencial de mitigar cerca de **50 milhões de toneladas de CO₂ equivalente** no período 2020–2030²³. Até 2040, estima-se que **4,2 milhões de hectares** estarão irrigados — um aumento de 76% — com crescimento proporcionalmente menor no uso total de água (+66%), reflexo direto da adoção de métodos mais eficientes¹⁶.

Mais do que impulsionar a produção, a irrigação representa uma **ferramenta estratégica para a agenda climática**: ao combinar eficiência hídrica com o uso de áreas já abertas, reduz a pressão por desmatamento e amplia a segurança alimentar. Com isso, consolida-se como um dos **pilares da resiliência agrícola**, essencial para enfrentar as mudanças climáticas e garantir um futuro sustentável.

CASE BRASIL

IRRIGAÇÃO, PRODUTIVIDADE GUIADA PELA EFICIÊNCIA HÍDRICA

O Brasil consolidou-se como uma das maiores potências globais em agricultura irrigada ao unir tecnologia de ponta e uso inteligente da água. Com 6,95 milhões de hectares irrigados — apenas 15% de seu potencial estimado em 27 milhões —, o país demonstra que é possível multiplicar a produção preservando um dos recursos mais valiosos do planeta. Essa estratégia garante que apenas 5% da área cultivada responda por 16% da produção agrícola nacional, traduzindo eficiência em segurança alimentar e competitividade.

O salto tecnológico no campo tem sido determinante nessa trajetória. Hoje, o Brasil conta com mais de 17.800 pivôs centrais em operação e lidera a América Latina na adoção de sistemas de irrigação localizada de alta eficiência, como o gotejamento e a microaspersão, que superam 90% de aproveitamento hídrico. O resultado é visível nas colheitas: a produtividade da soja irrigada sobe de 3 para 5 toneladas por hectare; o milho dobra sua produção, passando de 5 para 10 toneladas; e o feijão triplica seus rendimentos, saltando de 1 para 3 toneladas por hectare. Cada gota bem utilizada se transforma em alimento, renda e desenvolvimento.

Os impactos dessa revolução vão além da lavoura. A agricultura irrigada gera de 3 a 7 empregos diretos por hectare, com renda média até quatro vezes superior à obtida na produção de sequeiro. Em todo o país, 83 perímetros públicos irrigados beneficiam diretamente mais de 560 mil pessoas e impulsionam economias locais — como no polo Petrolina-Juazeiro, referência mundial em fruticultura exportadora.

Com o **Programa Irriga+ Brasil**, lançado em 2022, o país mira metas ambiciosas: ampliar a área irrigada para 10 milhões de hectares, elevar em 20% a eficiência no uso da água e aumentar em 30% a produção nas áreas irrigadas. Mais do que números, trata-se de um compromisso com a **intensificação sustentável** — produzir mais sem expandir fronteiras, proteger biomas e assegurar água e prosperidade para as próximas gerações.

Fontes: MAPA, Programa Irriga+ Brasil, 2022; ESALQ/USP, Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil, 2021; FGV Agro, Estudo sobre eficiência do uso da água no Brasil, 2016.



GESTÃO SUSTENTÁVEL DAS FLORESTAS E BIODIVERSIDADE, SALVAGUARDA DE MÚLTIPLOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

A proteção das florestas e da biodiversidade é essencial para o clima, a produção de alimentos e a economia. Ao integrar políticas de conservação, financiamento, rastreabilidade e uso sustentável da terra, o Brasil avança rumo ao desmatamento zero e à construção de uma agricultura competitiva e alinhada à transição verde.

A gestão sustentável das florestas e da biodiversidade é fundamental para enfrentar a crise climática e manter os serviços ecossistêmicos que sustentam a vida, a produção de

alimentos e a economia global. Combater o desmatamento, prevenir incêndios, valorizar os serviços ecossistêmicos, financiar a conservação e garantir a rastreabilidade das cadeias produtivas são estratégias interdependentes que fortalecem a resiliência climática, promovem o desenvolvimento sustentável e asseguram a integridade dos ecossistemas.

O Brasil dispõe de instrumentos robustos para isso. O **Código Florestal** que estabelece regras claras para a conservação da vegetação nativa em propriedades rurais. O **Plano ABC+**, com a adoção da **Abordagem Integrada da Paisagem (AIP)** reforça a importância de considerar as dimensões ambientais, produtivas e sociais de forma sistêmica com as especificidades de cada bioma. Já o **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPC-DAm)**, lançado em 2004, exemplifica a eficácia de políticas integradas: ao articular monitoramento por satélite, fiscalização, ordenamento territorial, criação de áreas protegidas e incentivo a atividades produtivas sustentáveis, reduziu o desmatamento em mais de 80% entre 2004 e 2012 e se tornou referência internacional. Em sua quinta fase, busca consolidar a meta de desmatamento zero até 2030, acompanhado de iniciativas semelhantes em outros biomas, como o **PPCerrado**.





CASE BRASIL

CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO: GOVERNANÇA TERRITORIAL

O Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012) é um dos marcos legais mais avançados do mundo em matéria de regulação do uso da terra em propriedades rurais. Ele estabelece a base jurídica de um modelo de governança territorial que transforma biodiversidade e produtividade em aliados estratégicos para o desenvolvimento sustentável.

No centro desse arcabouço estão instrumentos inovadores que combinam ciência, tecnologia e política pública:

As **Áreas de Proteção Permanente (APPs)** são faixas de vegetação protegidas ao longo de rios, nascentes, encostas e topos de morro, essenciais para conservar a água, o solo e a biodiversidade. Sua largura varia conforme o curso d'água: 30 metros em rios com até 10 metros de largura, podendo chegar a 500 metros nos maiores rios. Em propriedades pequenas com uso consolidado antes de 2008, a recomposição pode ser reduzida para 5 a 15 metros, conforme o tamanho do imóvel.

A **Reserva Legal (RL)** corresponde à porção mínima de vegetação nativa que cada imóvel deve manter: 80% na floresta amazônica, 35% no Cerrado dentro da Amazônia Legal e 20% nos demais biomas. Ela pode ser mantida na própria área ou compensada em outro imóvel do mesmo bioma, desde que registrada no CAR.

Gerido pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB), o **Cadastro Ambiental Rural (CAR)** reúne informações georreferenciadas sobre APPs, RLs, áreas produtivas e passivos ambientais. Esse cadastro é obrigatório para todos os imóveis rurais.

O **Programa de Regularização Ambiental (PRA)** é o mecanismo de regularização dos passivos ambientais identificados no CAR. Ele permite que o produtor formalize um termo de compromisso para recompor ou compensar vegetação nativa, obtendo segurança jurídica e acesso a programas de crédito e incentivos. O PRA também fomenta o mercado de restauração florestal e créditos de carbono, integrando conservação e produtividade. Juntos, esses instrumentos formam uma das maiores plataformas de governança territorial do mundo, com 6,9 milhões de cadastros ativos abrangendo mais de 602 milhões de hectares registrados no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SiCAR), equivalente a cerca de 70% do território brasileiro. O Código Florestal combina ciência, transparência e política pública, demonstrando que é possível alinhar produtividade e conservação em escala continental.

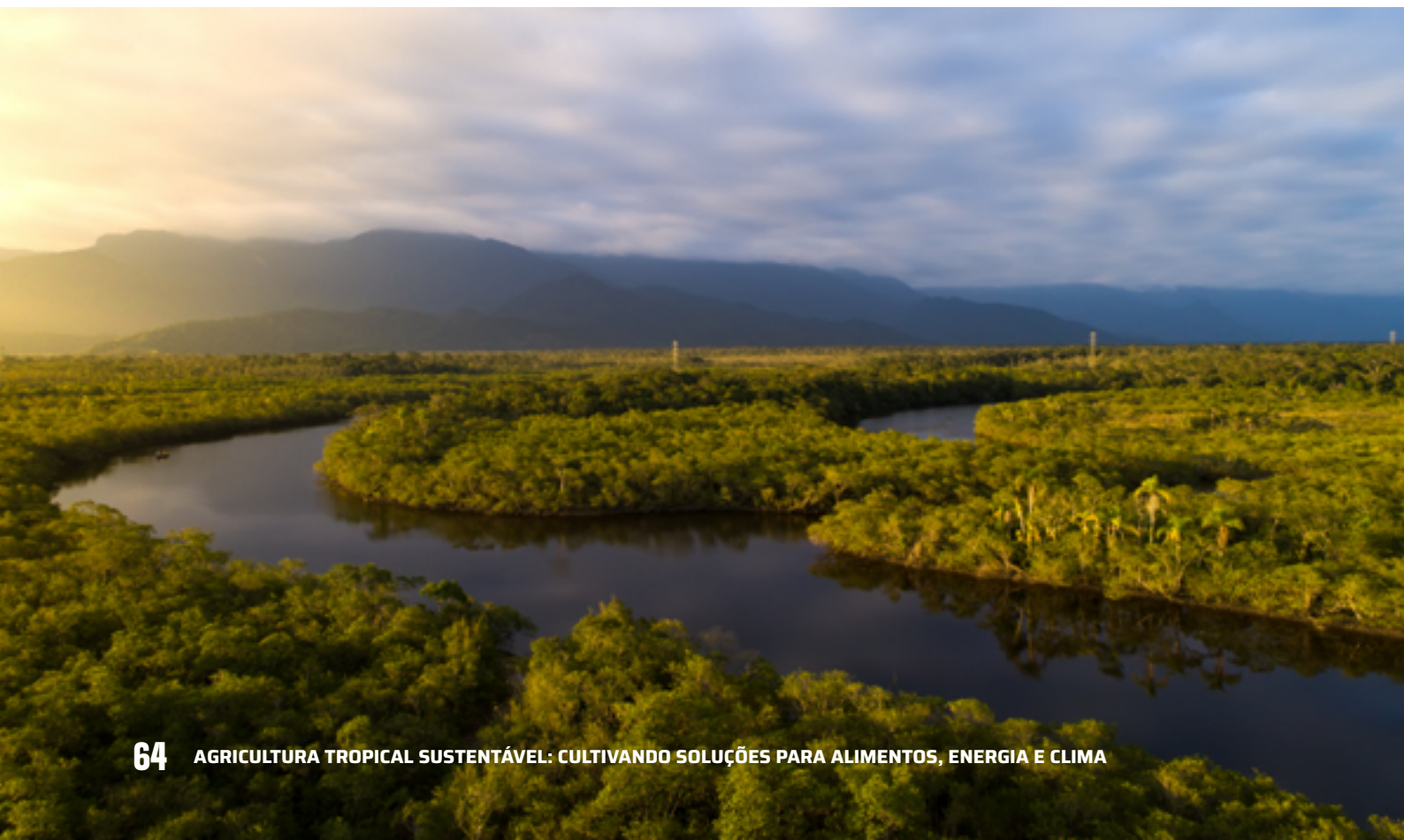
Fontes: BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). Boletim Informativo do Cadastro Ambiental Rural, 2024.

O **financiamento à conservação também desempenha papel decisivo**. Criado em 2008 e gerido pelo BNDES, o **Fundo Amazônia** tornou-se a maior iniciativa global para redução de emissões por desmatamento e degradação florestal, destinando mais de R\$ 4 bilhões ao fortalecimento do monitoramento ambiental, ao fomento à bioeconomia e à promoção de atividades florestais sustentáveis. Mecanismos internacionais como o **REDD+** e fundos inovadores, a exemplo do **Tropical Forests Forever Fund (TFFF)**, complementam esse esforço ao remunerar resultados de redução de emissões e ampliar os fluxos de capital para a economia florestal.

A **redução do desmatamento é um dos pilares mais estratégicos para que o Brasil e outros países tropicais cumpram suas metas climáticas e de biodiversidade**. Ao proteger e restaurar florestas, reduz-se a emissão de gases de efeito estufa (GEE), preservam-se serviços essenciais — como regulação do ciclo hídrico e conservação da biodiversidade — e fortalece-se a resiliência das comunidades

que dependem desses ecossistemas. **Ainda assim, o desmatamento e a mudança no uso da terra continuam sendo os maiores responsáveis pelas emissões no país, representando 39,5% do total em 2022, acima do setor agropecuário (30,5%)²⁴.**

Em 2024, o Brasil registrou uma redução de 32,4% no desmatamento total em relação a 2023, totalizando 1.242.079 hectares — o segundo ano consecutivo de queda, o que demonstra a efetividade das políticas ambientais implementadas²⁵. Cinco dos seis biomas brasileiros apresentaram redução: Pantanal (58,6%), Pampa (42,1%), Cerrado (41,2%), Amazônia (16,8%) e Caatinga (13,4%). A Mata Atlântica manteve-se praticamente estável, com leve aumento de 2%, influenciado pelos eventos climáticos extremos no Rio Grande do Sul. A Amazônia registrou 377.708 hectares desmatados, a menor área dos últimos seis anos, representando 30,4% do total nacional — sinal de que as políticas de comando e controle vêm produzindo resultados consistentes²⁵.



ÁREA ANUAL DE DESMATAMENTO POR BIOMAS (EM HECTARES) 2019-2024

Fonte: MAPBIOMAS, RAD, 2024

2019 2020 2021 2022 2023 2024



Entre os instrumentos que sustentam essa estratégia de proteção territorial, destaca-se o **Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)**. O SNUC foi instituído pela Lei nº 9.985/2000 e estabeleceu critérios e normas para criação e gestão de áreas protegidas no Brasil. Hoje, as áreas prote-

gidas cobrem 260 mil hectares nos seis biomas e no ambiente marinho, protegendo 19,16% do território continental e 26,58% da área marinha do país. Esse marco legal consolidou a proteção territorial como estratégia de conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.



CASE BRASIL

O LEGADO DO SNUC NA CONSERVAÇÃO DOS BIOMAS BRASILEIROS

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) representa uma das estratégias mais bem-sucedidas do Brasil para o enfrentamento da crise climática. Instituído em 2000, o SNUC estabeleceu critérios e normas para a criação e gestão de áreas protegidas que hoje cobrem 260 milhões de hectares nos seis biomas brasileiros e no ambiente marinho, protegendo 19,16% do território continental e 26,58% da área marinha do país. Classificadas em diferentes categorias, conforme as finalidades, a categoria de proteção integral, como parques nacionais e reservas biológicas, abrange 32% das unidades de conservação (UCs). As UCs de uso sustentável, com a presença de populações que retiram o sustento da biodiversidade, representam 68,1%. As Terras Indígenas (TI) somam 805 áreas – 14% do território nacional

Os números recentes demonstram a efetividade do sistema. Em 2024, observou-se uma queda significativa no desmatamento dentro das Unidades de Conservação, com redução de 42,5% em relação a 2023. Trata-se do segundo ano consecutivo de declínio, após uma redução de 53% entre 2022 e 2023. Particularmente notável é o desempenho das Unidades de Conservação de Proteção Integral, onde a perda de vegetação nativa caiu 57,9%, de 10.879 para 4.577 hectares.

Embora persistam desafios relacionados à pressão de atividades ilegais como extração de madeira e garimpo, os números comprovam que as taxas de desmatamento em áreas protegidas permanecem consideravelmente inferiores às verificadas em territórios não protegidos.

A efetividade desse marco legal fica evidente nos resultados de 2024: **dois terços das Terras Indígenas não registraram nenhum desmatamento**, que representou apenas 1,3% do total nacional, com redução de 24% em relação a 2023. Nas **Unidades de Conservação, a redução foi de 42,5%, alcançando 57,9% nas de Proteção Integral** — evidência de que segurança territorial e reconhecimento jurídico são instrumentos decisivos para conter a perda de vegetação nativa²⁵.

A redução de 32,4% no desmatamento nacional, somada à menor área desmatada na Amazônia em seis anos, indica que o Brasil está no caminho correto para atingir a meta de desmatamento zero até 2030. **Ainda assim, a pressão permanece elevada no Cerrado e no Matopiba.** Consolidar a tendência de queda requer **fortalecer a governança fundiária e ambiental, ampliando a regularização de imóveis rurais, os mecanismos de rastreabilidade das cadeias produtivas e os incentivos de crédito verde, alinhando políticas de intensificação produtiva com metas de conservação da vegetação nativa.** Esses avanços e desafios demonstram que conter o desmatamento e resolver os passivos fundiários são faces de um mesmo processo: sem ordenamento territorial, não há sustentabilidade plena nem acesso equitativo às oportunidades da transição verde²⁵.

Fontes: Material do Instituto Arapyáú e Relatório Anual do Desmatamento (2024): https://alerta.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/17/2025/05/RAD2024_15.05.pdf



INTENSIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL: PRODUTIVIDADE COM RESILIÊNCIA E CONSERVAÇÃO

Ao integrar tecnologia, genética e manejo inteligente para elevar a produtividade sem expandir a fronteira agrícola, a intensificação sustentável preserva os serviços ecossistêmicos, fortalece a resiliência dos sistemas produtivos, reduz emissões e consolida a agropecuária como vetor estratégico de segurança alimentar e ação climática.

A intensificação sustentável tem como objetivo aumentar a produtividade nas áreas já convertidas à agricultura, reduzindo a pressão sobre ecossistemas naturais e preservando estoques de carbono. Essa abordagem é estratégica para conter o desmatamento, mitigar as mudanças climáticas e fortalecer a resiliência dos sistemas agropecuários.

Tecnologias como a **integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)**, a **agricultura de precisão**, **genética** melhorada e o **adensamento racional de culturas** elevam a eficiência produtiva sem necessidade de expansão de área. O **zoneamento agroecológico e climático (ZAE)** orienta o uso mais adequado do território, fundamental em um cenário de maior variabilidade climática. No ambiente tropical, a possibilidade de usar de forma mais eficiente os solos agrícolas com a realização da segunda safra e manutenção do solo coberto todo o ano garantem uma intensificação sustentável com substancial incremento no indicador de frequência de cultivo (*cropping frequency*) da FAOSTAT²⁶.

A **agricultura de precisão** potencializa esse processo ao aplicar insumos conforme a real necessidade de cada talhão, com apoio de sensores, drones, satélites e sistemas de informação geográfica. A tecnologia reduz desperdícios, aumenta a eficiência, diminui impactos ambientais e melhora a rentabilidade, tornando-se uma ferramenta essencial para a agricultura regenerativa²⁸.

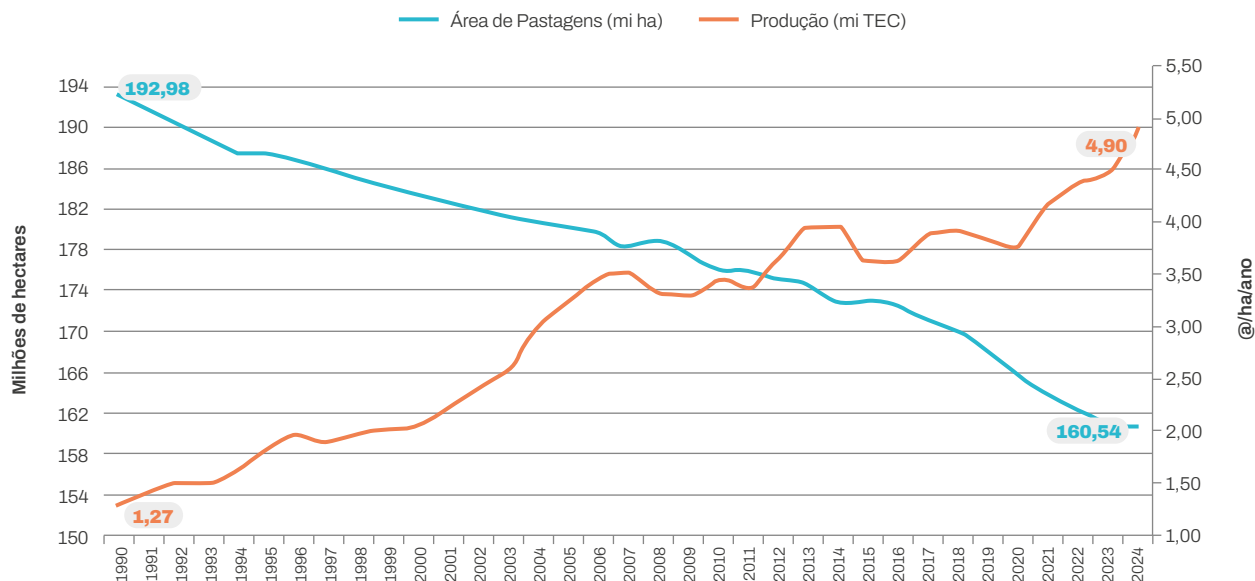
A **biotecnologia e o melhoramento genético** também desempenham papel decisivo na intensificação sustentável, ampliando a eficiência no uso de água, luz e nutrientes e permitindo que espécies agrícolas e pecuárias mantenham alto desempenho mesmo sob estresses climáticos. Programas liderados por instituições nacionais como Embrapa, Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) e diversas universidades vêm desenvolvendo cultivares tolerantes à seca, ao calor e a pragas, além de raças bovinas adaptadas ao clima tropical. O acesso a materiais genéticos adaptados e sistemas eficazes de certificação são fundamentais para ampliar sua adoção.

Desde os anos 2000, a combinação entre melhoramento genético e biotecnologia tem reduzido perdas produtivas e aumentado a resiliência do setor. Variedades de soja e feijão mais tolerantes ao déficit hídrico e às altas temperaturas são exemplos de avanços que consolidam essas ferramentas como **pilares estruturantes da resposta agropecuária às mudanças climáticas**, essenciais para construir paisagens produtivas mais eficientes, adaptadas e sustentáveis²⁹.

Na pecuária, **programas de melhoramento genético vêm promovendo o desenvolvimento de raças mais adaptadas ao calor e ao pastejo em condições tropicais**, aumentando a eficiência produtiva e a resiliência dos rebanhos. O **acesso a materiais genéticos adaptados, aliado a sistemas eficazes de certificação e distribuição, é fundamental para ampliar o alcance dessas soluções** e garantir sua adoção por produtores de diferentes perfis e escalas de produção.

EVOLUÇÃO DA ÁREA DE PASTAGENS VS PRODUTIVIDADE DA PECUÁRIA DE CORTE

Fonte: Athenagro, dados IBGE, Inpe, Lapig, Embrapa Territorial, Rally da Pecuária



Os resultados alcançados nas últimas décadas refletem diretamente os avanços proporcionados pelo melhoramento até o momento. Entre 1990 e 2024, a área de pastagens no Brasil diminuiu cerca de 17%, passando de aproximadamente 193 milhões para 160 milhões de hectares. No mesmo período, a produção de carne bovina saltou de cerca de 1,27 milhão para 4,90 milhões de toneladas equivalente carcaça (TEC) — um aumento expressivo de 286%. Essa dissociação entre a redução da área ocupada e o crescimento da produção evidencia ganhos substanciais de produtividade por hectare, resultado de genética superior combinada a melhorias no manejo e na eficiência dos sistemas produtivos. Ao permitir produzir mais em menos espaço, o melhoramento genético se consolida como um dos principais vetores da intensificação sustentável e da mitigação de impactos ambientais na pecuária tropical.

O melhoramento genético orientado pelas mudanças climáticas busca ampliar a plasticidade fenotípica e genotípica das espécies agrícolas e pecuárias, permitindo que mantenham alto desempenho produtivo mesmo sob condições ambientais adversas. Ao incorporar avanços da biotecnologia, inaugura-se uma nova lógica produtiva, na qual a ciência genética se torna aliada essencial para aumentar a capacidade adaptativa da agropecuária tropical diante de um clima cada vez mais instável.



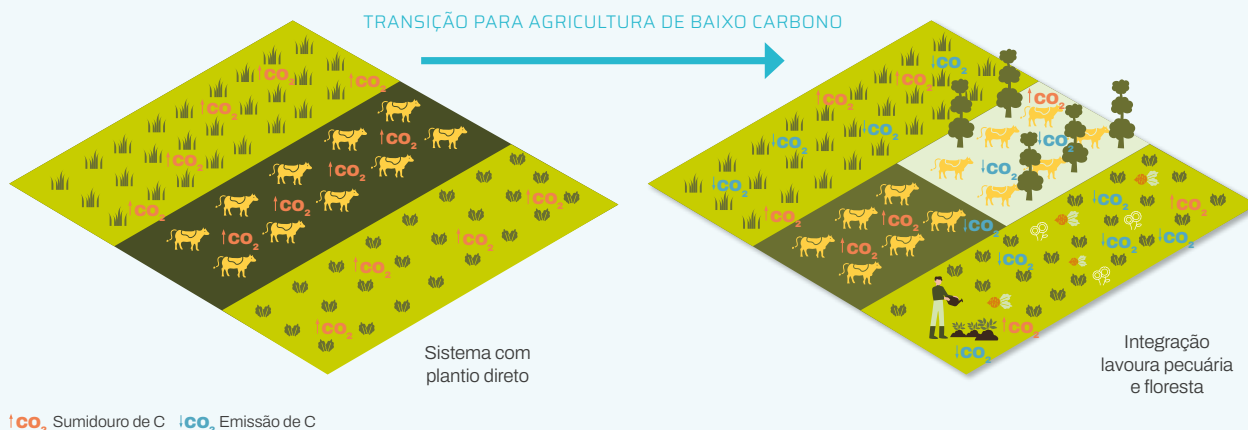
SISTEMAS INTEGRADOS: COSTURANDO PRODUTIVIDADE, CONSERVAÇÃO E INCLUSÃO NA PAISAGEM

Ao integrar lavoura, pecuária e floresta, os sistemas integrados elevam a produtividade, restauram serviços ecossistêmicos e reduzem emissões, tornando a agricultura tropical mais resiliente e sustentável.

Os **sistemas integrados de produção** representam uma das expressões mais avançadas da agricultura tropical sustentável. Ao combinar, em uma mesma área, diferentes atividades agrícolas, pecuárias e florestais — de forma consorciada ou ao longo do tempo — eles permitem múltiplas configurações produtivas, como **lavoura-pecuária (ILP)**, **lavoura-floresta (ILF)**, **pecuária-floresta (IPF)** ou a integração completa **lavoura-pecuária-floresta (ILPF)**. Essa diversidade de arranjos possibilita produzir **alimentos, fibras, madeira, energia, leite e carne** de maneira adaptada às condições edafoclimáticas e socioeconômicas de cada região⁶.

INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Fonte: CPI/PUC-Rio, 2023



Do ponto de vista técnico, os sistemas integrados **elevam a eficiência no uso do solo e dos recursos naturais**. A diversificação produtiva reduz pragas e doenças, melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, aumenta o teor de matéria orgânica e a infiltração de água, além de favorecer a **regulação microclimática**. Em sistemas silvipastoris, o sombreamento natural proporciona

conforto térmico aos animais, enquanto a rotação entre grãos e pastagens auxilia na recuperação de áreas degradadas. Ambientalmente, a intensificação sustentável reduz a pressão por novas aberturas de áreas, aumenta o **sequestro de carbono** no solo e na biomassa e contribui de forma expressiva para a **mitigação das emissões de GEE**⁶.

Esses sistemas são, na prática, a **materialização da agricultura regenerativa**. Ao integrar diferentes componentes produtivos em uma mesma paisagem, os modelos ILPF não apenas mantêm, mas restauram serviços ecossistêmicos essenciais — como a regulação hídrica, a conservação da biodiversidade, a polinização, o controle biológico de pragas e a melhoria da qualidade do solo²⁸. Eles rompem com a lógica linear de extração e adotam uma abordagem circular, na qual cada componente fortalece os demais, construindo **resiliência produtiva e ambiental**.

A expansão desses sistemas no Brasil tem sido expressiva. Em 2015/2016, cerca de **11,5 milhões de hectares** estavam sob algum tipo de integração, chegando a **17 milhões de hectares** ao incluir todas as modalidades. Essa trajetória foi impulsionada por políticas públicas estruturantes, como o **Plano ABC** e o **ABC+**, que estabeleceram a meta de expandir a integração em **10,1 milhões de hectares adicionais até 2030**, com potencial de mitigar **72,1 milhões de toneladas de CO₂ equivalente**⁶.

Os ganhos produtivos e econômicos são significativos. Em fazendas com integração lavoura-pecuária, a taxa de lotação chega a **3 a 4 unidades animais por hectare**, com ganhos de peso superiores a **1 kg por animal/dia** e produtividade de carne acima de **20 arrobas por hectare ao ano** — resultados muito superiores aos de sistemas convencionais. Nas lavouras, a rotação com pastagens sob plantio

direto tem elevado as produtividades para mais de **70 sacas de soja** e cerca de **200 sacas de milho por hectare**. Estudos mostram que a integração pode aumentar a **rentabilidade entre 10% e 30%** em relação aos sistemas tradicionais¹².

Os benefícios climáticos também são robustos. A transição de monoculturas para sistemas integrados pode aumentar os estoques de carbono no solo entre **0,82 e 2,85 Mg C ha⁻¹ ano⁻¹**, dependendo das condições locais²⁹. Em sistemas ILPF, a presença de árvores intensifica o armazenamento de carbono e melhora a estrutura do solo. Resultados semelhantes foram observados por ^{31,32,33}, que destacam o aumento da biomassa e da atividade microbiana como fatores-chave para a melhoria da qualidade do solo e do sequestro de carbono.

O apoio de políticas públicas tem sido decisivo. Entre 2010 e 2020, o Plano ABC consolidou **54 milhões de hectares com tecnologias sustentáveis**, tratou **38,34 milhões de m³ de dejetos animais** e reduziu cerca de **193,67 milhões de toneladas de CO₂ equivalente**, demonstrando o potencial dos sistemas integrados na mitigação de emissões e na adaptação climática. A **Rede ILPF**, que reúne Embrapa, universidades, empresas privadas e produtores, tem sido fundamental para difundir conhecimento técnico, adaptar arranjos às condições locais e validar resultados em campo, ampliando o alcance dos programas públicos e fortalecendo a capacidade de inovação do setor.





FLORESTAS PLANTADAS: MADEIRA, ENERGIA E CARBONO SEM PRESSIONAR ECOSSISTEMAS NATIVOS

Florestas plantadas fornecem matéria-prima renovável, geram energia limpa e capturam carbono, reduzindo a pressão sobre ecossistemas nativos e fortalecendo a bioeconomia — papel que consolida o Brasil como referência global em produção sustentável.

As florestas plantadas ocupam um papel estratégico na agricultura tropical ao fornecer matéria-prima renovável para setores essenciais como celulose, papel, carvão vegetal, móveis e energia. No Brasil, essa base produtiva alcança **10,2 milhões de hectares**, formada principalmente por **eucalipto e pinus**, espécies que figuram entre as mais produtivas do mundo³⁴. Além disso, o setor expandiu sua área conservada para **6,91 milhões de hectares** de florestas naturais e restauradas — uma extensão maior que a do estado do Rio de Janeiro. Essa combinação tornou o país **referência global em silvicultura**, reduzindo a pressão sobre florestas nativas e garantindo um suprimento sustentável de madeira para usos industriais.

Além de abastecer cadeias produtivas estratégicas, as florestas plantadas desempenham um papel cada vez mais relevante na **segurança energética**. A madeira e seus resíduos são utilizados como biomassa para geração de energia térmica e elétrica, tornando o setor de celulose e papel **autossuficiente e, em alguns casos, exportador**

de energia renovável. O carvão vegetal oriundo de florestas plantadas substitui o carvão mineral na siderurgia, reduzindo emissões fósseis e fortalecendo a contribuição do Brasil para uma matriz energética mais limpa³⁵.

Na **agenda climática**, o setor também se destaca. As florestas plantadas atuam como importantes **sumidouros de carbono**, estocando e sequestrando carbono tanto na biomassa quanto no solo. Estudos recentes indicam que a conversão de áreas para florestas plantadas resulta em perdas de carbono no solo muito menores do que se estimava — cerca de **5%** — enquanto a biomassa arbórea acumula grandes volumes de carbono ao longo do ciclo produtivo³⁶. Esse desempenho consolida o papel dessas florestas como parte das **soluções de mitigação** para o cumprimento dos compromissos climáticos brasileiros.

O impacto socioeconômico é igualmente expressivo. Em 2023, o setor gerou cerca de **2,6 milhões de empregos diretos e indiretos**, muitos deles em regiões com poucas alternativas de renda, e criou **33,4 mil novos postos de trabalho** no úl-

timo ano^{34,37}. A expansão e a competitividade do segmento refletem o efeito de **políticas públicas e marcos regulatórios claros**, como o **Código Florestal (Lei nº 12.651/2012)**, que criou condições seguras para o uso e conservação de áreas, e programas como o **Programa Nacional de Florestas (2000)**, que incentivaram investimentos e expansão. Hoje, as florestas plantadas também são contempladas no **Plano ABC+**, reconhecidas como ferramenta essencial para a **mitigação climática e a intensificação sustentável**⁶.

Combinadas a **sistemas integrados de produção**, as florestas plantadas ampliam seu papel estratégico ao contribuir para a **recuperação de áreas degradadas**, diversificar a renda de produtores e fortalecer a resiliência das paisagens rurais. Essa **multifuncionalidade** explica por que o Brasil é hoje **referência mundial no uso de florestas plantadas como estratégia de produção sustentável em larga escala** — fornecendo matéria-prima renovável para cadeias industriais e bioenergéticas, atuando como barreira à exploração predatória de florestas nativas e se consolidando como **solução efetiva para a mitigação das mudanças climáticas**.





PECUÁRIA REGENERATIVA: TRANSFORMANDO PASSIVOS EM ATIVOS PRODUTIVOS

A pecuária regenerativa transforma passivos em ativos produtivos ao recuperar pastagens, reduzir emissões e gerar energia renovável, unindo produtividade, inclusão social e ação climática em um modelo de baixo carbono.

As pastagens desempenham um papel central na produção pecuária e na sustentabilidade ambiental, cobrindo cerca de 70% das terras agrícolas globais e servindo de habitat para uma ampla diversidade de organismos. Sua recuperação é considerada uma das soluções mais promissoras para aumentar a produção agropecuária sem expandir a fronteira agrícola, ao mesmo tempo em que reduz pressões sobre ecossistemas naturais. Além de abastecer cadeias produtivas estratégicas, as florestas plantadas desempenham um papel cada vez mais relevante na **segurança energética**. A madeira e seus resíduos são utilizados como biomassa para geração de energia térmica e elétrica, tornando o setor de celulose e papel **autossuficiente e, em alguns casos, exportador**.

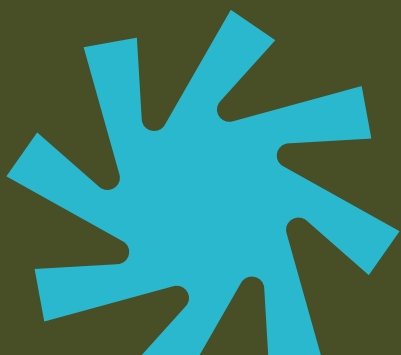
CASE BRASIL

LIDERANÇA NO MUTIRÃO GLOBAL PELA RESTAURAÇÃO DE TERRAS - RAIZ

A degradação de terras agrícolas é um dos maiores desafios globais para a segurança alimentar, a estabilidade climática e a conservação ambiental. Estima-se que cerca de **1 bilhão de hectares de terras estejam degradados no mundo**, sendo aproximadamente **metade composta por áreas agrícolas e pastagens**. As regiões tropicais concentram os casos mais graves: **221 milhões de hectares degradados apenas na África**, enquanto no **Brasil cerca de 109,7 milhões de hectares de pastagens apresentam algum grau de degradação**. Na América Latina e na Ásia, aproximadamente um quarto de todas as terras agrícolas encontra-se em condições altamente ou moderadamente degradadas. Apesar da urgência e da escala do problema, os fluxos financeiros destinados à restauração dessas áreas permanecem muito aquém do necessário. A lacuna de investimentos compromete não apenas a produtividade agrícola, mas também a capacidade de cumprir metas climáticas e de promover desenvolvimento sustentável. Superar esse desafio exige ação coletiva coordenada — um verdadeiro mutirão global para ampliar e escalar modelos de financiamento inovadores, capazes de transformar áreas degradadas em paisagens produtivas, resilientes e carbono-neutras.

É nesse contexto que surge o **Programa RAIZ** (*Resilient Agriculture Investment for Net Zero Land Degradation*) — uma iniciativa global lançada pelo Brasil em parceria com a FAO para acelerar investimentos em restauração de terras agrícolas e impulsionar a transição para uma agropecuária sustentável e resiliente ao clima. Concebido como um acelerador financeiro e técnico, **o RAIZ tem como missão conectar recursos, promover parcerias estratégicas e articular soluções concretas para reverter a degradação do solo em escala**. O programa também atuará como um hub global de conhecimento e inovação, facilitando a troca de experiências, metodologias e boas práticas entre países, instituições e setores produtivos. O Brasil desempenha um papel estratégico nessa agenda ao liderar pelo exemplo com o **Programa Caminho Verde Brasil**, que pretende recuperar 40 milhões de hectares de áreas degradadas. Essa experiência inspira e fortalece o RAIZ como instrumento central do terceiro pilar da Presidência brasileira da COP30 — “Transformação dos sistemas agrícolas e alimentares” — e em especial do Objetivo 8, voltado à restauração de terras e à agricultura sustentável. Ao trabalhar em estreita colaboração com parceiros e iniciativas internacionais, o RAIZ pretende impulsionar a restauração de terras agrícolas degradadas em escala global e contribuir decisivamente para a meta da UNCCD de restaurar 250 milhões de hectares até 2030.

Fontes: FAO, RAIZ Initiative, 2025.



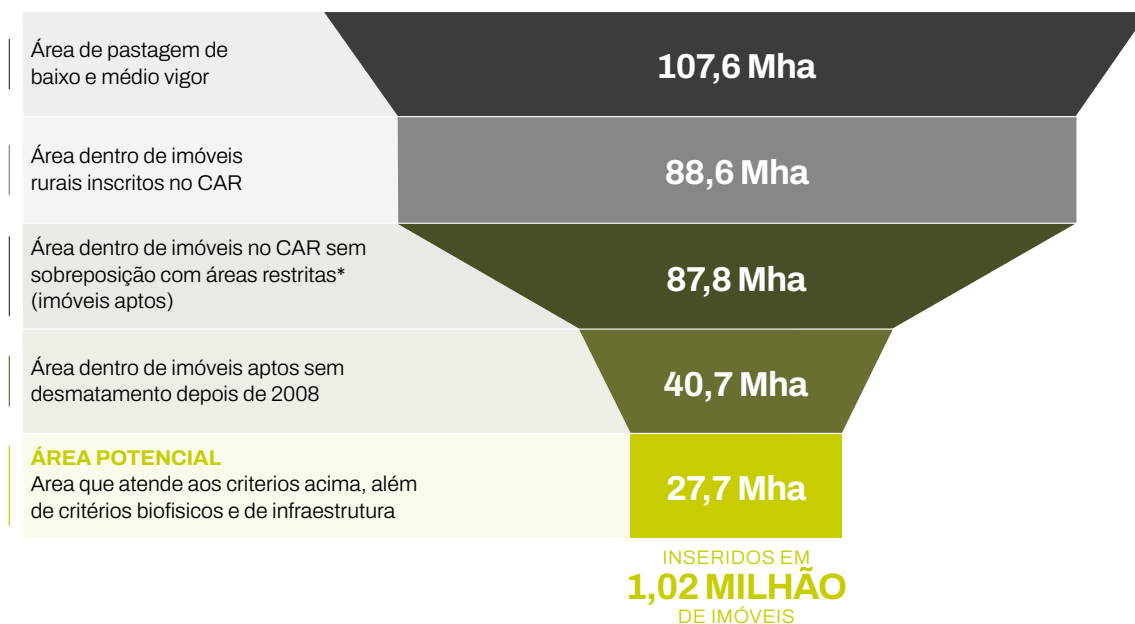
Segundo o Relatório Especial sobre Mudanças Climáticas e Terras do IPCC, cerca de **25% da área terrestre global** sofre algum grau de degradação induzida por atividades humanas, e aproximadamente **23% das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE)** têm origem na agricultura, silvicultura e outros usos da terra (AFOLU)³⁸.

No Brasil, a recuperação de pastagens degradadas tem se destacado como uma estratégia eficaz tanto na **captura de carbono** quanto na **redução de emissões**. Práticas adequadas de manejo, fertilização equilibrada e introdução de leguminosas podem aumentar os estoques de carbono do solo em **15% a 23% ao longo do tempo**, com ganhos médios de **0,7 Mg C ha⁻¹ ano⁻¹**, tornando a pecuária **mais produtiva, resiliente e alinhada às metas climáticas**.

Atualmente, estima-se que **mais de 100 milhões de hectares** de pastagens brasileiras apresentem algum grau de degradação⁶. Esse passivo reduz a oferta de carne e leite, eleva custos de produção, aumenta a vulnerabilidade às mudanças climáticas e pressiona por novas aberturas sobre ecossistemas nativos. A restauração dessas áreas representa uma oportunidade concreta de **produzir mais sem desmatar**. Adoção de técnicas como correção do solo, replantio de forrageiras adaptadas, manejo rotacionado e ajuste da lotação animal pode **dobrar ou até triplicar a produtividade por hectare** em poucos anos. Há registros de aumento da lotação de **0,7 para mais de 2 unidades animais por hectare**, triplicando a capacidade de suporte do pasto⁶.

ÁREA DE PASTAGEM COM POTENCIAL PARA CONVERSÃO

Fonte: IICA, Croplife Brasil, ICS, GPP, Agroicone, MAPA, 2025



* Áreas restritas são Unidades de Conservação de Proteção Integral, Terras Indígenas ou Áreas Militares.

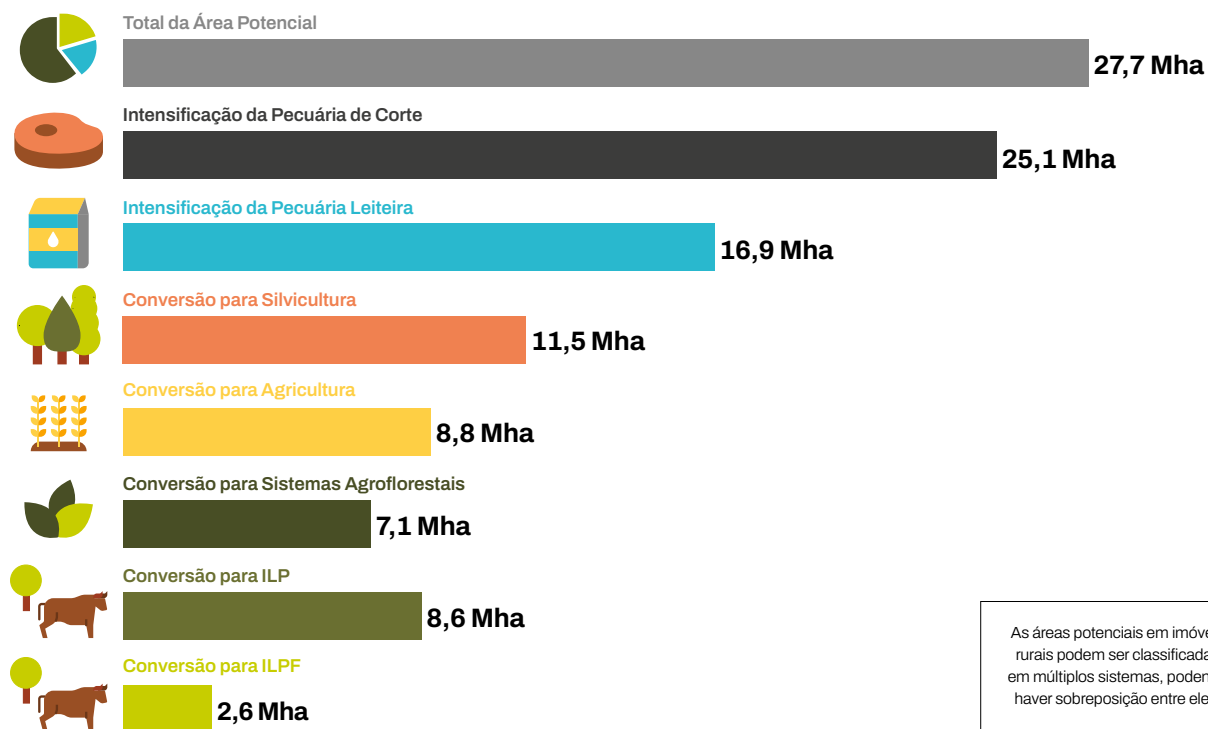
Os impactos climáticos também são expressivos. A recuperação de **30 milhões de hectares** poderia evitar cerca de **83 milhões de toneladas de CO₂ equivalente até 2030**, ao mesmo tempo em que ampliaria a produção para atender ao mercado interno e às exportações²⁴. Apesar do investimento inicial relevante, o retorno costuma ocorrer em três a cinco anos, impulsionado pela maior eficiência produtiva e pela elevação da receita dos pecuaristas⁶.

Esse potencial tem respaldo em políticas públicas estruturantes. O **Plano ABC e sua atualização, o ABC+**, incorporaram a recuperação de pastagens

como prática prioritária de baixo carbono, oferecendo **linhas de crédito específicas** e exigindo **comprovação de resultados ambientais**. Em 2023, o governo federal lançou o **Programa Nacional de Conversão de Pastagens Degradadas (PNCPD)** — posteriormente rebatizado como **Caminho Verde Brasil** — com a meta de **recuperar e converter 40 milhões de hectares até 2030**, em alinhamento com a NDC brasileira³⁹. Programas de **pagamento por serviços ambientais** e **certificações privadas de baixo carbono** também têm valorizado os produtores que investem na restauração⁶.

ÁREA POTENCIAL PARA CONVERSÃO EM CADA SISTEMA AGROPECUÁRIO E FLORESTAL

Fonte: IICA, Croplife Brasil, MAPA, 2025



A recuperação de pastagens está ainda associada ao **manejo de riscos climáticos e à orientação de investimentos**. O **Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC)**, desenvolvido pela Embrapa, identifica os períodos mais adequados para o plantio com base em análises integradas de clima,

solo e ciclo das cultivares. Sua metodologia, baseada em sete indicadores, avalia a eficiência no uso da água, a conservação do solo e a capacidade adaptativa das áreas produtivas, classificando-as conforme o nível de manejo adotado.

CASE BRASIL

ZONEAMENTO AGRÍCOLA DE RISCO CLIMÁTICO (ZARC) – CIÊNCIA APLICADA À RESILIÊNCIA PRODUTIVA

Implementado em 1996, o ZARC é uma das ferramentas mais estratégicas da agricultura tropical brasileira. Baseado em uma rede de pesquisadores da Embrapa e de instituições estaduais, ele combina dados agrometeorológicos e modelagem matemática para identificar, com precisão, os períodos e regiões mais adequados ao plantio, reduzindo riscos climáticos e perdas de safra.

Sua metodologia utiliza o **Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA)** para avaliar a frequência de eventos adversos que comprometem o desenvolvimento e a produtividade das culturas. Essa abordagem científica **transformou a gestão do risco climático no campo**, resultando em **eco-**

nomia estimada de cerca de R\$ 1 bilhão por ano, ao reduzir perdas produtivas, déficits financeiros e fraudes em programas de seguro rural.

Hoje, o ZARC orienta instrumentos essenciais de política agrícola, como o Proagro, o Pronaf e o Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural, e funciona como condicionante para aprovação de crédito. Além de seu papel operacional, suas bases de dados e modelos servem à simulação de cenários futuros e ao desenho de estratégias de adaptação, fortalecendo a resiliência dos sistemas agrícolas diante das mudanças climáticas. Ao induzir a adoção de boas práticas e tecnologias adaptativas, o ZARC conecta ciência, política pública e tomada de decisão no campo, consolidando-se como referência global em governança climática aplicada à agricultura.

Fontes: Estratégias de adaptação às mudanças do clima dos sistemas agropecuários brasileiros, MAPA



Mais do que uma técnica de manejo, a recuperação de pastagens representa uma **estratégia de transformação estrutural da pecuária brasileira**. Ao otimizar a produção de carne e leite e fortalecer a segurança alimentar, essa abordagem **evita novos desmatamentos, integra-se à produção de biogás e biometano** a partir de dejetos animais e **promove inclusão social**, ao elevar a renda de pecuaristas em regiões vulneráveis^{6,13}.

Ao mesmo tempo, a Embrapa evidenciou que a carne produzida pode ser reduzida em emissões, podendo chegar a ser neutra em algumas condições. Isso resultou na criação do Selo de **“Carne Baixo Carbono” (CBC)**, que promove a adoção de boas práticas que reduzem a emissão de GEE e aumentam a remoção de carbono no solo, assim como o desenvolvimento de uma certificação registrada no INPI denominada **“Carne Carbono Neutro”** para animais produzidos em condições de pastagens intensivas e em sistemas integrados com componente florestal, que permite a compensação das emissões e o atingimento da neutralidade.



CASE BRASIL

CARNE CARBONO NEUTRO – INOVAÇÃO QUE ALIA PECUÁRIA E CLIMA

A busca por soluções que neutralizem as emissões de carbono na pecuária levou a Embrapa a desenvolver uma iniciativa inovadora: a **Carne Carbono Neutro (CCN)**. Trata-se de um selo produtivo, registrado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), que certifica que a carne bovina produzida teve suas emissões de gases de efeito estufa (GEE) **compensadas ao longo de todo o processo produtivo**. A metodologia considera o volume de emissões conforme número de animais, peso, idade e sistema de produção, contabilizando o **sequestro de carbono realizado pelas árvores** em sistemas integrados, como **pecuária-floresta** ou **lavoura-pecuária-floresta (ILPF)**. Dessa forma, o carbono emitido pelos animais é compensado pelo carbono capturado na biomassa arbórea, que tem seu uso direcionado para construção, movelaria e outras atividades que preservam o carbono sequestrado, resultando em uma produção **climaticamente neutra e ambientalmente responsável**. Qualquer produtor de carne fresca, congelada ou processada pode utilizar a marca CCN, desde que siga o padrão de sustentabilidade estabelecido pela Embrapa.

Os principais desafios para ampliar a adoção do selo incluem **financiamento da transição produtiva, uso adequado da terra e adesão voluntária dos produtores**, elementos essenciais para transformar a neutralidade de carbono em padrão de mercado. Ainda assim, a CCN demonstra que é possível combinar **competitividade, sustentabilidade e liderança climática**, consolidando o Brasil como referência global em **pecuária de baixo carbono**.

Fontes: Embrapa; Agroicone, 2025.



A **terminação intensiva** complementa essa agenda de transformação da pecuária. Baseada na aceleração da fase final de engorda dos bovinos, essa tecnologia tem como objetivo **otimizar o uso dos recursos forrageiros e reduzir o tempo até o abate**, permitindo maior produção de carne por área e **menor emissão de gases de efeito estufa por unidade produzida**. Ao concentrar a alimentação em sistemas de confinamento ou semiconfinamento, os animais atingem o peso ideal em menos tempo, o que reduz as emissões de metano por fermentação entérica — principal gás associado à pecuária. Essa estratégia melhora a eficiência alimentar e produtiva, representando uma evolução significativa em relação ao manejo tradicional e consolidando-se como **caminho estratégico para a pecuária de baixo carbono**^{23,19}.

Ainda que as pastagens degradadas sejam fontes importantes de GEE e que práticas de manejo adequado e sistemas integrados podem revertê-las em sumidouros de carbono, as emissões da agropecuária brasileira são predominantemente representadas por **metano (CH₄)** e **óxido nitroso (N₂O)**, com a fermentação entérica do gado representando cerca de **80%** do total. Alinhado aos propósitos do Plano ABC+, o Brasil aderiu, durante a COP26 (2021, Glasgow), ao **Compromisso Global de Metano (CGM)**— iniciativa liderada pelos Estados Unidos e União Europeia, com adesão de mais de 110 países, que visa reduzir coletivamente, até 2030, as emissões antropogênicas globais de metano em pelo menos **30% em relação aos níveis de 2020**. No caso brasileiro, as ações no setor agropecuário devem estar articuladas não apenas ao CGM, mas também aos compromissos assumidos no âmbito da **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC)**, do **Acordo de Paris** e da **Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC – Lei nº 12.187/2009)**.

Embora o compromisso não estabeleça metas individuais por país, sua implementação envolve esforços conjuntos nos setores de **energia, resíduos e agropecuária**. No campo, o foco está na adoção de **Sistemas de Produção Sustentáveis (SPS-ABC)** e em tecnologias que reduzam as emissões entéricas dos ruminantes — principal fonte de metano no Brasil —, associadas a **incentivos econômicos, assistência técnica e parcerias com produtores rurais**.

A **intensificação produtiva** desponta como uma das estratégias mais eficazes. Sistemas integrados de produção, melhoria da qualidade das pastagens e uso de semiconfinamento ou confinamento reduzem o tempo necessário para o abate, diminuindo as emissões por carcaça produzida. Estudos mostram que esse modelo pode reduzir as emissões de metano em até **30% por quilo de carne**, mesmo com aumento das emissões diárias por animal⁴⁰. Melhorias na qualidade das pastagens — com uso de fertilizantes, leguminosas e suplementos — podem elevar em até **51% a produção de carcaças por rebanho** e reduzir as emissões em cerca de **49,6%**, de 58,3 kg CO₂eq/kg para 29,4 kg CO₂eq/kg por carcaça⁴¹.

Com base nessas evidências, o **Plano ABC+** estabeleceu a meta de promover a terminação intensiva de **5 milhões de bovinos até 2030**, com potencial de mitigação de **16,25 Mt CO₂eq**, considerando um valor médio de 11,4 kg CO₂eq/kg por carcaça. A expansão de tecnologias associadas à **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)** reforça esse potencial ao intensificar a produção sem ampliar impactos ambientais, aumentar a resiliência climática e atender à crescente demanda global por alimentos e conservação ambiental^{42,43}.

Do ponto de vista ambiental, a terminação intensiva contribui diretamente para a **mitigação das emissões** e para a **contenção da expansão da fronteira agropecuária**. Ao produzir mais carne em áreas menores e com maior eficiência, o sistema reduz a pressão por novas aberturas de pastagens e, consequentemente, o desmatamento. A tecnologia também pode ser integrada a práticas do **Plano ABC+**, como a recuperação de pastagens degradadas e os sistemas de integração **lavoura-pecuária-floresta (ILPF)**, ampliando o potencial de sequestro de carbono no solo e na biomassa. Outro benefício relevante está na **valorização dos resíduos gerados no confinamento**, que podem ser aproveitados para a produção de **biogás e biofertilizantes**, conectando a pecuária à **transição energética** e promovendo a **economia circular no campo**⁶.



Os resultados produtivos demonstram a importância estratégica dessa tecnologia. Em propriedades que adotam terminação intensiva, os ganhos de peso diário variam entre **1,2 e 1,6 kg por animal**, e a produtividade anual pode ultrapassar **20 arrobas por hectare**, dependendo do nível tecnológico e do manejo nutricional adotado^{23,43}. Além de reduzir custos fixos e melhorar a qualidade da carne, a intensificação sustentável favorece a **rastreabilidade das cadeias produtivas** e o acesso a mercados que valorizam práticas de baixo carbono, elevando a **rentabilidade e a competitividade da pecuária nacional**.

O fortalecimento desses sistemas também traz **impactos socioeconômicos positivos**, especialmente em regiões de pecuária consolidada, com geração de emprego, renda e oportunidades para produtores em diferentes escalas. Assim, a terminação intensiva se consolida como uma solução que alia **produtividade, mitigação climática e inclusão econômica**, fortalecendo o papel do Brasil como referência global em pecuária sustentável.

A transformação da pecuária brasileira não se encerra na intensificação produtiva. Ela se completa com o **manejo adequado dos resíduos animais**, etapa fundamental para fechar o ciclo de susten-

tabilidade e reduzir emissões de forma significativa. Em sistemas intensivos de produção e nas cadeias de suínos e aves, os dejetos acumulados são importantes fontes de gases de efeito estufa quando não tratados corretamente. Em 2023, a pecuária respondeu por cerca de **80% das emissões do setor agropecuário brasileiro**, totalizando 503,5 milhões de toneladas de CO₂ equivalente — sendo a fermentação entérica responsável por 64,2% desse volume (SEEG, 2024). O metano, com **28 vezes mais potencial de aquecimento que o CO₂**⁴⁵, representa um dos principais pontos de mitigação.

A boa notícia é que esse desafio pode ser transformado em oportunidade. Quando tratados em **biodigestores**, os resíduos deixam de ser um passivo ambiental e passam a ser convertidos em **biogás e biometano**, reduzindo emissões e contribuindo para a **segurança energética**. O potencial brasileiro nesse campo é expressivo: o setor agropecuário já responde por **80% das plantas de biogás em operação no país**, gerando cerca de **10% da energia total produzida**⁴⁷. Em 2024, o Brasil ultrapassou **1.600 unidades cadastradas**, com crescimento de **16% na produção de biogás e 58% no biometano** em relação ao ano anterior⁴⁸.



Entre 2010 e 2019, o país tratou **8,7 vezes mais dejetos bovinos e suínos** do que no início da década, superando as metas do Plano ABC e mitigando cerca de **391 milhões de toneladas de CO₂ equivalente**⁴⁹. A tecnologia mais difundida — os **biodigestores do tipo canadense** — destaca-se pela facilidade de instalação e baixo custo, sendo adequada tanto para pequenas quanto grandes propriedades⁵⁰. Em 2019, **371 biodigestores** trataram cerca de **14,5 milhões de m³ de dejetos por ano**, evitando **158,8 milhões de toneladas de CO₂ equivalente**⁴⁸.

O potencial energético brasileiro é enorme: apenas a **suinocultura poderia gerar cerca de 2,7 bilhões de m³ de biometano por ano**, substituindo **2,5 bilhões de litros de diesel** e reduzindo em **96% as emissões de GEE**⁵¹ — energia suficiente para abastecer **5 milhões de residências por mês**. O maior potencial está no setor sucoenergético (48%), seguido pelos resíduos de proteína animal (14,2 bilhões m³/ano), da produção agrícola (6,6 bilhões m³/ano) e do saneamento (2,2 bilhões m³/ano)⁵².

Além da geração de energia, o manejo adequado de dejetos oferece outro benefício estratégico: a produção de **biofertilizantes**. Esses subprodutos

corrigem a acidez do solo, são isentos de odores e reduzem a dependência de fertilizantes sintéticos. A fração sólida, rica em fósforo, pode ser usada diretamente como adubo, enquanto a líquida, rica em nitrogênio e potássio, é ideal para fertirrigação⁵⁰. Para pequenos e médios produtores, essa tecnologia representa um ganho duplo — ambiental e econômico — ao transformar resíduos em ativos valiosos: os dejetos de uma única vaca podem gerar energia equivalente a **1,5 botijão de gás por mês**⁵³.

Ao integrar a gestão de resíduos à terminação intensiva, à recuperação de pastagens e aos sistemas integrados de produção, o Brasil fortalece seu papel como **referência global em pecuária de baixo carbono**, alinhando produção de alimentos, energia e conservação ambiental em um mesmo caminho de desenvolvimento sustentável.

O impacto dessa estratégia já se reflete em dados concretos: segundo o **4º Inventário Nacional de Emissões (2022)**, a pecuária brasileira conseguiu **umentar sua produção e produtividade ao mesmo tempo em que reduziu em 30% as emissões projetadas** para o ano.



BIOENERGIA: DA FAZENDA À MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL

A bioenergia conecta a produção agrícola à transição energética, transformando biomassa e resíduos em combustíveis limpos, reduzindo emissões e fortalecendo a matriz renovável do Brasil. Com tecnologias inovadoras como BECCS e biochar, o país avança rumo a uma economia de carbono negativo e consolida sua liderança global em bioeconomia tropical.

O agronegócio brasileiro consolidou-se como uma das **maiores plataformas de bioenergia do planeta**, indo muito além da produção de alimentos ao gerar **energia limpa, criar novos mercados e reduzir emissões em escala**. A transformação de **biomassa, biogás, etanol, biodiesel e bioquerosene** conecta a produção agrícola à transição energética global e posiciona o Brasil como referência mundial em **bioeconomia tropical**.

Segundo a **Empresa de Pesquisa Energética**^{54,55} e a **FGV Bioeconomia**⁵⁶, a bioenergia proveniente do agronegócio representa cerca de **30% da oferta interna de energia (OIE)** e **60% de toda a energia renovável disponível no país**. Sem essa contribuição, a participação das renováveis na matriz brasileira cairia de **49,1% para cerca de 20%**, um patamar próximo à média global (15%). Esses números mostram que a liderança brasileira em energia limpa depende diretamente da força e da inovação do setor agropecuário.

A **cana-de-açúcar** segue como protagonista, fornecendo etanol e eletricidade a partir do bagaço e da palha. Mas a diversificação da matriz avança rapidamente: o **etanol de milho** já representa cerca de **20% da produção nacional**; o **biodiesel**, produzido a partir de soja e gordura animal, compõe **14% da mistura ao diesel fóssil**; a **palma de óleo** ganha espaço em regiões úmidas; e **biogás e biometano** convertem resíduos agrícolas e dejetos animais em energia renovável. Em setores industriais como alimentos, bebidas e papel e celulose, a bioenergia já responde por **mais de 70% do consumo energético**.

Na integração da agricultura com a bioenergia, a **Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio)** promove a certificação da produção, incluindo critérios de elegibilidade ambiental da biomassa que inclui o desmatamento zero, a rastreabilidade e medição de indicadores de sustentabilidade para o sistema produtivo, gerando a pegada de carbono em todo o ciclo de vida do biocombustível. Desde sua criação, o programa já evitou a emissão de **mais de 147 milhões de toneladas de CO₂ equivalente**^{57,58}.





CASE BRASIL

NA VANGUARDA DAS TECNOLOGIAS DE EMISSÃO NEGATIVA COM BIOENERGIA

O Brasil, segundo maior produtor mundial de etanol, com cerca de **37 bilhões de litros anuais**, está na vanguarda de uma revolução silenciosa: a transformação dos biocombustíveis em **tecnologias de emissão negativa** capazes de remover carbono da atmosfera. Por meio do RenovaBio, o país promove a produção de biocombustíveis com sustentabilidade e eficiência, medindo e reduzindo a emissão de GEE, além de impulsionar estratégias inovadoras como **BECCS** (Bioenergy with Carbon Capture and Storage) e **biochar**, que não apenas reduzem emissões, mas também capturam CO₂ de forma permanente, invertendo o balanço de carbono da produção de etanol.

A tecnologia **BECCS** captura o CO₂ liberado durante a fermentação para a produção de etanol e a combustão de biomassa (como a palha da cana) para gerar energia e o armazena em formações geológicas. Estudos indicam que a aplicação combinada de BECCS e **biochar** — aplicado ao solo a uma taxa de 4 t/ha — pode reduzir a intensidade de carbono do etanol hidratado de **+32,8 g CO₂e/MJ** (sem tecnologias negativas) para **-5,38 g CO₂e/MJ**.

MJ, tornando-o um combustível que remove mais carbono do que emite. A primeira usina brasileira equipada com BECCS deve operar no **terceiro trimestre de 2026**, e o setor poderá capturar até **20 milhões de toneladas de CO₂ por ano** com a adoção ampla da tecnologia.

O **biochar**, obtido da pirólise de biomassa, promove o sequestro permanente de carbono e melhora a qualidade física e a fertilidade do solo, aumenta a retenção de água e reduz as emissões de óxido nitroso (N₂O) de fertilizantes nitrogenados. A aplicação de cerca de **952 kg/ha** seria suficiente para compensar integralmente as emissões de N₂O no campo. Se as **62 usinas certificadas** pelo RenovaBio adotassem BECCS e biochar em escala, o potencial de mitigação chegaria a **46,7 milhões de toneladas de CO₂e**, o equivalente a **2% das emissões nacionais de 2022**; estendido às **267 usinas certificadas**, esse potencial poderia alcançar **197 milhões de toneladas**, cerca de **8,6% das emissões nacionais**. Essas tecnologias consolidam o Brasil como **pioneiro global na descarbonização do transporte** e exemplo de como a bioenergia pode evoluir para remover carbono da atmosfera.

Fontes: Pereira et al., Cleaner Energy Systems, 2025.

A bioenergia tropical atua em **duas frentes climáticas complementares**. Na **mitigação**, substitui combustíveis fósseis, reduz emissões de metano e promove o uso integral da biomassa, com reduções médias de **60% a 90% nas emissões** em comparação à gasolina ou ao diesel. Na **adaptação**, diversifica a renda rural e reduz vulnerabilidades, permitindo que produtores **gerem e utilizem energia em suas próprias propriedades**. O uso de biodigestores, biometano e biofertilizantes em sistemas pecuários exemplifica esse **ciclo virtuoso**, no qual resíduos se transformam em energia, energia em renda e renda em resiliência.

Essa lógica também integra o **Plano ABC+**, que estimula práticas capazes de integrar, em uma mesma área, a produção de **grãos, fibras, energia e proteína animal**. Ao ampliar a eficiência por hectare e reduzir a intensidade das emissões, a bioenergia conecta a **agricultura tropical à agenda de neutralidade climática**, demonstrando que ciência e inovação podem alinhar **produtividade, conservação e prosperidade**.



BIOINSUMOS E FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO: A REVOLUÇÃO SILENCIOSA DA AGRICULTURA TROPICAL

Os bioinsumos estão transformando a agricultura tropical ao substituir insumos sintéticos por soluções baseadas em biodiversidade, reduzindo custos e emissões e fortalecendo a resiliência produtiva.

Os bioinsumos representam uma verdadeira revolução silenciosa na agricultura tropical, ao aliar ciência, biodiversidade e sustentabilidade em soluções que transformam a forma de produzir alimentos. Desenvolvidos a partir de organismos vivos — como microrganismos, insetos, plantas e substâncias naturais —, esses produtos atuam como **biofertilizantes, bioestimulantes e biodefensivos**, promovendo o crescimento das plantas, aumentando a fertilidade do solo, controlando pragas e doenças e fortalecendo a resiliência das lavouras diante das mudanças climáticas.

Entre as tecnologias mais emblemáticas está a **Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)**, um marco científico que colocou o Brasil na liderança global da agricultura sustentável. Fruto de décadas de pesquisa da Embrapa e dos estudos pioneiros da cientista **Johanna Döbereiner**, a FBN reduziu significativamente a necessidade do uso de fertilizan-

tes nitrogenados sintéticos na soja brasileira. Hoje, **mais de 40 milhões de hectares** utilizam inoculantes com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, gerando uma economia anual estimada em **US\$ 25 bilhões** aos produtores⁵⁹.

O impacto ambiental é igualmente expressivo: apenas na safra 2019/20, a FBN **evitou a emissão de 183 milhões de toneladas de CO₂ equivalente**. Presente em cerca de **79% da área de soja cultivada no país**, a tecnologia garante ganhos médios de produtividade de **8%** em relação a áreas não inoculadas. Seu uso já está sendo ampliado para culturas como feijão, ervilha, cana-de-açúcar, arroz, milho e trigo, com resultados promissores tanto em mitigação de emissões quanto na redução de custos produtivos^{60,61}.

O avanço dos bioinsumos também reflete o dinamismo da bioeconomia brasileira. O setor cresce em média **21% ao ano** — quatro vezes acima da média global — e está no centro da estratégia de descarbonização do agro. A meta é ampliar seu uso para **13 milhões de hectares até 2030**, com potencial de mitigação de **23,4 milhões de toneladas de CO₂ equivalente**, conforme o **Plano ABC+**⁶.

Institucionalmente, o **Programa Nacional de Bioinsumos**, lançado em 2020, definiu diretrizes para fomentar a pesquisa, a produção descentralizada e a adoção em larga escala, integrando-se ao **Plano ABC+** como pilar estratégico da agricultura de baixo carbono. A combinação entre inovação científica, políticas públicas e engajamento do setor tem acelerado a expansão do mercado e consolidado os bioinsumos como ferramentas decisivas para a agenda climática e a sustentabilidade da agricultura brasileira.



CRÉDITO RURAL E POLÍTICAS ESTRUTURANTES: O MOTOR DA TRANSFORMAÇÃO EM ESCALA

O crédito rural tornou-se peça-chave da transição climática ao financiar práticas sustentáveis, ampliar a adaptação produtiva e impulsionar a inclusão. Aliado a políticas estruturantes e ao cooperativismo, transforma recursos em prosperidade e fortalece uma agropecuária resiliente e de baixa emissão.

O crédito rural brasileiro é hoje um dos instrumentos mais poderosos para **acelerar a transição climática no campo** — não apenas por seu volume financeiro, mas por sua capacidade de impulsionar transformações estruturais em larga escala. Criado em 1965 para modernizar e expandir a produção agropecuária, consolidou-se ao longo das décadas como eixo central das políticas agrícolas nacionais. **Com a intensificação dos impactos climáticos, ganhou novo protagonismo: passou a ser também uma ferramenta estratégica para mitigar emissões, adaptar sistemas produtivos e promover justiça climática**⁶³.

O marco dessa transformação foi a implementação do **Plano ABC**, em 2010, e sua atualização pelo **ABC+**, que ampliou metas, estruturou incentivos e incorporou a agenda climática ao financiamento rural. As linhas de crédito passaram a priorizar práticas sustentáveis como **integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)**, **recuperação de pastagens**

degradadas, plantio direto, sistemas agroflorestais (SAFs) e florestas plantadas, com impactos diretos na redução de emissões e no aumento do sequestro de carbono. Essas práticas fortalecem a eficiência produtiva e aumentam a resiliência dos sistemas agrícolas, tornando-os mais preparados para eventos climáticos extremos⁶⁴⁻⁶⁶.

A relevância do crédito rural vai além da mitigação: ele amplia a capacidade adaptativa da agricultura tropical diante de condições cada vez mais desafiadoras. Linhas voltadas a **irrigação eficiente, infraestrutura hídrica, manejo de solos e zoneamento agrícola de risco climático** reduzem vulnerabilidades socioambientais e fortalecem a resiliência produtiva. No semiárido, por exemplo, o crédito tem viabilizado tecnologias como **gotejamento, microaspersão, captação e armazenamento de água de chuva**, muitas vezes combinadas a **soluções baseadas na natureza**, como a **recuperação de matas ciliares**, a implantação de **barraginhas** e o uso de **sistemas agroflorestais** adaptados às condições locais. Essas soluções aumentam a disponibilidade de água e asseguram a produção, reforçando a **segurança hídrica e alimentar** de milhões de produtores⁶⁷.

Essa agenda financeira se apoia em políticas complementares. A **Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO)** promove sistemas de baixa emissão ao integrar saberes tradicionais e inovação; a **Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)** estimula modelos produtivos que aumentam o sequestro de carbono; e a **Política Nacional de Irrigação** fortalece a adaptação produtiva. Já o **Plano Amazônia + Sustentável (2023)** conecta crédito, conservação florestal e uso sustentável da terra na região mais estratégica para a estabilidade climática global⁶⁸.

O **Plano Safra**, principal instrumento de financiamento rural do país, tem papel decisivo ao alinhar crédito e políticas climáticas. A expansão de **linhas verdes** e o estímulo ao uso de tecnologias susten-

táveis ampliam o acesso de pequenos produtores, assentamentos rurais e comunidades tradicionais à transição de baixo carbono. Essa inclusão é crucial: a agricultura familiar responde por parcela expressiva da produção de alimentos no Brasil e é também a mais vulnerável aos riscos climáticos. Políticas financeiras inclusivas são, portanto, políticas climáticas eficazes^{63,67}.

O fortalecimento do **crédito rural verde** representa um dos caminhos mais estratégicos para acelerar a ação climática no campo. Marcos regulatórios como a **Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)**, o **Fundo Clima** e os **títulos verdes rurais** ampliam a base de recursos e atraem capital privado, estimulando mecanismos financeiros híbridos capazes de alavancar investimentos climáticos em escala.

Programas de **assistência técnica e extensão rural**, como o **PNATER**, são essenciais para transformar crédito em ação concreta, garantindo que os recursos cheguem a quem mais precisa e se convertam em resultados no território. Assim, o crédito rural se consolida como vetor decisivo da transição para uma **agricultura de baixa emissão de carbono**, produtiva e resiliente^{63,68}.

Nesse mesmo movimento, ganham destaque as **cooperativas de crédito, que ampliam o alcance e a efetividade dessas políticas públicas em nível local**. Ao aproximar produtores, instituições financeiras e políticas públicas, as cooperativas ampliam o alcance dos créditos rurais verdes, democratizam o acesso ao financiamento e transformam recursos em prosperidade compartilhada.

Impulsionado pelo crédito rural, o cooperativismo tem sido um dos principais motores dessa expansão verde. Em 2023, o **Sistema Nacional de Crédito Cooperativo reuniu 17,3 milhões de associados e movimentava R\$ 730,9 bilhões em ativos, com presença em mais de 57% dos municípios brasileiros**. As cooperativas de crédito tornaram-se o elo entre o crédito rural e o desenvolvimento regional, oferecendo taxas mais acessíveis, reinvestindo resultados nas próprias comunidades e promovendo inclusão financeira e produtiva. **Estudos recentes indicam que cada real concedido por cooperativas movimenta R\$ 2,56 na economia, gera 23 novos empregos a cada R\$ 1 milhão investido e contribui diretamente para o aumento do PIB, da massa salarial e das exportações municipais**⁶⁹.



CASE BRASIL

O PAPEL DO COOPERATIVISMO NA AGRICULTURA DE BAIXO CARBONO

Consolidado como uma das maiores forças econômicas e sociais do campo brasileiro, o cooperativismo agrícola é hoje peça-chave na adoção de práticas sustentáveis e na difusão de tecnologias de baixo carbono. Fundado na colaboração e no empreendedorismo coletivo, o modelo cooperativo firmou-se como vetor de inovação e sustentabilidade na agricultura tropical. Atualmente, mais de 1,2 mil cooperativas reúnem cerca de 1 milhão de produtores rurais, articulando crédito verde, assistência técnica e acesso a mercados para acelerar a transição rumo a uma agricultura de baixo carbono.

A Frísia, cooperativa centenária do Paraná, ilustra esse protagonismo ao implementar o Programa Fazenda Sustentável, que estimula boas práticas produtivas, oferece suporte técnico contínuo e reconhece propriedades com diferentes níveis de desempenho ambiental. A iniciativa impulsiona a melhoria contínua e viabiliza certificações internacionais, como o selo *Round Table on Responsible Soy (RTRS)* para soja e milho sustentáveis.

Em São Paulo, a Coopercitrus investe em agricultura regenerativa, controle biológico e plantio direto, promovendo capacitação técnica e o uso de soluções digitais entre pequenos e médios produtores. Já a Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB) fortalece a agenda ambiental por meio do programa ESGCoop, voltado à formação de lideranças, análise de materialidade e comunicação dos impactos positivos do setor.

Ao integrar crédito, conhecimento e tecnologia, o cooperativismo brasileiro acelera a adoção de práticas sustentáveis em todos os biomas e escalas produtivas. Essa rede de confiança e colaboração transforma inovação em resultado tangível, fortalecendo cadeias de valor de baixo carbono e ampliando a competitividade da agricultura nacional. Mais do que intermediar recursos, as cooperativas consolidam o protagonismo do Brasil na construção de uma agricultura resiliente, inclusiva e ambientalmente responsável.



Graças à sua ampla presença nos territórios rurais, o cooperativismo consolidou-se como um pilar essencial de uma transição climática justa, ao integrar crédito, assistência técnica e inovação em estratégias de desenvolvimento sustentável. Essa relevância é refletida também nas propostas do setor para a COP30, que defendem a **ampliação do acesso ao financiamento climático e o reconhecimento do modelo cooperativo como instrumento estratégico para impulsionar a sustentabilidade no campo^{70,71}.**

DESAFIOS E CAMINHOS PARA AMPLIAR A ESCALA DA TRANSFORMAÇÃO

Transformar a agricultura tropical em motor da transição climática exige financiar soluções, fortalecer a inovação, valorizar serviços ecossistêmicos, integrar produtores e consolidar mercados de carbono e bioenergia — ampliando impactos positivos já alcançados pelo Brasil.

A agricultura tropical brasileira construiu, ao longo de décadas, um portfólio robusto de soluções capazes de enfrentar simultaneamente os grandes desafios alimentar, energético, climático e social. Os resultados já alcançados são expressivos: redução do desmatamento, aumento da produtividade, sequestro de carbono, geração de bioenergia e inclusão de milhões de produtores. Transformar esses avanços em mudanças sistêmicas e em larga escala, porém, exige superar obstáculos estruturais que ainda limitam sua expansão e pleno aproveitamento.

O primeiro desafio é de natureza financeira. Embora políticas públicas, como o Plano ABC+, incentivem a recuperação e conversão de pastagens degradadas em sistemas produtivos sustentáveis, como o plantio direto, a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e outras práticas de baixa emissão, os recursos públicos disponíveis não são suficientes para sustentar a transformação necessária. Estima-se que cerca de **27,7 milhões de hectares** de pastagens degradadas em **1,02 milhão de imóveis rurais privados** tenham potencial de conversão no Brasil, o que evidencia a urgência de am-

pliar o acesso a capital e instrumentos financeiros inovadores. Combinações de recursos privados e internacionais, mecanismos de *blended finance*, títulos verdes, **pagamentos por serviços ambientais (PSA) e certificações de baixo carbono** são essenciais para transformar esse potencial em realidade e acelerar a transição para uma agropecuária mais produtiva e alinhada às metas climáticas⁷².

O solo desempenha papel central na resposta às mudanças climáticas. Dependendo do manejo adotado, pode atuar como importante sumidouro de carbono ou como fonte de emissões de GEE. Práticas conservacionistas aumentam a matéria orgânica e a capacidade de retenção de carbono, enquanto áreas degradadas e intensamente revolvidas liberam maiores volumes de gases. **Embora a mensuração precisa dos estoques de carbono no solo ainda seja um desafio técnico, ações como a redução do desmatamento, a recuperação de pastagens degradadas e o cumprimento das metas do Código Florestal são decisivas para reduzir emissões e aumentar a precisão dos inventários nacionais de GEE⁷³.**

A superação de **gargalos fundiários** é outro fator determinante. A ausência de regularização e de governança territorial cria insegurança jurídica, favorece a grilagem e impulsiona o desmatamento ilegal, sobretudo nas fronteiras agrícolas. Avançar na regularização fundiária e no ordenamento territorial é condição essencial para conter a conversão de ecossistemas naturais e garantir uma transição justa e sustentável^{74, 75}.

O desafio também é social. Pequenos produtores — fundamentais para a produção de alimentos e a dinamização das economias locais — enfrentam barreiras persistentes, como a **falta de assistência técnica, o acesso limitado ao crédito e a carência de conhecimento sobre gestão e tecnologias.** Muitas vezes à margem de cadeias estruturadas e desconectados de cooperativas ou fornecedores

de insumos, ficam excluídos de políticas públicas e mercados mais exigentes. **A informalidade na pecuária e a falta de regularização fundiária agravam esse cenário, dificultando a rastreabilidade, a adoção de boas práticas e a inclusão em programas de sustentabilidade.** Colocar os produtores no centro das decisões sobre agricultura e clima é, portanto, condição essencial para aumentar a ambição climática e alcançar resultados em escala — reconhecendo-os como provedores de soluções, valorizando seus serviços e removendo barreiras à adoção de tecnologias sustentáveis^{76,77}.

O **reconhecimento e a valorização dos serviços ecossistêmicos** são passos estratégicos nessa transição. Incorporar ativos naturais e biodiversidade ao balanço patrimonial das propriedades, permitindo seu uso como lastro financeiro, pode ampliar o acesso ao crédito e criar novos incentivos econômicos. Para isso, é **crucial desenvolver metodologias confiáveis de mensuração e contabilização desses ativos, expandir os mecanismos de PSA com critérios claros de elegibilidade e monitoramento, e aprimorar a rastreabilidade das cadeias produtivas, diferenciando e premiando produtos oriundos de áreas livres de desmatamento e conversão**⁷⁷.

A pesquisa, o desenvolvimento e a inovação tecnológica também são pilares dessa agenda. É fundamental ampliar programas públicos e privados de P&D voltados à descarbonização e à adaptação — como sistemas integrados, recuperação de pastagens e bioinsumos — e reduzir entraves regulatórios que atrasam a homologação de novas soluções. No campo regulatório, a **consolidação de um mercado de carbono robusto e alinhado aos padrões internacionais pode atrair investimentos e dar previsibilidade ao setor.** Isso requer o desenvolvimento de métodos e métricas adequadas à realidade tropical e o reconhecimento de produtores que adotam práticas regenerativas por meio de indicadores sólidos, como os desenvolvidos pela Fundação Dom Cabral e BioAS/Embrapa. A adoção dos mecanismos de **Transferência Internacional de Resultados de Mitigação (ITMOs), previstos no Artigo 6.2 do Acordo de Paris,** e a celebração de acordos bilaterais e multilaterais são caminhos promissores para ampliar a demanda e valorizar créditos gerados por agricultura e bioenergia⁷⁷.



A transição justa é outro componente essencial.

É preciso reconhecer a vulnerabilidade do setor agropecuário aos impactos climáticos e seu papel estratégico na segurança alimentar global, assegurando meios adequados de implementação — financiamento, capacitação e transferência de tecnologia — e evitando medidas comerciais unilaterais que prejudiquem países exportadores e reduzam a competitividade dos produtores. **A adaptação também deve ocupar posição de destaque, com indicadores manejáveis e adequados às realidades nacionais, programas de capacitação e abordagens graduais e revisáveis, com foco inicial em metas de ação imediata**⁷⁷⁻⁷⁹.

Por fim, **a transição energética e a bioeconomia representam oportunidades estratégicas complementares.** No Brasil, a produção de bioenergia não compete com a produção de alimentos: o etanol de cana mantém área estável com produtividade triplicada, o etanol de milho aproveita a segun-

da safra e os biocombustíveis avançados utilizam resíduos. Essa sinergia posiciona o país como um dos principais fornecedores globais de matérias-primas para combustíveis sustentáveis, como o SAF (Combustível Sustentável de Aviação) e os biocombustíveis marítimos, atraindo financiamento, inovação e consolidando sua liderança na economia de baixo carbono⁷⁷.

Apesar dos desafios, **cada um desses eixos representa também uma oportunidade de contribuição estratégica do Brasil às agendas globais de desenvolvimento sustentável, mitigação e adaptação climática, segurança alimentar e combate à pobreza.** Sustentada por ciência de excelência, políticas públicas consistentes e instrumentos eficazes de implementação, **a agricultura tropical brasileira tem potencial para seguir ampliando sua contribuição e inspirar a transformação de sistemas produtivos em outras regiões tropicais do planeta.**



AGRICULTURA E SISTEMAS ALIMENTARES





AGRICULTURA E SISTEMAS ALIMENTARES

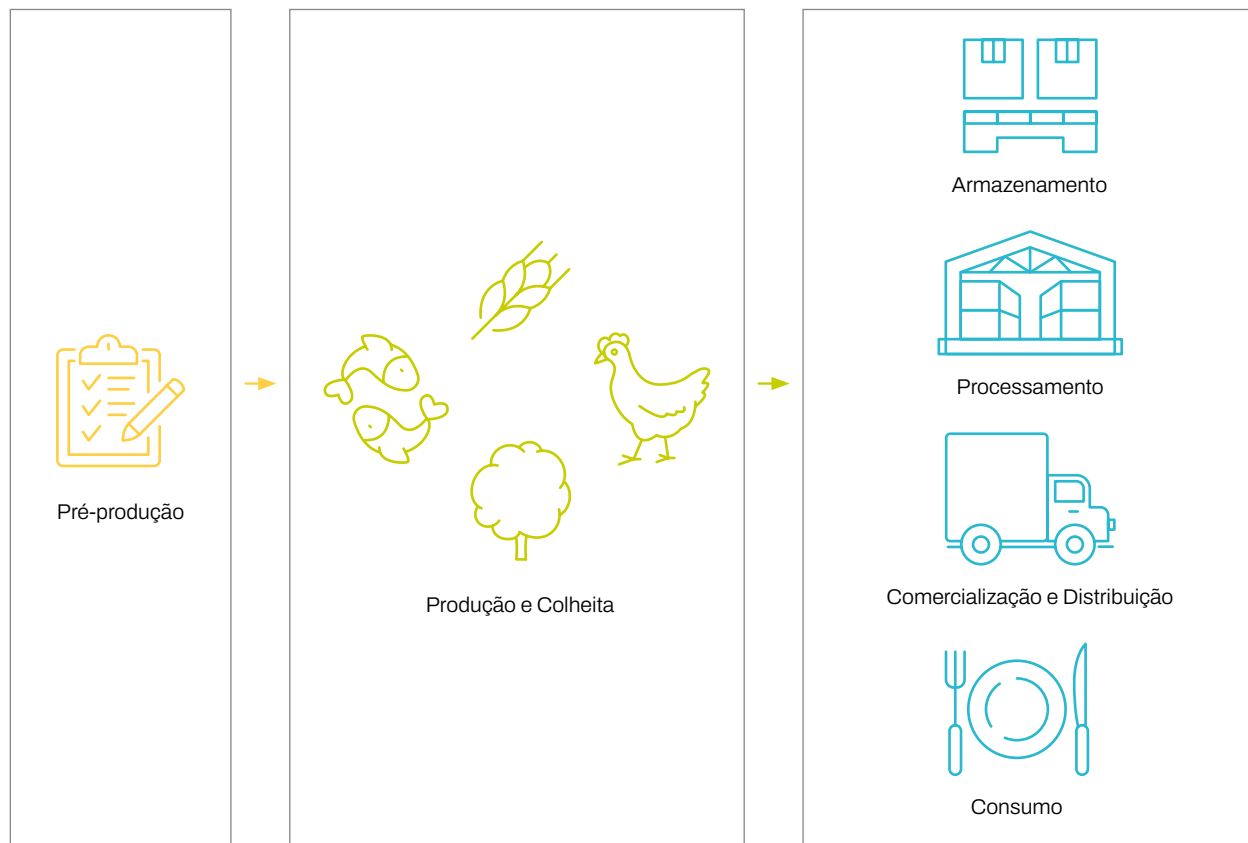
Os sistemas alimentares estão no centro dos desafios globais de desenvolvimento. Torná-los mais sustentáveis e resilientes é essencial para garantir segurança alimentar, reduzir desigualdades e enfrentar as mudanças climáticas, unindo produção, consumo e meio ambiente em um mesmo propósito.

Os sistemas alimentares, que abrangem todas as etapas da produção ao consumo, são estratégicos para o crescimento econômico, o combate à fome e à pobreza, a promoção da inclusão social e a preservação do meio ambiente e da biodiversidade. De fato, a forma como produzimos, comercializamos e consumimos alimentos é decisiva para o alcance da Agenda 2030 e de seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), sobretudo no enfrentamento da insegurança alimentar e das mudanças climáticas¹.

A disponibilidade de alimentos está diretamente ligada à capacidade de produção, enquanto o acesso e o uso adequado dependem de fatores sociais, políticos e econômicos. Uma cadeia agroalimentar típica inclui etapas como pré-produção (planejamento, preparo do solo e escolha de insumos), produção, colheita, armazenamento, processamento, venda, transporte, distribuição, utilização e consumo. **Todas essas fases são interdependentes e vulneráveis às mudanças climáticas e a instabilidades geopolíticas, o que reforça a urgência de torná-las mais resilientes e sustentáveis².**

ORGANIZAÇÃO PADRÃO DE UMA CADEIA AGROALIMENTAR

Fonte: FAO



Para avançar nesse caminho, **o debate sobre sistemas alimentares deve envolver todos os elos da cadeia — agricultores, indústrias, distribuidores, varejistas, governos, instituições financeiras e consumidores**. Somente por meio de ações articuladas e integradas será possível construir sistemas capazes de fortalecer a resiliência climática, reduzir a fome e enfrentar os desequilíbrios nutricionais que ainda atingem bilhões de pessoas no mundo¹.



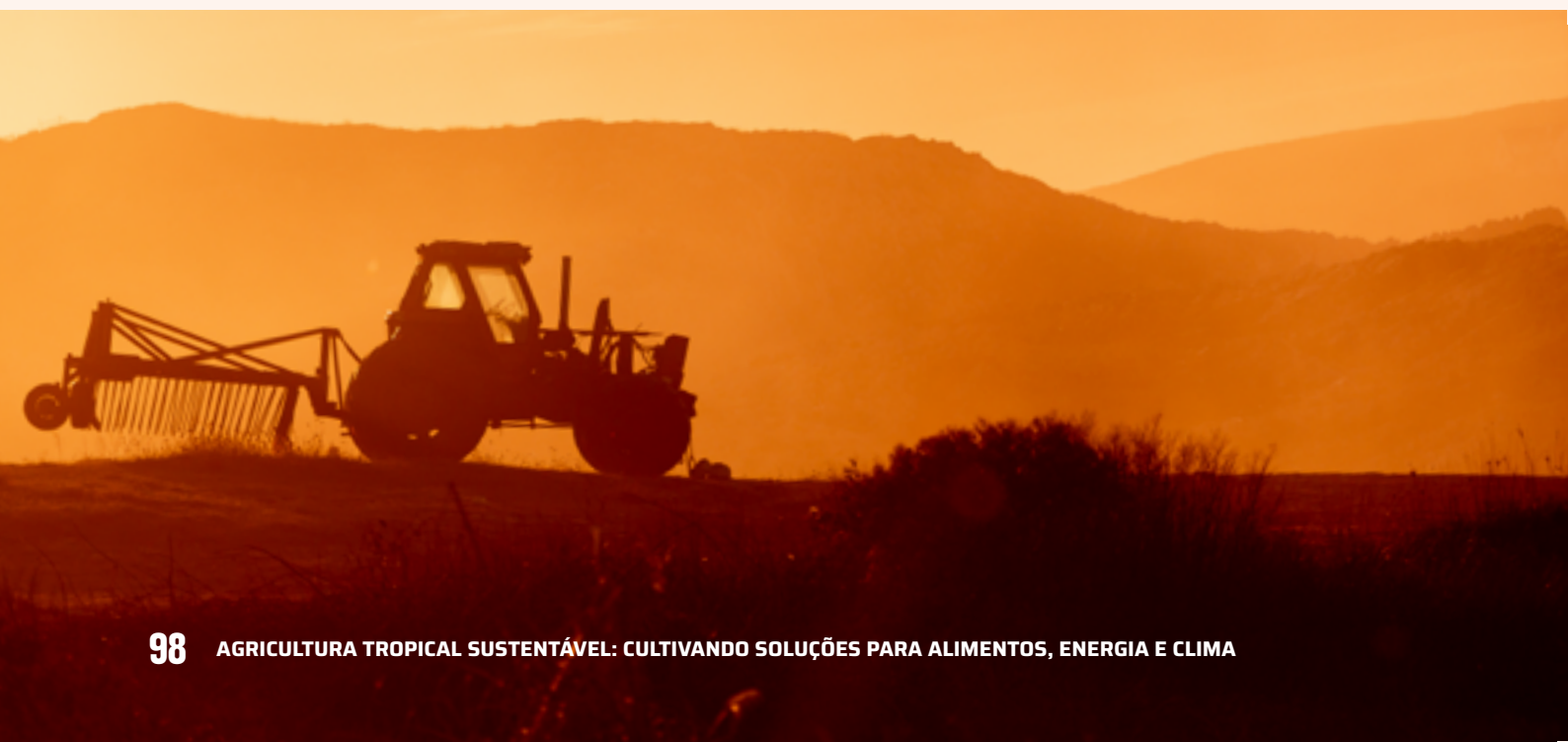
AGRICULTURA TROPICAL: PILAR ESTRATÉGICO PARA SISTEMAS ALIMENTARES SUSTENTÁVEIS E RESILIÊNCIA CLIMÁTICA

A agricultura tropical está no centro da transformação dos sistemas alimentares globais. Com inovação científica, práticas regenerativas e políticas públicas robustas, os trópicos podem liderar um modelo que une produção de alimentos, bioenergia e soluções climáticas.

As mudanças climáticas afetam o funcionamento de todos os componentes dos sistemas alimentares, muitas vezes ampliando desigualdades socioeconômicas e regionais. A intensificação das crises climáticas e geopolíticas tem exposto, de forma cada vez mais clara, a vulnera-

bilidade dos sistemas globais de produção e distribuição de alimentos e energia. Ondas de calor, secas prolongadas, enchentes e outros eventos extremos associados às mudanças do clima já comprometem safras, pressionam preços e ampliam a insegurança alimentar em escala mundial. Em 2023, o planeta registrou o ano mais quente da história, com temperaturas médias 1,48°C acima dos níveis pré-industriais, enquanto mais de 730 milhões de pessoas enfrentaram a fome e 2,3 bilhões viveram em situação de insegurança alimentar moderada ou grave³.

Nesse contexto, transformar a agricultura e os sistemas alimentares é essencial para enfrentar os desafios da insegurança alimentar, da degradação ambiental e das mudanças climáticas. A adoção de práticas regenerativas e sustentáveis, a recuperação de áreas degradadas e o fortalecimento de cadeias resilientes permitem aumentar a produtividade, reduzir emissões de gases de efeito estufa (GEE), preservar a biodiversidade e manter pequenos produtores no campo. Para isso, são fundamentais políticas públicas, mecanismos financeiros, mercados inclusivos e o engajamento conjunto de governos, setor privado e sociedade civil⁴.





CASE BRASIL

AMPLIANDO O ACESSO A ALIMENTOS SAUDÁVEIS E GERANDO BENEFÍCIOS AOS PEQUENOS PRODUTORES

O Brasil tem se destacado por adotar programas que unem **segurança alimentar e inclusão social**. Entre elas, o **Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)** e o **Programa de Aquisição de Alimentos (PAA)** são iniciativas que fortalecem a agricultura familiar, garantindo renda, diversidade produtiva e abastecimento local, ao mesmo tempo em que promovem alimentação saudável nas escolas e comunidades vulneráveis. Segundo estudo do Ipea, **ser fornecedor do PAA aumenta a renda dos agricultores familiares entre 19% e 39%**, enquanto a **participação no PNAE eleva os ganhos entre 23% e 106%**, com efeitos mais intensos justamente entre os agricultores de menor renda. Além do impacto econômico, **as compras públicas de alimentos têm se mostrado estratégicas para impulsionar modelos produtivos sustentáveis, melhorando a qualidade nutricional da alimentação e estimulando a diversificação das culturas agrícolas**. Por meio do PAA, o governo adquire alimentos diretamente da agricultura familiar, priorizando grupos economicamente vulneráveis e destinando os produtos a organizações sociais, cozinhas comunitárias e equipamentos públicos de segurança alimentar. Já o PNAE assegura que ao menos 30% dos recursos repassados aos municípios e estados para a merenda escolar sejam investidos na compra direta de produtos da agricultura familiar, **fomentando circuitos curtos de comercialização e fortalecendo economias locais**. Com uma base sólida, o PNAE e o PAA podem evoluir ainda mais ao integrar critérios climáticos, nutricionais e de biodiversidade, alinhando-se às metas globais de sistemas alimentares resilientes e de baixo impacto ambiental.

Diversas práticas já mostram caminhos concretos: sistemas agroflorestais, integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), rotação de culturas, cultivo de cobertura e plantio direto melhoram a fertilidade e a saúde do solo, reduzem a erosão, aumentam a biodiversidade e fortalecem comunidades rurais. No entanto, os desafios variam entre países e regiões, exigindo soluções adaptadas às condições históricas, políticas, sociais, econômicas e geográficas de cada contexto.

A agricultura tropical emerge como eixo estratégico dessa transição. O cinturão tropical, que abrange as Américas, África e Ásia reúne países com grande potencial de expansão produtiva. Entre eles, destacam-se **Brasil e Indonésia**, que já apresentam condições mais avançadas, como **inovação tecnológica, experiência consolidada na integração entre agricultura e bioenergia e atributos naturais favoráveis**. Outros países tropicais também possuem vantagens naturais relevantes, mas ainda necessitam de meios de implementação, como **acesso à tecnologia, capacitação técnica e financiamento**, para transformar esse potencial em resultados concretos. As **projeções internacionais** indicam que, para limitar o aquecimento global a **1,5 °C ou 2 °C**, conforme previsto no **Acordo de Paris**, serão necessárias **ações concretas em todos os setores, incluindo os sistemas agroalimentares**⁵. Nesse contexto, a **agricultura tropical desempenha papel essencial**, tanto na **segurança alimentar** quanto no apoio à **transição energética** de forma integrada.

Fonte: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2025.

Práticas já consolidadas em ambientes tropicais, como a **integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)**, o uso de **bioinsumos** e a **conversão de resíduos agrícolas em energia renovável**, demonstram que é possível aliar aumento de produtividade, redução de emissões e resiliência climática.

Os sistemas agroalimentares tropicais têm vantagens comparativas evidentes. Eles **podem fornecer não apenas alimentos** para uma população mundial que pode ultrapassar 9,7 bilhões até 2050, mas também **energia limpa e renovável**, integrando cadeias produtivas agrícolas à bioenergia sustentável⁶.

A **bioenergia sustentável** é um dos vetores centrais dessa integração. O uso de resíduos agrícolas (como palha, bagaço e dejetos pecuários) para a produção de biogás, biometano e biocombustíveis avançados reduz emissões de metano e CO₂, gera energia limpa e cria novas oportunidades de renda para produtores rurais. Experiências como o pro-

grama **RenovaBio (Política Nacional de Biocombustíveis)**, no Brasil, demonstram como políticas públicas podem valorizar o papel estratégico da bioenergia em sistemas tropicais.⁷

A **intensificação sustentável** constitui outro vetor estratégico. Práticas tropicais como a **integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)**, a **fixação biológica de nitrogênio** e o **uso de bioinsumos** elevam a produtividade agrícola enquanto reduzem emissões e melhoram a saúde dos solos. No ambiente tropical, a possibilidade de usar de forma mais eficiente os solos agrícolas com a realização da segunda safra e manutenção do solo coberto todo o ano garantem uma intensificação sustentável com substancial incremento no indicador de frequência de cultivo (*cropping frequency*) da FAOSTAT⁸. **O Plano ABC+ no Brasil é um exemplo de como políticas nacionais podem consolidar práticas de baixa emissão de carbono em larga escala, projetando os trópicos como líderes de inovação agroambiental.**⁹

CASE BRASIL

POLÍTICAS E PROGRAMAS COMO VETORES DA TRANSIÇÃO PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

O Brasil possui ampla experiência em **práticas de agricultura de baixo carbono**, resultado de décadas de pesquisa, inovação e adaptação às condições tropicais. O **Plano ABC+ (2020–2030)** consolida o Brasil como **pioneiro em agricultura de baixo carbono**, estabelecendo a meta de **expandir práticas sustentáveis em mais de 72 milhões de hectares até 2030**. O programa contempla tecnologias que associam **mitigação de emissões de gases de efeito estufa (GEE)** à adaptação climática e ao **aumento da produtividade agrícola**, incluindo o **plantio direto**, a **recuperação de pastagens degradadas**, a integra-

ção lavoura-pecuária-floresta (ILPF), a **fixação biológica de nitrogênio**, as **florestas plantadas** e o **tratamento de dejetos animais**. Em 2023, o país deu um passo adicional com o lançamento do **Programa Nacional de Conversão de Pastagens Degradadas (PNCPD)** — posteriormente renomeado **Caminho Verde Brasil**. A iniciativa tem como meta **converter até 40 milhões de hectares de pastagens de baixa produtividade em sistemas agropecuários e florestais sustentáveis**, aumentando a **produção de alimentos sem promover desmatamento**, fortalecendo a **resiliência climática** e **agregando valor às cadeias produtivas**.

Fonte: Coalizão Brasil Clima Florestas e Agricultura, Propostas para uma transição climática global para o setor do uso da terra, 2025.



Outra dimensão é o fortalecimento de **cadeias alimentares mais resilientes**. Investimentos em armazenamento frio alimentado por energia renovável, redução de perdas e desperdícios e maior adaptação a extremos climáticos contribuem para reduzir a insegurança alimentar e aumentar a eficiência das cadeias produtivas. Segundo a FAO, aproximadamente **14% dos alimentos globais são perdidos antes de chegar ao varejo, e cerca de 17% são desperdiçados** nos estágios finais de consumo¹⁰. Esse desperdício é responsável por emissões adicionais e aumento de pressão sobre recursos naturais.

Por fim, a **rastreabilidade** e a **confiança internacional** são fatores indispensáveis para consolidar o papel estratégico da **agricultura tropical**. Nesse contexto, o programa **Agro + Sustentável**, do **Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA)**, busca estimular tanto a **rastreabilidade do uso da terra** quanto a adoção de **práticas sustentáveis**, asse-

gurando o **desmatamento líquido zero** e a conformidade com **exigências regulatórias internacionais**, como o **Regulamento Europeu de Produtos Livres de Desmatamento (EUDR)**¹¹. Além disso, **certificações baseadas em critérios de elegibilidade** reforçam esse compromisso. Um exemplo é o **RenovaBio**, que exige a comprovação da **origem da biomassa** utilizada na produção de biocombustíveis e estabelece requisitos claros, como o **desmatamento zero para biomassa energética**. Esses mecanismos fortalecem a **governança ambiental** e aumentam a **competitividade internacional do agronegócio tropical**, ao garantir **transparência, credibilidade e sustentabilidade** em toda a cadeia produtiva. Essa transparência, cada vez mais demandada por consumidores e mercados globais, é fundamental para assegurar o acesso competitivo das exportações tropicais. Nesse sentido, o **Cadastro Ambiental Rural (CAR)**, previsto no **Código Florestal Brasileiro**, pode desempenhar um papel estratégico, servindo como instrumento de grande potencial nessa agenda e até mesmo como **modelo regulatório para outros países**.¹²

CASE BRASIL

RASTREABILIDADE NA PECUÁRIA SUSTENTÁVEL

Em 2024, o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) deu mais um passo decisivo rumo à modernização e transparência do agronegócio brasileiro com o lançamento do **Plano Nacional de Identificação Individual de Bovinos e Búfalos**. Mais do que um sistema de rastreabilidade, a iniciativa representa um marco na construção de uma pecuária mais sustentável, segura e competitiva. **Por meio da identificação individual dos animais, será possível acompanhar todo o seu histórico, localização e trajetória, desde o nascimento até o produto final.** Essa inovação fortalece os programas de saúde animal, aumenta a confiança dos mercados internacionais e reafirma o compromisso do Brasil com padrões sanitários e de rastreabilidade de excelência. Trata-se de um passo concreto para unir produtividade, transparência e sustentabilidade, consolidando a imagem do Brasil como referência global em produção pecuária responsável e de alta qualidade.

Fonte: MAPA

Assim, ao posicionar a agricultura tropical como pilar estratégico, a COP30, em Belém, pode consolidar um modelo de desenvolvimento em que produção de alimentos, geração de energia limpa e proteção climática caminham juntos, ampliando o protagonismo dos países tropicais na governança global. Esse modelo passa necessariamente pelo controle do desmatamento e pela recuperação de áreas degradadas, condições essenciais para reduzir emissões, preservar serviços ecossistêmicos e fortalecer a resiliência das comunidades que dependem diretamente desses recursos naturais.



AGRICULTURA E SISTEMAS ALIMENTARES NA AGENDA CLIMÁTICA GLOBAL: AVANÇOS E COMPROMISSOS RECENTES

A agricultura e os sistemas alimentares consolidaram-se no centro da agenda climática global. De *Koronivia à Parceria FAST*, passando pela *Emirates Declaration* e pela iniciativa *Harmoniya*, o debate vem evoluindo quanto aos compromissos conceituais mas ainda necessita de avanços quanto às ações concretas.

A trajetória das negociações sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) tem reforçado, de forma progressiva, a centralidade da agricultura e dos sistemas alimentares na agenda climática. O *Koronivia Joint Work on Agriculture (KJWA)*, adotado na COP23 (2017), foi um marco histórico ao reconhecer oficialmente a especial vulnerabilidade e a relevância da agricultura para a segurança alimentar, destacando a importância de promover a adaptação e resiliência da agricultura para o enfrentamento das mudanças climáticas. Pela primeira vez, o setor passou a contar com um espaço específico de negociação no âmbito multilateral¹³.

Esse processo avançou na COP27, em Sharm el-Sheikh (2022) com a instituição do *Sharm el-Sheikh Joint Work on Implementation of Climate*

Action on Agriculture and Food Security (SJWA), que inaugurou uma fase orientada à prática e ao fortalecimento de ações concretas. A aprovação do SJWA reflete tanto o amadurecimento técnico das discussões quanto a resposta à pressão legítima de países em desenvolvimento, que reivindicam que o debate sobre emissões seja compatível com a urgência de garantir segurança alimentar para bilhões de pessoas.

O SJWA ampliou o escopo do KJWA, priorizando a **implementação de ações concretas**. Entre os instrumentos, destacam-se o **portal online de Sharm el-Sheikh**, que centraliza informações sobre projetos e políticas relevantes, permitindo conhecer as ações climáticas das Partes e conectar potenciais iniciativas a **financiamento climático**, além da realização de **workshops híbridos** voltados a dois eixos principais¹⁴:

- **Abordagens holísticas e sistêmicas** para agricultura, sistemas alimentares e segurança alimentar;
- **Progressos e desafios** no acesso a financiamento, tecnologia e capacitação.

Nesse contexto, o *Roadmap Baku-Belém* surge com o desafio adicional de **ampliar as fontes de recursos e catalisar o acesso a financiamento**, inclusive para ações climáticas voltadas à agricultura e à segurança alimentar.

O *road map do SJWA acordado no encontro dos Órgãos Subsidiários da UNFCCC -B60 (Bonn, 2024)* definiu um cronograma até 2026, incluindo relatórios anuais de síntese, a operacionalização do portal e a realização dos workshops em 2025 e 2026¹⁵. O processo culminará na COP31, com um balanço global sobre a implementação das recomendações do KJWA e do SJWA e a definição de lacunas e prioridades futuras¹⁶.

Além das negociações formais, as **Agendas de Ação das presidências das COPs recentes têm promovido diversas iniciativas em agricultura e sistemas alimentares**. Apesar de não estarem inseridas em uma decisão formalmente negociada pelas Partes no âmbito da UNFCCC e do Acordo de Paris, algumas iniciativas ajudam a acelerar a implementação de ações climáticas para agricultura e transformação de sistemas alimentares.

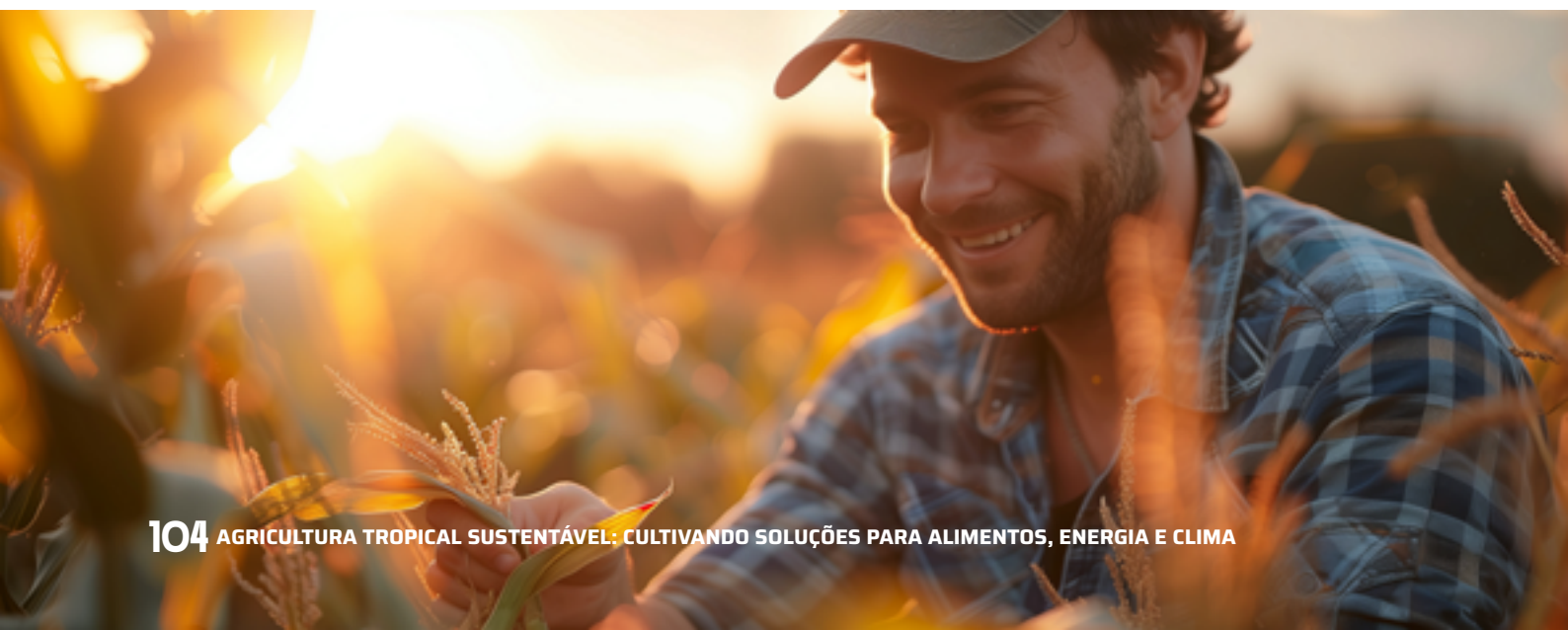
O **Food and Agriculture for Sustainable Transformation (FAST)** é uma iniciativa multisetorial criada para catalisar e acelerar a transformação sustentável da agricultura e dos sistemas alimentares até 2030, com foco nas pessoas, no clima e na natureza. Lançada pela **Presidência da COP27**, em 2022, em **Sharm el-Sheikh (Egito)**, a iniciativa marcou um avanço importante na integração entre segurança alimentar, adaptação climática e financiamento verde. A sua fase de implementação — a Parceria FAST — é gerida pela FAO e representa um esforço coletivo de governos, setor privado, instituições financeiras, sociedade civil e centros de pesquisa para promover ações concretas e coordenadas em escala global.

A Parceria FAST tem como objetivo ampliar tanto a quantidade quanto a qualidade do financiamento climático voltado à transformação da agricultura e

dos sistemas alimentares, apoiando esforços de adaptação e mitigação e contribuindo para manter o aquecimento global dentro do limite de 1,5 °C, ao mesmo tempo em que se compromete com a segurança alimentar e econômica das populações mais vulneráveis.

Trata-se de uma **plataforma acessível e colaborativa**, que constrói pontes entre diferentes atores e setores, mobilizando conhecimento, recursos e soluções para acelerar a transição sustentável. A estrutura da Parceria baseia-se em três pilares interconectados¹⁷:

1. **Acesso ao financiamento:** fortalecimento de mecanismos e instrumentos que facilitem o acesso a recursos para a ação climática no campo;
2. **Conhecimento e capacitação:** geração, difusão e aplicação de conhecimento técnico e científico para apoiar a transição para uma agricultura resiliente e de baixa emissão de carbono;
3. **Apoio e diálogo político:** promoção da cooperação internacional e do alinhamento de políticas públicas voltadas à agricultura e à segurança alimentar sob uma perspectiva climática integrada.



Na sequência, a **COP28 (Dubai, 2023)** consolidou os sistemas alimentares como prioridade da agenda climática ao lançar a **Emirates Declaration on Sustainable Agriculture, Resilient Food Systems and Climate Action**. O compromisso, de caráter voluntário, recebeu a adesão de mais de 150 países, incluindo o Brasil, e reconhece que não há caminho viável para o Acordo de Paris sem uma transformação profunda dos sistemas agroalimentares¹⁸.

A Declaração estabelece metas para reduzir a vulnerabilidade de agricultores, pescadores e produtores de alimentos, promover a segurança alimentar e nutricional, gerar empregos dignos no meio rural e maximizar os benefícios ambientais da agricultura. Também reforça a necessidade de proteger ecossistemas, restaurar a biodiversidade e adotar práticas e tecnologias que reduzam emissões e favoreçam padrões de consumo sustentáveis.

Os países signatários se comprometeram a integrar agricultura e sistemas alimentares em seus **Planos Nacionais de Adaptação, NDCs, Estratégias de Longo Prazo e Planos Nacionais de Biodiversidade** até 2025, além de revisar políticas e subsídios governamentais para alinhá-los a práticas mais sustentáveis. No âmbito da Declaração, foram anunciadas mais de **10 iniciativas específicas** e a mobilização de **ao menos 7 bilhões de dólares** para apoiar projetos em agricultura e sistemas alimentares¹⁹.





Na **COP29** (Azerbaijão, 2024), foi lançada a iniciativa *Harmoniya*, com o propósito de apoiar agricultores na transição para **sistemas agroalimentares resilientes ao clima**. A iniciativa atuará como um hub agregador, reunindo diferentes programas, coalizões, redes e parcerias, a fim de **fortalecer agricultores, aldeias e comunidades rurais**, promovendo a colaboração e ampliando o impacto das ações existentes. A implementação da *Harmoniya* avançará por meio da **Parceria FAST**, garantindo maior integração, eficiência e alcance das iniciativas voltadas à agricultura sustentável e à adaptação climática²⁰.

O **SB62 (Bonn, 2025)** marcou mais um avanço ao afirmar que **adaptação, segurança alimentar e mitigação não podem mais ser tratadas de forma isolada**. Embora essa visão pareça evidente, até agora não havia sido incorporada de maneira consistente às negociações climáticas. O *Sharm el-Sheikh Joint Work on Agriculture and Food Security (SJWA)* reconhece que os sistemas agropecuários

tropicais enfrentam pressões específicas: elevada vulnerabilidade climática, baixa capacidade institucional e demanda crescente por alimentos. Por isso, a agenda não pode ser imposta externamente, mas deve se apoiar em soluções que emergem da prática, como a agroecologia, a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e o manejo sustentável de solos — práticas já consolidadas, que agora ganham reconhecimento formal como ações climáticas²¹.

Há, contudo, limitações importantes. A decisão não estabelece mecanismos obrigatórios de financiamento, apenas convida fundos existentes, como o Green Climate Fund, principal instrumento financeiro da UNFCCC, a incluir a agricultura entre seus critérios de apoio. Também não resolve a lacuna de indicadores robustos para o setor, embora proponha o início desse desenvolvimento e apoia a negociação já em curso para o estabelecimento de Indicadores Globais de Adaptação (GGA, UNFCCC), que inclui indicadores específicos para agricultura.

O SJWA não terá decisão inovadora em Belém, visto que o roadmap se encerra na COP31, em 2026. No entanto, com o início do funcionamento do portal online, é válido considerar que as Partes poderão discutir possíveis aprimoramentos e a relevância desse portal para compreender quais ações de agricultura as Partes estão implementando e, mais relevante ainda, qual a conexão dessas ações com a necessidade de financiamento.

No entanto, o que se pode afirmar com segurança é que países como o Brasil têm diante de si a oportunidade de demonstrar que é possível **conciliar produção agrícola em larga escala com metas climáticas ambiciosas**, desde que haja financiamento adequado, coordenação institucional e governança eficiente.

Vale destacar que, embora haja um interesse crescente em incluir a discussão sobre **sistemas alimentares** no âmbito do **SJWA**, **não é apropriado transformar um grupo voltado especificamente à agricultura em um grupo dedicado a sistemas alimentares**. Isso porque **sistemas alimentares** envolvem uma **abrangência muito maior** — indo além da produção agrícola para incluir **energia, transporte, processamento, consumo e gestão de resíduos**.

Essa ampliação de escopo, embora relevante, **poderia atribuir à agropecuária uma responsabilidade desproporcional** dentro da agenda de sistemas alimentares, distorcendo seu papel e foco original no contexto da ação climática.

Em linha com a Emirates Declaration on Sustainable Agriculture, Resilient Food Systems and Climate Action, a Presidência da COP30 incluiu na **Agenda de Ação da Conferência**, o **Eixo 3**, dedicado à **Transformação da Agricultura e dos Sistemas Alimentares**, e a **Ação 9**, que aborda a promoção de **sistemas alimentares mais resilientes, adaptados e sustentáveis**. Dessa forma, **recomenda-se que o debate sobre sistemas alimentares permaneça no âmbito da Agenda de Ação da COP30**, que deverá consolidar-se como um **mecanismo de implementação de ações climáticas integradas**, envolvendo **países, setor privado, sociedade civil, instituições financeiras e demais atores relevantes**. Esse direcionamento permite **preservar a coerência temática entre agricultura e sistemas alimentares**, evitando sobreposições e fortalecendo a coordenação de esforços sob uma **abordagem holística e colaborativa**.



COP30: AGRICULTURA TROPICAL COMO PILAR DA SEGURANÇA ALIMENTAR E ENERGÉTICA GLOBAL

Garantir segurança alimentar e climática exige transformar a agricultura em eixo estratégico de soluções globais. A COP30, em Belém, representa a oportunidade de reconhecer os sistemas agrícolas tropicais como pilares da adaptação, da mitigação e da transição energética.

O destaque dado à agricultura nas últimas reuniões da UNFCCC representa um avanço importante, mas **só terá impacto real se for acompanhado de estratégias que fortaleçam a resiliência e a adaptação da produção agrícola.** Garantir alimentos em quantidade e qualidade suficientes deve vir junto com ações que, como co-benefício, reduzam emissões de GEE.

Os sistemas agrícolas têm papel essencial no crescimento econômico, no combate à fome e à pobreza, na inclusão social e na proteção ambiental e da biodiversidade. Contudo, sem investimentos adequados - financeiros, tecnológicos e científicos — voltados à adaptação, resiliência e mitigação, os impactos climáticos podem comprometer seriamente o potencial da agricultura para contribuir com soluções para as mudanças climáticas.

Neste sentido, **o enfrentamento da vulnerabilidade da produção e da distribuição de alimentos precisa ser tratado como prioridade central nas negociações climáticas.**

Para isso, é necessário promover sistemas agrícolas integrados que conciliem diferentes modelos de produção de forma complementar, a agricultura convencional, a agricultura regenerativa, a agroecologia, a silvicultura e a agricultura biológica, de acordo com as especificidades locais. Essa integração deve ser orientada por uma abordagem de paisagem, capaz de equilibrar produção, conservação e uso sustentável dos recursos naturais.

Além disso, é importante reconhecer que as emissões de GEE associadas aos sistemas agrícolas ocorrem em diferentes etapas da cadeia, como nas mudanças do uso do solo, incluindo desmatamento, nas práticas agrícolas, no transporte, no processamento e na gestão de resíduos. Assim, estratégias de mitigação e adaptação devem ser regionais e direcionadas aos processos que concentram maior impacto climático.

A agricultura tropical deve ser vista não como parte do problema, mas como parte da solução. Países tropicais têm potencial singular para impulsionar sistemas alimentares mais sustentáveis, capazes de aumentar a produtividade, reduzir emissões e gerar energia renovável a partir de resíduos agrícolas, biogás e biocombustíveis. Isso os posiciona como aliados estratégicos do Acordo de Paris, da UNFCCC e do Marco Global de Biodiversidade de Kunming-Montreal.

A COP30, em Belém, será uma oportunidade histórica para consolidar essa visão. O desafio político-diplomático será transformar a narrativa de “setor vulnerável” em “setor estratégico de soluções”, vinculando a agenda agrícola aos dispositivos centrais do Acordo de Paris e ampliando mecanismos de financiamento, ciência e inovação¹⁹. Mais do que segurança alimentar, a agricultura tropical pode ser reconhecida também como pilar da **segurança energética**, reduzindo a dependência global de combustíveis fósseis e fortalecendo a transição para economias de baixo carbono.

Neste contexto, o foco da ação e do apoio climático, bem como da cooperação internacional para promover ações climáticas de agricultura e segurança alimentar, deve ter como princípios norteadores:

- 1. Resiliência:** reforçar a resiliência dos sistemas agrícolas com vista a apoiar políticas internacionais, nacionais e locais de segurança alimentar e nutricional, com vista a garantir uma alimentação adequada e saudável e ambientes alimentares saudáveis para todos.
- 2. Eficiência:** apoiar o desenvolvimento de sistemas agrícolas eficientes e adaptados localmente, que visam a perda e o desperdício de alimentos no sistema alimentar, bem como os subsídios prejudiciais ao ambiente.
- 3. Suporte à ciência:** promover a investigação científica e a inovação contínuas e inclusivas para o desenvolvimento e implementação de sistemas agrícolas sustentáveis e a promoção de uma alimentação adequada e saudável.
- 4. Pessoas:** apoiar os pequenos agricultores e agricultores familiares, bem como as comunidades tradicionais, na promoção de meios de subsistência sustentáveis e na diversificação da produção alimentar.
- 5. Energia:** impulsionar a geração e utilização de energias renováveis nos sistemas agrícolas, incluindo biocombustíveis sustentáveis.
- 6. Compromisso com a mudança:** comprometer-se a redução das emissões causadas pela mudança no uso da terra, promovendo o controle do desmatamento associado à agricultura, recuperando terras degradadas e promovendo a silvicultura, sistemas integrados, bem como uma maior integração da agrobiodiversidade e outras abordagens nos sistemas alimentares.
- 7. Trocas comerciais:** promover o comércio sustentável de produtos agrícolas e alimentares com uma abordagem cooperativa, através da partilha de melhores práticas, tecnologia e alocação adequada de financiamento. Dessa forma, acabando ao mesmo tempo com os subsídios que provocam distorções, evitando medidas comerciais unilaterais com impactos negativos na segurança alimentar e nutricional e criando incentivos positivos para a trocas sustentáveis e culturas.



TEMAS ESTRATÉGICOS PARA A AGRICULTURA TROPICAL NO REGIME CLIMÁTICO GLOBAL







TEMAS ESTRATÉGICOS PARA A AGRICULTURA TROPICAL NO REGIME CLIMÁTICO GLOBAL

A consolidação da agricultura tropical como parte das soluções para a crise climática exige reconhecer que a agricultura sofre impactos dos eventos climáticos extremos e ao mesmo tempo é uma fonte de emissões de gases de efeito estufa (GEE). Mais do que um setor vulnerável, a agricultura nos trópicos já demonstra capacidade de gerar inovação, garantir segurança alimentar integrada à transição energética, atrair financiamento climático e oferecer soluções replicáveis em escala global.

Ao reunir **diversas perspectivas de instituições de pesquisa, think tanks e especialistas** engajados nas discussões globais sobre **agricultura e clima**, o **Fórum Brasileiro da Agricultura Tropical** destaca cinco **dimensões estratégicas** fundamentais para construir soluções eficazes, contextualizadas e baseadas em evidências. Em todas elas **ciência e inovação** são reconhecidas como **pilares estruturantes**.

A iniciativa propõe-se a **atuar de forma proativa no reposicionamento político e diplomático da agricultura tropical**, reconhecendo-a como **parte central das soluções climáticas globais** e promovendo uma **nova visão sobre o setor** — mais inclusiva e alinhada aos desafios contemporâneos.

Entre suas prioridades estão o **reforço da centralidade da adaptação e resiliência**, o avanço nos compromissos de financiamento climático, a promoção da coexistência entre diferentes modelos produtivos e a integração da segurança alimentar e energética às metas globais de mitigação e adaptação.



1. REPOSICIONAMENTO POLÍTICO-DIPLOMÁTICO DOS SISTEMAS AGRÍCOLAS¹

O reposicionamento político-estratégico da agricultura tropical é condição indispensável para que o setor seja plenamente reconhecido como parte das soluções climáticas globais. A região tropical, compreendida entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, concentra uma parcela decisiva dos recursos naturais do planeta e exerce papel estratégico no futuro dos sistemas agroalimentares. Com aproximadamente **40% das terras aráveis e mais de 50% da água doce global**, além de notável **biodiversidade**, os trópicos reúnem **responsabilidades e oportunidades únicas** na agenda de segurança alimentar, climática e energética.

Contudo, esse potencial é acompanhado por desafios estruturais significativos. **Solos de baixa fertilidade**, elevada incidência de pragas e doenças, **dependência de insumos externos**, além de **fatores históricos, institucionais e socioeconômicos**, limitam o pleno aproveitamento desses recursos. Esses obstáculos reforçam a urgência de uma agricultura **regenerativa**, baseada no **uso eficiente da terra**, no **ordenamento territorial sustentável** e na promoção de **práticas produtivas adaptadas às condições tropicais**, capazes de mitigar o desmatamento e a degradação ambiental.

Durante décadas, a agricultura tropical esteve associada à **baixa produtividade, dependência tecnológica e restrições severas de capital e infraestrutura**. A herança colonial consolidou modelos exportadores primários, descolados do desenvolvimento interno e pouco ajustados às realidades agroecológicas locais.

A **Revolução Verde**, iniciada no século XX, foi um ponto de inflexão determinante. Enquanto o Brasil e partes da Ásia adaptaram tecnologias globais à sua realidade tropical, impulsionando a produtividade, a África Subsaariana e partes da América Latina permaneceram à margem, enfrentando gargalos de infraestrutura, pesquisa e desenvolvimento.

Os números são expressivos: **enquanto a produtividade total dos fatores de produção na agricultura na América Latina teve um crescimento médio anual de 1,2% de 1960 a 2022, o continente africano apresentou média de crescimento de produtividade de 0,4%**. O Brasil, por exemplo, consolidou-se como um importante produtor agrícola no cinturão tropical ao incorporar inovações tecnológicas, ampliar a produtividade em larga escala e gerar excedentes alimentares, superando a média global em produtividade agrícola, com **média de crescimento de produtividade de 1,8%, sendo que após 1980 esse valor super 2,8% ao ano**. Países como **Índia, Vietnã e Indonésia** tam-

bém exemplificam transformações exitosas, ao ampliar a produção em pequenas propriedades com base em sementes melhoradas, irrigação e insumos modernos. Esses casos demonstram que a **agricultura tropical não está condenada à baixa produtividade, e sim que a inovação adaptada e o apoio institucional são fundamentais para ativar seu pleno potencial.**

Do ponto de vista da **segurança alimentar**, o quadro é paradoxal: os trópicos concentram tanto **grande parte da produção agrícola em expansão** quanto a **maioria da população em situação de insegurança alimentar moderada ou severa**. A persistência da desnutrição em diversas regiões da África e da Ásia, mesmo diante de avanços produtivos, revela que **aumentar a produção não é suficiente**. É necessário garantir **acesso equitativo, diversidade alimentar e estabilidade de mercados**.

Neste contexto, de uma geografia desigual da segurança alimentar global, a **América Latina**, com destaque para o Brasil, consolidou-se como **exportadora líquida de alimentos**, graças aos avanços em produtividade e à redução de custos. Já a **Ásia** enfrenta pressões crescentes da demanda interna e da enorme parcela da população que ainda depende da atividade agropecuária, enquanto a **África** mantém um déficit estrutural entre produção e consumo. O resultado é uma dinâmica em que os trópicos são **simultaneamente fornecedores estratégicos e regiões de alta vulnerabilidade**.

Os sistemas produtivos sustentáveis e regenerativos adaptados às regiões tropicais assumem um papel estratégico na construção de um modelo agrícola que integre a segurança alimentar, a preservação ambiental e o desenvolvimento socioeconômico local. Esses sistemas, ao respeitarem as específicas condições agroecológicas e socioeconômicas de cada região, promovem práticas como a conservação do solo, o manejo de nutrientes e a integração de culturas e pecuária, demonstrando que a produtividade pode estar alinhada à regeneração dos ecossistemas e ao fortalecimento das comunidades tropicais. Dessa forma, tornam-se elementos essenciais para atender às demandas locais, enfrentar crises climáticas e posicionar os países tropicais como protagonistas da transição global para uma agricultura mais sustentável.

Na América Latina, práticas como sistemas agroflorestais, que incluem o uso de cercas vivas e sistemas silvipastoris, destacam-se pela conservação do solo, maior produtividade e benefícios sociais, ao passo que o uso da biotecnologia tem favorecido o desenvolvimento de cultivos resistentes a estresses bióticos e abióticos. Contudo, para maximizar seu potencial, essas estratégias dependem da superação de limitações socioeconômicas e da integração de saberes tradicionais em novas tecnologias.



Na Ásia e no Pacífico, os sistemas agroflorestais também são amplamente aplicados, acompanhados por práticas como o manejo de nutrientes e o controle da erosão, que têm rendido resultados positivos em áreas cultivadas, especialmente café. O uso de técnicas como o nivelamento a laser de terras, para uniformizar superfícies de solo, melhora a eficiência hídrica, reduz emissões e eleva os rendimentos do cultivo de arroz. Além disso, abordagens como a Agricultura Sustentável de Baixo Uso de Insumos (LEISA) têm se mostrado viáveis ao combinar mínimo uso de insumos externos e soluções inovadoras em áreas com fatores limitantes de recursos.

Já na África Subsaariana, estratégias como consórcio de espécies, rotação de culturas e agricultura de conservação são adaptadas às condições locais, contribuindo para a fertilidade do solo, melhoria de produtividade e maior resiliência climática. O uso de agricultura de sequeiro, manejo integrado de fertilizantes e defensivos também se faz necessário para enfrentar as limitações estruturais e climáticas que afetam a região, complementando a necessidade de ampliação do crédito e acesso a insumos tecnológicos. Essas práticas representam alternativas eficazes para reduzir os impactos ambientais e melhorar a segurança alimentar em uma das áreas com maior vulnerabilidade do mundo.

Neste contexto, **reposicionar politicamente a agricultura tropical** não é apenas uma demanda setorial, representa uma **estratégia global** para enfrentar as crises do século XXI. Isso exige **reconhecimento diplomático, valorização da inovação tropical, investimentos em ciência e tecnologia adaptadas**, e, sobretudo, **uma narrativa própria que reflita as realidades, aspirações e capacidades dos países tropicais**. O reposicionamento estratégico da agricultura tropical passa tanto do ponto de vista de segurança alimentar quanto ambiental, portanto, por três elementos-chave.



TEMAS ESTRATÉGICOS PARA A AGRICULTURA TROPICAL NO REGIME CLIMÁTICO GLOBAL

Primeiro, é essencial fortalecer a ciência e a inovação local, assegurando que as tecnologias sejam adaptadas às realidades agroecológicas de cada região. Para isso, é necessário consolidar sistemas permanentes de P&D e extensão rural, focados no desenvolvimento de variedades resistentes a estresses hídricos e biológicos, além do manejo eficiente de insumos. O crédito subsidiado e os seguros climáticos devem priorizar os pequenos produtores, ampliando o acesso a tecnologias e fortalecendo redes de cooperação entre centros de pesquisa dos trópicos.

Segundo, a construção de instrumentos de financiamento específicos deve integrar conservação, regeneração e eficiência produtiva, com metas claras de recuperação de áreas degradadas, ordenamento territorial e práticas regenerativas do solo, especialmente nos sistemas tropicais, que hoje recebem apenas uma fração dos fluxos globais de financiamento climático. Nesse contexto, o *blended finance* pode viabilizar a participação do capital privado em larga escala, frente às limitações dos recursos públicos nas economias tropicais.

E terceiro, a valorização da agricultura tropical como solução global para segurança alimentar, energética e climática, superando a visão limitada que a associa apenas a vulnerabilidades. Buscar promover maior integração comercial entre países tropicais, ampliando a conexão regiões superavitárias e deficitárias em termos de produção alimentar, e buscando-se aproveitar vantagens produtivas locais, transformando padrões ambientais e sanitários em referências globais de sanidade e sustentabilidade.

No âmbito da UNFCCC, reconhecer essa realidade é essencial. A agricultura tropical deve ser reconhecida e tratada como eixo estruturante para a segurança alimentar, vinculando seus desafios e oportunidades aos dispositivos centrais da Convenção do Clima (UNFCCC) e o Acordo de Paris. A agricultura tropical, que depende de avanços de adaptação para expressar seu potencial, também pode ter contribuição expressiva na mitigação e na geração de créditos de carbono, nos mecanismos do Artigo 6 do Acordo de Paris.

A COP30, em Belém, será a oportunidade de consolidar essa visão. Para o Fórum Brasileiro da Agricultura Tropical, o *Acordo de Belém* — ou *Belém Outcome* — deve reconhecer que todos os sistemas agrícolas podem contribuir para os objetivos do Acordo de Paris, desde que orientados por inovação voltada à adaptação e mitigação das emissões. Além disso, a evolução do Grupo de Sharm El-Sheikh e do Roadmap de Financiamento deve contemplar o financiamento de ações climáticas no setor agrícola e de segurança alimentar, inclusive por meio dos mecanismos financeiros oficiais da Convenção.

Ao reposicionar a agricultura como parte da solução, a COP30 poderá marcar o início de uma nova etapa, em que ciência, inovação e políticas públicas convergem para transformar os trópicos em protagonistas da transição sustentável global.





2. CENTRALIDADE DA ADAPTAÇÃO BASEADA EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO²

A intensificação da crise climática exige que a **agricultura tropical** deixe de ser vista apenas como setor vulnerável e passe a ser reconhecida como **espaço estratégico de inovação e soluções climáticas globais**. Para isso, é essencial consolidar uma abordagem baseada em **ciência robusta e políticas públicas consistentes**, capaz de transformar o setor em vetor legítimo de mitigação e adaptação em larga escala.

Nos trópicos, onde a agricultura depende majoritariamente da chuva e os ecossistemas operam próximos a seus limites térmicos, **a adaptação é condição essencial para garantir segurança alimentar, resiliência climática e sustentabilidade ambiental**. O aumento da temperatura média, a irregularidade das chuvas e a intensificação de eventos extremos como secas e inundações afetam diretamente a produtividade agrícola, impondo desafios aos sistemas produtivos.

O Brasil e outros países tropicais já acumulam experiências concretas e replicáveis nessa agenda. A ciência tropical desenvolveu estratégias próprias diante de condições como solos pobres, alta pressão de pragas e variações climáticas severas.

Pesquisas aplicadas em práticas como **integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)**, **fixação biológica de nitrogênio**, **manejo de solos** e **uso de bioinsumos** comprovam ser possível **aumentar produtividade, reduzir emissões e melhorar a qualidade ambiental** simultaneamente. O principal desafio está em **sistematizar essas soluções com padrões reconhecidos internacionalmente**, consolidando sua legitimidade na arena multilateral.

Para isso, é fundamental utilizar saberes e recursos locais de forma eficaz, superando limitações estruturais com apoio institucional e articulação entre setores. **A ciência é o alicerce de toda estratégia adaptativa viável, facilitando o desenvolvimento de soluções integradas de mitigação e adaptação, dentro da estrutura da UNFCCC**. Essa abordagem integrada define a agricultura inteligente para o clima: produtiva, resiliente e de baixa emissão.

A conexão da adaptação com o regime climático global está cada vez mais evidente. O Trabalho Conjunto de *Sharm el-Sheikh*, aprovado em 2022, estabeleceu o mandato para transformar conhecimento acumulado em ação concreta.

Outro elemento central é o financiamento climático voltado para adaptação. Embora os sistemas agrícolas concentrem grande parte da vulnerabilidade climática global, **ainda recebem uma fração**



reduzida dos fluxos financeiros internacionais. A ciência pode ajudar a romper esse bloqueio, quantificando com clareza os benefícios da adaptação e mitigação nos sistemas tropicais. Isso é essencial para atrair capital em escala, reposicionar o setor e fortalecer seu papel nas negociações.

A inclusão social também é inseparável dessa agenda. A transformação dos sistemas tropicais exige não apenas inovação tecnológica, mas a participação efetiva de todos os agricultores, incluindo agricultores familiares, comunidades locais e povos indígenas, que detêm conhecimentos práticos valiosos e vivem nas áreas mais expostas às mudanças climáticas. Incorporar esse saber amplia a legitimidade das ações e garante que a adaptação seja, ao mesmo tempo, tecnicamente eficaz, socialmente justa e culturalmente adequada.

A COP30, em Belém, representa um momento político decisivo para consolidar essa visão. O Fórum Brasileiro de Agricultura Tropical entende que o *Belem Outcome*, como decisão maior da COP30, deve reconhecer a fragilidade dos sistemas agrícolas aos impactos dos eventos climáticos extremos, o que enseja o uso dos indicadores de adaptação para nortear os Planos nacionais de Adaptação e a conexão de financiamento climático voltado para incentivar projetos que viabilizem ações climáticas de agricultura e segurança alimentar.

Ao consolidar a adaptação baseada na ciência como pilar da governança climática, a COP30 destacará que o futuro da transição sustentável passa por soluções tropicais sustentáveis, alinhando ação climática, segurança alimentar e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.



3. AVANÇO NOS COMPROMISSOS DE FINANCIAMENTO CLIMÁTICO PARA A AGRICULTURA³

O financiamento climático constitui pilar estruturante da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). Fundamentado no princípio da equidade e nas responsabilidades comuns, porém diferenciadas, esse mecanismo reconhece que os países desenvolvidos devem liderar a mobilização de recursos para apoiar ações climáticas em nações em desenvolvimento. **Para a agricultura tropical, historicamente negligenciada nos fluxos financeiros globais, avançar nessa agenda torna-se requisito indispensável para realizar seu potencial climático e alimentar.**

A trajetória do financiamento climático exibe avanços notáveis e lacunas persistentes. **No Acordo de Copenhague, aprovado na COP15 (2009), foi estabelecida a meta de mobilizar 100 bilhões de dólares anuais até 2020 para atender às necessidades de países em desenvolvimento.** Embora questionada por sua suficiência e efetiva implementação, essa meta representou um marco político importante ao reconhecer a necessidade de fluxos financeiros expressivos para a ação climática. **A criação do Fundo Verde para o Clima (GCF), em 2010, fortaleceu a arquitetura institucional necessária para canalizar esses recursos.**

O Acordo de Paris (2015) reforçou o papel dos países desenvolvidos na mobilização de financiamento climático e instituiu o mandato para **uma nova meta coletiva quantificada.** Segundo a OCDE, em 2022, os países desenvolvidos mobilizaram 115,9 bilhões de dólares em financiamento climático destinados a países em desenvolvimento. O financiamento público respondeu por cerca de 80% desse total, crescendo de 38 bilhões em 2013 para 91,6 bilhões em 2022. Após uma leve queda em 2021, o financiamento voltado à adaptação atingiu 32,4 bilhões de dólares em 2022 — três vezes o valor de 2016 —, embora a mitigação ainda concentre aproximadamente 60% dos recursos.

A aprovação da **Nova Meta Coletiva Quantificada de Financiamento Climático, durante a COP29, trouxe mudanças estruturais para o futuro da mobilização de recursos.** O novo compromisso substitui a meta anterior de **100 bilhões de dólares anuais, estabelecendo o objetivo de atingir 300 bilhões de dólares por ano até 2035, com liderança dos países desenvolvidos.** Adicionalmente, **de forma mais ambiciosa, prevê a meta prevê 1,3 trilhão de dólares anuais até 2035,** envolvendo todos os países e atores relevantes. Esses recursos devem apoiar a implementação das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), dos Planos Nacionais de Adaptação (NAPs) e das estratégias de descarbonização de longo prazo. Devem ainda **contemplar financiamento para mitigação, adaptação, transparência e perdas e danos.**

A decisão da COP29 destacou a urgência de reformar a arquitetura financeira multilateral, removendo barreiras que limitam o acesso de países em desenvolvimento aos recursos climáticos. Entre essas barreiras estão os altos custos de capital, restrições fiscais, dívidas elevadas e condicionalidades excessivas. Importante ressaltar que o financiamento climático não se resume a doações. Ele provém de uma ampla gama de fontes — públicas, privadas, bilaterais, multilaterais e alternativas — e deve oferecer custo de capital reduzido em comparação a projetos sem alinhamento a objetivos de mitigação ou adaptação.

A demanda por financiamento climático cresce em ritmo acelerado. O Balanço Global estima que serão necessários entre 5,8 e 5,9 trilhões de dólares para apoiar a implementação das NDCs de países em desenvolvimento até 2030. Apenas a transição energética demandará 4,3 trilhões de dólares anuais até 2030, subindo para 5 trilhões por ano até 2050. O IPCC calcula que serão necessários 2,4 trilhões anuais até 2035 para limitar o aquecimento global a 1,5°C.

O financiamento climático alcançou US\$ 1,9 trilhão em 2023, crescimento de 26% ao ano desde 2021, segundo a *Climate Policy Initiative*. Mantida essa trajetória, o volume pode chegar a US\$ 6 trilhões até 2028. O financiamento para projetos de adaptação somou US\$ 65 bilhões em 2023, valor ainda muito inferior às necessidades dos países mais vulneráveis.

As instituições multilaterais desempenham papel decisivo nesse contexto. **O Fundo Verde para o Clima já financiou US\$ 16,66 bilhões desde sua criação e registrou reposição recorde de US\$ 12,8 bilhões para o período 2024–2027.** O Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF) recebeu US\$ 5,33 bilhões para o ciclo 2022–2026, aumento de 30% em relação ao anterior. Apesar desses avanços, o compromisso financeiro global ainda não acompanha a escala exigida pelo Acordo de Paris, especialmente em setores-chave como a agricultura.



No campo das negociações internacionais, o tema agrícola tem avançado significativamente. O *Trabalho Conjunto de Koronivia sobre Agricultura (KJWA)* abriu espaço para reconhecer que, embora vulnerável aos impactos climáticos e emissora de GEEs, a agricultura também é parte essencial da solução. **Na COP27, foi criado o Trabalho Conjunto de Sharm el-Sheikh sobre ações climáticas em agricultura e segurança alimentar, reconhecendo a interdependência entre adaptação, mitigação e cobenefícios.** O foco é garantir segurança alimentar e erradicação da fome por meio de sistemas agrícolas sustentáveis e resilientes.

Essa decisão também resultou no *Portal Online de Sharm el-Sheikh*, uma plataforma voltada à troca de experiências, catalogação de políticas e conexão entre projetos agrícolas e potenciais fontes de financiamento. À medida que os países submetem seus projetos, torna-se possível identificar tecnologias e práticas prioritárias para a implementação da agropecuária de baixo carbono em escala global. Um dos principais objetivos é mensurar as necessidades de financiamento para ampliar ações climáticas em agricultura e segurança alimentar.

A aritmética é implacável. Estimativas do Grupo Independente de Especialistas de Alto Nível em Financiamento Climático apontam que países em desenvolvimento (exceto China) precisarão investir 2,4 trilhões de dólares anuais até 2030 para alcançar suas metas. Deste total, 1,4 trilhão viria de fontes domésticas e 1 trilhão, de investimentos estrangeiros. Ainda assim, o relatório-síntese do Secretariado no âmbito do Trabalho Conjunto de *Sharm el-Sheikh* mostra que o financiamento climático para o setor agrícola segue muito aquém do necessário.

Até fevereiro de 2025, o Fundo de Adaptação havia aprovado 1,25 bilhão de dólares em 183 projetos, dos quais apenas 169 milhões foram destinados à agricultura e 209 milhões à segurança alimentar. Segundo a FAO e a CPI, o financiamento climático alocado a sistemas agroalimentares em 2019–2020 somou 28,5 bilhões de dólares — menos de 5% do total global.

Por outro lado, estima-se que países em desenvolvimento precisarão de 201,5 bilhões anuais até 2030 para cumprir suas metas climáticas. Manter o aquecimento global abaixo de 1,5°C exigirá 1,1 trilhão anual até 2030, o que implica multiplicar por quarenta os fluxos destinados aos sistemas agroalimentares.

O **Roadmap Baku-Belém** emerge, assim, como instrumento estratégico para traduzir compromissos em fluxos financeiros concretos. Conforme acordado na COP29, o roteiro deve abranger doações, instrumentos concessionais, mecanismos sem endividamento e medidas que preservem o espaço fiscal dos países. Suas cinco prioridades centrais incluem:

1. **Reforma dos bancos multilaterais de desenvolvimento;**
2. **Expansão do financiamento concessional e dos fundos climáticos;**
3. **Criação de plataformas nacionais e fortalecimento da capacidade doméstica para atrair investimentos sustentáveis;**
4. **Desenvolvimento de instrumentos inovadores para mobilização de capital privado;**
5. **Aperfeiçoamento de marcos regulatórios para o financiamento climático.**



Espera-se que o Roadmap apresentado na COP30 traduza esses pilares em ações concretas, pavimentando o caminho para ampliar o financiamento de projetos em múltiplos setores. Sem o setor financeiro como aliado estratégico, a transição agrícola sustentável permanecerá retórica. Bancos multilaterais de desenvolvimento devem atuar como catalisadores, alavancar recursos, reduzir riscos e oferecer garantias e assistência técnica. Instituições financeiras nacionais também terão papel crucial na expansão do crédito rural verde, incorporando critérios de sustentabilidade nas análises de risco e oferecendo produtos financeiros compatíveis com práticas regenerativas.

A escala necessária para uma agricultura de baixo carbono exige que o financiamento climático vá além das fontes públicas, integrando mecanismos inovadores que incentivem boas práticas, garantam retorno econômico e contribuam para o alcance das metas climáticas. A combinação de recursos externos e domésticos, somada ao engajamento entre setores público e privado, constitui o caminho mais promissor para viabilizar projetos integrados de mitigação, adaptação, biodiversidade e combate à desertificação.

O avanço do financiamento climático para a agricultura sustentável depende, portanto, de mudanças estruturais na arquitetura financeira global, de reconhecimento político da centralidade do setor nas soluções climáticas e do desenvolvimento de instrumentos adequados às suas especificidades. **A COP30 em Belém representa uma oportunidade histórica para que a agricultura seja posicionada como prioridade no financiamento climático global, especialmente com foco nas regiões mais vulneráveis, que inclui países tropicais e países insulares — demonstrando que investir em sistemas agrícolas sustentáveis e resilientes não é custo, mas investimento estratégico para o futuro do planeta.**



4. A IMPORTÂNCIA DA COEXISTÊNCIA DE MODELOS PRODUTIVOS⁴⁻⁶

A agropecuária brasileira é marcada por uma **riqueza produtiva singular**, construída sobre a **coexistência de múltiplos sistemas de produção**. Longe de ser um traço aleatório, essa diversidade reflete uma **necessidade**, moldada ao longo do tempo pela combinação da evolução da agricultura nas diferentes regiões do país, **saberes tradicionais, inovação tecnológica, demandas de mercado e realidades territoriais**.

No mesmo território convivem a **agricultura familiar**, voltada predominantemente para o abastecimento do mercado interno e para a autossuficiência, e a **agricultura empresarial**, intensiva, tecnologicamente avançada e com foco em cadeias globais de exportação. Essa arquitetura de complementaridade permite que o Brasil **atenda simultaneamente às necessidades internas e externas**, conciliando geração de excedentes com inclusão social. Também se integram **sistemas de manejo variados**, desde os modelos extensivos tradicionais até os intensivos e sustentáveis, como a **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)**.

Práticas agroecológicas, especialmente presentes em **territórios indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais**, enriquecem esse mosaico, ampliando sua adaptabilidade climática e social.

A coexistência de modelos produtivos permite ao Brasil **conciliar escalas, tecnologias e vocações diversas**, fortalecendo sua capacidade de enfrentar desafios climáticos e socioeconômicos. Para isso, é fundamental que **políticas públicas reconheçam e articulem o valor de cada sistema**, promovendo sinergias em vez de fragmentação. Essa diversidade constitui um dos **principais ativos nacionais**, especialmente quando articulada por uma **governança coerente e colaborativa**.

Construir um futuro agrícola justo, inclusivo e tecnologicamente avançado exige **superar obstáculos estruturais** por meio de uma abordagem integrada, que una ciência, políticas públicas e práticas locais. **Planejamento territorial, restauração de paisagens, fortalecimento de cadeias curtas e incentivo à inovação rural** são caminhos concretos para consolidar a liderança brasileira na agenda global da agricultura sustentável.

A experiência nacional mostra que a **diversidade produtiva, aliada à cooperação, é fonte de resiliência e inovação**. Ao valorizar todos os modelos — da agricultura familiar à agroecologia, dos grandes produtores aos sistemas integrados — o Brasil pode consolidar-se como referência mundial em **agricultura tropical sustentável**, conciliando produtividade, equidade e conservação ambiental.

No cenário internacional, essa abordagem tem ganhado visibilidade. A UNFCCC e seus órgãos subsidiários afirmam a importância de **soluções adaptadas aos contextos locais**, nas quais a diversidade produtiva é vista como pilar da **ação climática integrada**, como estabelecidos em decisões do *Koronivia Joint Work on Agriculture* e o *Trabalho Conjunto de Sharm el-Sheikh*.

Assim, nos debates multilaterais, já há um **reconhecimento crescente de que não existe um modelo único de agricultura sustentável**. Em vez disso, as negociações vêm enfatizando a importância de **soluções adaptadas a contextos locais**, o que naturalmente inclui a coexistência de sistemas produtivos distintos. Essa diversidade é vista como **um ativo estratégico para enfrentar os desafios de adaptação e mitigação**, especialmente nos países tropicais.

Nesse contexto, a experiência brasileira é frequentemente referenciada como exemplo de como **sistemas produtivos distintos podem coexistir e contribuir conjuntamente para a ação climática**. A diversidade produtiva permite

alinhar políticas públicas, estratégias de financiamento climático e programas de capacitação de forma mais eficaz, considerando desde pequenos agricultores até grandes produtores. Além disso, fortalece a implementação de **práticas baseadas na natureza**, essenciais para o cumprimento das **NDCs (Contribuições Nacionalmente Determinadas)** e dos compromissos assumidos pelo Brasil nos fóruns multilaterais.

Relatórios e recomendações recentes (como do IPCC e da FAO) destacam a necessidade de políticas integradas que **reconheçam, apoiem e articulem diferentes modelos de produção agrícola**, garantindo que todos contribuam para metas climáticas — respeitando suas especificidades e potencial de escala.

Diante desse cenário, **a COP30, em Belém**, representa uma **oportunidade decisiva** para o Brasil apresentar ao mundo um **modelo de agricultura tropical sustentável**, com potencial de escalabilidade global e legitimado por sua diversidade e inovação. Trata-se de afirmar, com **protagonismo e credibilidade**, a **coexistência entre diferentes sistemas produtivos** como uma **solução climática estruturante** para a agricultura.

Essa visão exige, no plano multilateral, a **defesa da legitimidade de uma agricultura tropical baseada na diversidade**, fundamentada em **evidências científicas** e comprometida com a **sustentabilidade ambiental, social e econômica**.



5. INTEGRAÇÃO DAS AGENDAS DE SEGURANÇA ALIMENTAR E ENERGÉTICA GLOBAL ÀS METAS GLOBAIS DE ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO⁷

A intensificação das crises climáticas e geopolíticas nos últimos anos deixou ainda mais evidente a vulnerabilidade dos sistemas globais de produção e distribuição de alimentos e energia. Secas prolongadas, ondas de calor extremo e enchentes cada vez mais frequentes comprometem safras agrícolas, elevam preços e agravam a insegurança alimentar em diferentes regiões do mundo. Em 2023, registrou-se o ano mais quente da história, com média de 1,48 °C acima do período pré-industrial. Nesse mesmo ano, mais de 730 milhões de pessoas enfrentaram a fome e cerca de 2,3 bilhões viveram em situação de insegurança alimentar moderada ou grave. Esses números revelam não apenas a gravidade do problema, mas a necessidade urgente de integrar a segurança alimentar e a segurança energética como eixos estruturantes da governança climática global.

A agricultura tropical está no centro desse debate. Países como Brasil, Índia e Indonésia reúnem características únicas para desempenhar um papel de liderança: terras disponíveis, alta biodiversidade, expansão da inovação tecnológica e experiências já consolidadas de transformação de solos pobres em férteis e na integração entre produção agrícola e bioenergia. O potencial de mitigação e adaptação oferecido por esses sistemas é expressivo. Se por um lado a agricultura e os sistemas alimentares respondem por cerca de 30% das emissões globais de GEE e concentram mais de um quarto dos impactos econômicos dos desastres climáticos, por outro, eles também abrigam soluções concretas que podem redefinir a trajetória climática. **Práticas tropicais como a integração lavoura-pecuária-floresta, a fixação biológica de nitrogênio, o uso de bioinsumos e a conversão de resíduos agrícolas em energia limpa demonstram que é possível combinar produtividade, redução de emissões e aumento da resiliência climática.**

O processo de negociações sob a UNFCCC mostra como esse tema foi ganhando centralidade. A criação do *Koronivia Joint Work on Agriculture*, aprovada em 2017 na COP23, foi um marco histórico por reconhecer formalmente a importância da agricultura na agenda climática multilateral. Esse espaço permitiu debater seis grandes blocos temáticos, entre eles solos, nutrientes, manejo de gado, sistemas integrados e dimensões socioeconômicas. Em 2022, a decisão 3/CP.27 da COP27 inaugurou uma nova fase, com a criação do *Sharm el-Sheikh Joint Work on Agriculture and Food Security*.

Com um mandato de quatro anos, o SJWA passou a enfatizar a implementação concreta das conclusões acumuladas. Em Bonn, durante a SB60 em 2024, foi aprovado um *road map* até 2026, que inclui relatórios anuais de síntese, a realização de workshops mandatados sobre abordagens sistêmicas e meios de implementação, além da operacionalização de um portal global de iniciativas. Em paralelo, a COP28 consolidou a agenda de sistemas alimentares como prioridade ao lançar a *Emirates Declaration on Sustainable Agriculture, Resilient Food Systems and Climate Action*, assinada por mais de 150 países, além da consolidação da Food and Agriculture for Sustainable Transformation (FAST) Partnership como mecanismo agregador de iniciativas para financiamento de ações em agricultura. **Todos esses movimentos preparam o terreno para apresentar a agricultura tropical ao mundo, na COP30 em Belém.**

As experiências em curso em diversas regiões do mundo reforçam esse posicionamento. O Brasil tem consolidado **instrumentos de referência** que materializam essa visão, como o **Plano ABC+**, que promove práticas agropecuárias de **baixa emissão em larga escala**; o **RenovaBio**, que valoriza a **bioenergia sustentável** por meio de **mecanismos de mercado**; e o **Caminho Verde**, uma iniciativa que visa **impulsionar a recuperação ambiental**

e a produtividade do setor agropecuário, por meio da **restauração de áreas degradadas** e da **promoção de práticas sustentáveis**. O **Cadastro Ambiental Rural, estabelecido pelo Código Florestal**, também se destaca como base regulatória. Países como **Índia e Indonésia vêm avançando na integração entre bioenergia e produção agrícola**, enquanto **Vietnã e Filipinas experimentam metodologias inovadoras para redução de metano no arroz irrigado**. Esses exemplos demonstram que os países tropicais não apenas acumulam práticas adaptadas à sua realidade, mas também oferecem caminhos replicáveis para a transição sustentável global.

Apesar desses avanços, as lacunas permanecem significativas. O financiamento climático continua desproporcional. Além disso, **a dimensão energética segue subaproveitada nas negociações**, apesar do papel comprovado da bioenergia tropical na redução de emissões e na diversificação da matriz energética. Persistem ainda riscos políticos associados a narrativas internacionais de competição entre alimentos e energia, o que exige salvaguardas claras para evitar o desgaste da imagem do setor.

A COP30 é, portanto, a oportunidade de transformar esses desafios em compromissos concretos. **O Fórum Brasileiro de Agricultura Tropical reforça a necessidade de reconhecimento do papel e das particularidades da agricultura tropical no regime climático global, como pilar duplo de segurança alimentar e energética** como complementares e não antagônicos, destravando **instrumentos financeiros dedicados** para fomentar esta integração sustentável, considerando os contextos específicos.





AGENDA DE AÇÃO DA PRESIDÊNCIA DA COP30

A **Presidência da COP30** estruturou sua atuação em **seis eixos temáticos**, desdobrados em **trinta compromissos** que orientam **chamadas públicas**, a **mobilização de atores estratégicos** e a organização dos **Dias Temáticos da conferência**, que ocorrerá em **Belém, de 10 a 21 de novembro de 2025**. A programação diária refletirá esses eixos, concentrando **anúncios, diálogos e parcerias** por tema, de forma coordenada e estratégica.

Entre os instrumentos de comunicação oficial, destacam-se as **cartas periódicas**. A **Quarta Carta** reforçou como diretriz central da Agenda a **execução acelerada dos resultados do Balanço Global** e dos compromissos do **Acordo de Paris**.

No eixo **agroalimentar e uso da terra**, ganha destaque a iniciativa **RAIZ – Resilient Agriculture Investment for Net-Zero Land Degradation**, incorporada à Agenda da COP30 como um esforço global para **mapear e mobilizar financiamento destinado à restauração de áreas agrícolas degradadas**. A iniciativa visa **conectar governos, investidores e programas** sob as convenções do clima, biodiversidade e combate à desertificação.

O governo brasileiro considera o **RAIZ** uma **peça-chave da Agenda de Ação da COP30**, e destaca sua **sinergia com as diretrizes nacionais de restauração produtiva**, especialmente no que se refere à **recuperação de extensas áreas de pastagens de baixa produtividade ao longo desta década**.

INDICADORES DE SUCESSO DA COP30

O sucesso da COP30 para o setor agrícola dependerá, em grande parte, da **capacidade de reconhecer a relevância de todos os sistemas agrícolas como parte das soluções climáticas globais**. É fundamental que o evento promova **um entendimento ampliado e inclusivo da agricultura**, considerando sua diversidade e seus múltiplos papéis na **mitigação das mudanças climáticas, adaptação e segurança alimentar**.

Outro passo estratégico é **impulsionar o Portal Online de Sharm El-Sheikh**, que reúne informações sobre ações, projetos e políticas públicas voltadas à agricultura e segurança alimentar ao redor do mundo. A ampliação do uso e da visibilidade desse portal pode **fortalecer o intercâmbio de conhecimento e boas práticas entre países**, além de promover maior **transparência e alinhamento global em torno das estratégias agrícolas sustentáveis**.

Por fim, é essencial que, a partir do **Roadmap de Financiamento para Agricultura**, sejam estabelecidas, em consonância com o trabalho do **Grupo de Sharm El-Sheikh, formas concretas de mobilizar financiamento climático para o setor agrícola**. Isso inclui mecanismos que atendam às necessidades dos diferentes perfis de produtores, com atenção especial aos pequenos e médios agricultores e à **agricultura familiar**, ampliando o acesso a recursos para a transição para sistemas produtivos mais resilientes e regenerativos.

Ao consolidar a visão de que não existe transição climática viável sem sistemas agroalimentares tropicais sustentáveis, a COP30 pode estabelecer Belém como marco histórico na governança global. O reconhecimento explícito do papel de todos os sistemas agrícolas, incluindo a agricultura tropical, reforçará a coerência entre as negociações climáticas e as agendas de desenvolvimento sustentável, ampliará o acesso a financiamento climático e dará visibilidade internacional às soluções que já estão em curso nos países tropicais. Mais do que isso, permitirá que a agricultura tropical deixe de ser vista apenas como setor vulnerável e passe a ocupar seu lugar como pilar estratégico de segurança alimentar, energética e climática.



ACÇÕES PROPOSITIVAS





A AGRICULTURA TROPICAL E O DESAFIO DA AÇÃO CLIMÁTICA GLOBAL

A agricultura é o elo entre alimento, energia e clima. É a ponte entre passado e futuro que conecta a era da negociação e a era da implementação. A proposta do Brasil é concreta e ambiciosa: transformar o solo tropical em vetor de promoção da paz climática, demonstrando que ciência, política, produção e preservação podem caminhar juntas para regenerar o planeta.

Ao longo das últimas Conferências das Partes (COPs) da UNFCCC, a agricultura permaneceu como um tema sensível, permeado por controvérsias e resistências políticas, especialmente no que tange à sua relação com as emissões de gases de efeito estufa (GEE), o desmatamento e as externalidades ambientais.

Historicamente, o debate foi dominado por narrativas voltadas à mitigação e à conversão do uso da terra, com forte pressão regulatória sobre países agrícolas e tropicais. **Contudo, nas COPs mais recentes**, especialmente a partir do *Programa de Trabalho Conjunto de Koronivia sobre Agricultura* (COP23–COP27), do *Sharm el-Sheikh Joint Work on Implementation of Climate Action on Agriculture and Food Security* (COP27), da *Food and Agriculture for Sustainable Transformation (FAST) Partnership* (COP27), da *UAE Declaration on Sustainable Agriculture, Resilient Food Systems and Climate Action* (COP28) e, mais recentemente, da *Iniciativa Climática Baku Harmoniya para Agri-*

cultores (COP29), **houve avanços concretos no reconhecimento do papel estratégico da adaptação na agricultura, para fortalecer a segurança alimentar e a resiliência climática.**

Entretanto, ainda não foram consolidados mecanismos robustos, previsíveis e vinculantes de financiamento climático específico para o setor nos países em desenvolvimento. Além disso, a COP29 estabeleceu, por meio do *Baku Adaptation Roadmap*, um caminho claro para o desenvolvimento de indicadores de adaptação aplicáveis aos sistemas agroalimentares, bem como reforçou o compromisso de que o Novo Objetivo Coletivo Quantificado de Financiamento Climático (NCQG) (pactuado pelos países desenvolvidos com meta de US\$ 300 bilhões anuais até 2035 e visando alcançar US\$ 1,3 trilhão/ano a partir de 2030 com contribuições globais) deverá incluir atenção especial às necessidades dos sistemas agroalimentares e das comunidades rurais vulneráveis. Esse entendimento foi reforçado pela *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2025) ao apontar que 94% das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) mencionam os sistemas agroalimentares como prioridade para adaptação, e 91% para mitigação.

O sucesso da COP30 para a agricultura transcende a defesa setorial ou reativa. Trata-se de uma oportunidade histórica de reposicionar a agricultura, especialmente na região tropical, como eixo estruturante das soluções climáticas globais, conciliando segurança alimentar, segurança energética, desenvolvimento rural sustentável e tecnologias de baixa emissão de carbono, sob uma abordagem baseada em inclusão produtiva, inovação, mitigação, adaptação e reconhecimento da diversidade dos sistemas produtivos tropicais.

A 30ª Conferência das Partes (COP30) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), em Belém (PA), chega com a mensagem clara e o propósito firme de demonstrar que **a agricultura tropical é parte central da solução climática global**. Em um momento em que o mundo exige soluções comprovadas este evento inaugura a transição da “era da negociação” para a “era da implementação”, conforme orientado pelos resultados do primeiro Balanço Global (*Global Stocktake*, GST-1) do Acordo de Paris.



UMA PROPOSTA DOS TRÓPICOS PARA O MUNDO

As práticas de agricultura e pecuária regenerativa constituem a vanguarda da ação climática no setor agroalimentar. Elas transcendem a mitigação tradicional, integrando restauração da saúde do solo, conservação da biodiversidade, eficiência no uso da terra e inclusão produtiva. Trata-se de um paradigma que associa sustentabilidade ambiental à rentabilidade econômica e à resiliência climática, um eixo essencial da estratégia de implementação das ações climáticas para a sustentabilidade da agricultura tropical.

O Brasil já dispõe de um vasto repertório de tecnologias e políticas públicas para viabilizar essa transição. O Plano ABC+ 2020–2030, principal instrumento de adaptação e mitigação do setor agropecuário, estabelece a meta de ampliar a adoção de práticas sustentáveis para mais de 72 milhões de hectares até 2030, consolidando a agricultura de baixo carbono como eixo central das metas de descarbonização da agropecuária.

A transição para uma agricultura climaticamente resiliente e de baixa emissão de GEE não ocorrerá por inércia. Ela exige um ambiente institucional, econômico e tecnológico capaz de acelerar a adoção das soluções já disponíveis e comprovadas. O sucesso dessa transformação depende da articulação de três pilares interdependentes: financiamento adequado, mercados funcionais e governança cooperativa.

Esses pilares formam a base de um novo paradigma de implementação, no qual as metas climáticas deixam de ser compromissos abstratos e passam a se traduzir em investimentos reais, resultados mensuráveis e benefícios tangíveis para produtores, comunidades e ecossistemas.

A combinação entre ciência tropical, sistemas integrados e inovação gerou um ecossistema de soluções que une produtividade e conservação. Do plantio direto à bioenergia, da integração lavoura-pecuária-floresta à fixação biológica de nitrogênio, a agricultura tropical do Brasil transformou restrições ecológicas em vantagens competitivas e climáticas.

Esses avanços não pertencem apenas ao Brasil, pertencem aos trópicos. Eles formam o núcleo de uma proposta coletiva do Sul Global para a nova fase do Acordo de Paris: a Missão 1.5, a meta que une países em torno do desafio de manter o aquecimento global abaixo de 1,5 °C.

Essa missão requer um mutirão global de implementação, conceito central defendido pela Presidência da COP30, no qual todas as nações, especialmente as tropicais, compartilham soluções práticas que unam mitigação, adaptação e prosperidade econômica.

A agricultura tropical regenerativa é a expressão concreta dessa proposta. Ela integra natureza, ciência e inclusão produtiva em um modelo capaz de conciliar segurança alimentar e estabilidade climática. Ao promover a regeneração dos solos, a diversificação produtiva e a valorização dos serviços ambientais, esse modelo oferece não apenas uma resposta à crise climática, mas também uma agenda de desenvolvimento econômico e social de nova geração.

O futuro da segurança climática e alimentar global passa pelo reconhecimento e pela valorização das soluções tropicais, soluções que emergem de sistemas vivos, conhecimento local e inovação científica aplicada.

Dos trópicos, o mundo recebe mais do que alimentos: recebe uma visão de futuro em que a produção regenerativa se torna sinônimo de competitividade, e em que a prosperidade é medida pela capacidade de nutrir o planeta e regenerá-lo ao mesmo tempo.



TRANSFORMAÇÃO DA AGRICULTURA E SISTEMAS ALIMENTARES: FINANCIAMENTO E TRANSIÇÃO JUSTA PARA MERCADOS FUNCIONAIS E COOPERATIVOS

FINANCIAMENTO CLIMÁTICO COMO PONTE PARA A AÇÃO

O financiamento climático consolidou-se como o principal gargalo histórico das negociações e como o habilitador decisivo da implementação das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) do Acordo de Paris. A COP30, em Belém, representa a oportunidade de transformar essa barreira em uma ponte efetiva para a ação.

O financiamento climático não é apenas um pilar da UNFCCC e do Acordo de Paris, mas o eixo que conecta a ambição à realidade da nova fase de implementação. O Baku–Belém Roadmap e a NCQG oferecem a estrutura global, mas seu êxito dependerá do engajamento multissetorial em um verdadeiro esforço coletivo de implementação para alinhar produção agrícola, conservação florestal e desenvolvimento econômico por meio de financiamento climático inovador.

A experiência nacional com agricultura de baixo carbono, bioeconomia e matriz energética renovável comprova que a sustentabilidade pode ser vetor de competitividade e prosperidade. O legado de Belém será medido por sua capacidade de destravar fluxos financeiros concretos, abrindo uma

década de transformação real. A COP30 tem o potencial de ser lembrada como a conferência que transformou o “mutirão global” em virada histórica, produzindo resultados tangíveis e duradouros para o clima, as pessoas e o futuro comum.





A transição para uma economia de baixo carbono requer a construção de instrumentos inovadores e a superação de barreiras estruturais que limitam o acesso de países em desenvolvimento aos recursos climáticos.

Para o setor agropecuário e florestal, essa agenda significa tornar o financiamento climático acessível, de baixo custo e direcionado à transição de baixo carbono. Reduzir o custo de capital equivale a reduzir o preço do dinheiro. Projetos rurais sustentáveis necessitam de crédito com juros reduzidos e prazos ampliados. Essa transformação é viabilizada por garantias públicas, seguros, fundos de risco e mecanismos de *blended finance*, nos quais recursos públicos e filantrópicos atraem investimento privado e ampliam o volume total de capital mobilizado.

A arquitetura financeira global precisa evoluir para sustentar a urgência da ação climática, ampliando sua escala, flexibilidade e capacidade de assumir riscos, conforme orienta a CMA.6 (Baku, 2024) e o *IMF–World Bank Joint Statement on Scaling Climate Action* (2024). Neste sentido, é essencial fortalecer o papel dos agentes financeiros.

A mobilização de US\$ 1,3 trilhão anuais até 2035 para ações de mitigação e adaptação dependerá da criação e expansão de instrumentos financeiros inovadores capazes de alavancar capital privado e mitigar riscos. Os países em desenvolvimento continuam a enfrentar obstáculos estruturais que restringem o acesso ao financiamento climático, entre eles: altos custos de capital, espaço fiscal limitado, níveis de dívida insustentáveis, custos de transação elevados e condicionalidades complexas de acesso.

EXEMPLOS DE MECANISMOS FINANCEIROS QUE PODEM ALAVANCAR OS INVESTIMENTOS NO SETOR AGROPECUÁRIO

INSTRUMENTO FINANCEIRO	PAPEL NA MOBILIZAÇÃO DE CAPITAL CLIMÁTICO
<p>Blended Finance</p> 	<p>Estrutura de cofinanciamento que combina capital público, concessional ou filantrópico com investimento privado, reduzindo o risco de projetos climáticos e tornando-os mais atrativos para investidores comerciais. Essa abordagem é reconhecida pela OCDE (2024) como fundamental para mobilizar fluxos em escala.</p>
<p>Esquemas de Garantia</p> 	<p>Instrumentos de mitigação de risco (credit enhancement e de-risking facilities) que cobrem parcialmente perdas de investimento, reduzindo o risco percebido e incentivando bancos e fundos a financiarem setores de maior vulnerabilidade climática.</p>
<p>Títulos Verdes (Green Bonds)</p> 	<p>Instrumentos de renda fixa cujos recursos são direcionados exclusivamente a projetos com benefícios ambientais comprovados, conforme os ICMA Green Bond Principles (2024 revision). Tornaram-se o principal canal de captação de capital sustentável global.</p>
<p>CPR Verde (Cédula de Produto Rural Verde)</p> 	<p>Experiência brasileira, com título que remunera o produtor rural por serviços ambientais e práticas sustentáveis, permitindo a comercialização de ativos ambientais. Regulamentada pela Lei nº 14.130/2021 e pelo Decreto nº 11.075/2022 (SINARE), integra a infraestrutura de finanças verdes nacional.</p>

Além dos fundos públicos e multilaterais, os mecanismos de mercado são fundamentais para atrair investimentos privados. Entre os catalisadores centrais estão a **bioeconomia** e os **mercados de carbono**, que convertem ações de mitigação e uso sustentável dos recursos naturais em valor econômico mensurável e criam incentivos econômicos diretos para a descarbonização.

A **bioeconomia**, baseada no uso sustentável de recursos biológicos, é reconhecida como eixo prioritário de investimento para países megadiversos. No caso do Brasil, ela integra tanto o Plano Clima – Brasil 2050 quanto a *G20 Bioeconomy Initiative: Sustainable Growth through Biodiversity*, lançada pela Presidência Brasileira do G20 (2024). Essa agenda promove um modelo de desenvolvimento que integra conservação, geração de valor e inclusão social, alinhando a valorização da floresta em pé à competitividade econômica. A bioeconomia tropical é, portanto, vetor-chave para ampliar o financiamento climático e consolidar a transição justa para uma economia de baixa emissão de carbono.

AÇÕES PROPOSITIVAS

A operacionalização dos **mercados de carbono**, prevista nos Artigos 6.2 e 6.4 do Acordo de Paris, emerge como instrumento essencial para atrair investimento privado e direcioná-lo de forma custo-efetiva para a adaptação e a mitigação. Avanços neste mercado são pré-condições para que setores tropicais, como solos, agropecuária e bioenergia, gerem cooperação com integridade ambiental. Ao precificar as reduções de emissões, o Artigo 6 permite que países e empresas invistam em ações de baixo carbono de forma custo-efetiva. O Brasil, com seu potencial em setores como bioenergia e agricultura, está em uma posição privilegiada para se beneficiar desses mecanismos.

Na experiência brasileira, conforme as diretrizes estabelecidas nas políticas públicas vinculadas à agricultura, as prioridades são:

- 1. Crédito Acessível:** fortalecimento de linhas de crédito rural, como o Plano Safra e o Programa ABC+, para financiar práticas de baixo carbono, incluindo Integração Lavoura–Pecuária–Floresta (ILPF), agricultura de precisão e recuperação de pastagens degradadas.
- 2. Seguros Rurais:** ampliação da cobertura de seguros paramétricos e climáticos, protegendo pequenos e médios produtores contra perdas por eventos extremos e garantindo a continuidade produtiva.
- 3. Pagamento por Serviços Ambientais (PSA):** implementação e fortalecimento de instrumentos previstos na Lei nº 14.119/2021 e regulamentados pelo Decreto nº 11.075/2022 (SINARE), remunerando produtores rurais por conservação, manejo sustentável e manutenção da biodiversidade.
- 4. Rastreabilidade e MRV:** investimento em sistemas de Mensuração, Relato e Verificação (MRV) e rastreabilidade de produtos agroambientais, assegurando segurança jurídica e integridade climática aos fluxos financeiros.
- 5. “Tropicalização” de Métricas:** A dinâmica de carbono nos solos e áreas tropicais, especialmente mediante as práticas agrícolas utilizadas possuem particularidades que precisam ser consideradas nas metodologias de quantificação e verificação de carbono. A importação de modelos desenvolvidos para regiões de clima temperado, sem uma devida adaptação pode comprometer a comparabilidade internacional e a credibilidade científica dos créditos nacionais o que limita sua aplicação direta aos sistemas tropicais brasileiros. É, portanto, imprescindível desenvolver metodologias baseadas em ciência tropical, incorporando fatores regionais como tipo de solo e vegetação, sazonalidade hídrica, dinâmica de biomassa e emissões biogênicas específicas. Essa tropicalização assegura robustez metodológica, previsibilidade para produtores e confiança de investidores.

Essas ações constituem a base para destravar o financiamento de baixo custo e garantir que o capital climático chegue à ponta, especialmente aos pequenos produtores e cooperativas. A consistência e a previsibilidade das políticas públicas são o alicerce da confiança dos produtores e investidores. O Plano ABC+ 2020–2030 e o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) fornecem a base normativa e técnica para uma agropecuária sustentável no Brasil. A plena implementação dessas políticas garante segurança jurídica, rastreabilidade e reconhecimento internacional dos esforços de adaptação e mitigação brasileiros.



TRANSIÇÃO JUSTA PARA MERCADOS FUNCIONAIS E COOPERATIVOS

A Transição Justa consolidou-se como o pilar que garante que a descarbonização global avance sem deixar pessoas, regiões ou setores para trás. Para a COP30, a relevância desse princípio é central: traduzir metas climáticas em prosperidade compartilhada, assegurando que a transformação produtiva seja também social.

O modelo cooperativista emerge como a estrutura socioeconômica mais coerente com os princípios da Transição Justa e com a própria identidade brasileira. Inspirado no espírito de “mutirão”, destacado nas Cartas da Presidência da COP30, o cooperativismo representa o que o Brasil tem de mais próximo de um sistema de governança social em rede: horizontal, solidário e orientado à criação coletiva de valor.

As cooperativas agrícolas brasileiras são atores centrais desta transição. Com mais de um milhão de produtores associados, elas têm capacidade singular de difundir tecnologias sustentáveis entre pequenos e médios produtores, que enfrentam maiores barreiras de acesso a crédito e inovação. Por sua capilaridade e estrutura organizacional, as cooperativas atuam como vetores de inclusão produtiva, geração de renda e disseminação de conhecimento climático, tornando a agenda de baixo carbono socialmente escalável e territorialmente justa.

AÇÕES PROPOSITIVAS

O cooperativismo é, em sua natureza, um vetor de inclusão econômica, distribuição equitativa de renda e democratização do acesso à inovação. Enquanto outros modelos econômicos priorizam o retorno ao capital, o cooperativismo prioriza o retorno à comunidade, promovendo equilíbrio entre eficiência produtiva e justiça social.

Esse caráter estrutural o torna um instrumento operativo da Transição Justa: uma rede organizada de produtores, empreendedores e trabalhadores que compartilham benefícios, dividem riscos e transformam a ação climática em valor real no território.

A dimensão e abrangência do cooperativismo brasileiro é uma força econômica e de impacto social em escala nacional. Para o Brasil, com mais de 4.500 cooperativas ativas e cerca de 23,5 milhões de cooperados, sendo 1,2 mil apenas no setor agropecuário, o cooperativismo é o alicerce mais tangível para implementar políticas climáticas com capilaridade, governança local e legitimidade social. Os mais de 1 milhão de produtores rurais organizados em cooperativas que respondem por parcela expressiva do PIB do agronegócio e das exportações de alimentos, além de gerar mais de 550 mil empregos diretos, sem contar os milhões de vínculos indiretos no campo e na indústria.

Essa estrutura já constitui uma rede socioeconômica apta a operacionalizar metas de adaptação e mitigação no território, canalizando recursos, tecnologias e conhecimento diretamente aos produtores que implementam a ação climática no chão da fazenda.

A coerência entre o cooperativismo e a agenda climática decorre de seus sete princípios fundadores: adesão voluntária, gestão democrática, participação econômica dos membros, autonomia, educação, intercooperação e compromisso com a comunidade.

Esses princípios se alinham diretamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e aos fundamentos da Transição Justa da OIT, que preveem que a transformação econômica deve ser inclusiva, participativa e baseada em trabalho digno.

Ao colocar as pessoas no centro das decisões e priorizar o reinvestimento local, o modelo cooperativo garante que os ganhos da transição, financeiros, tecnológicos e ambientais, sejam distribuídos de forma equitativa, beneficiando os pequenos e médios produtores.

Na COP30, essa experiência brasileira deve ser apresentada como um modelo exportável de ação climática integrada, no qual a cooperação e o conhecimento local se traduzem em prosperidade e estabilidade global.

Para que a agricultura tropical e o cooperativismo cumpram seu papel na transição justa, é necessário reconhecer o seu papel estratégico articulando pilares políticos, financeiros e técnicos capazes de traduzir a ambição climática em ação concreta no território. A agricultura sustentável e cooperativa é um componente essencial da solução climática global. Esse reconhecimento implica integrá-la transversalmente nas decisões. Esse reposicionamento estratégico é coerente com o *Sharm el-Sheikh Joint Work on Agriculture and Food Security* (SJWA) e com a visão da Presidência da COP30 de transformar o “mutirão global” em um movimento efetivo de implementação.

O fortalecimento do modelo cooperativista na Governança Climática é fundamental para refletir a diversidade dos atores que a implementam. As cooperativas agropecuárias representam o elo direto entre política climática e realidade produtiva dos agricultores. A COP30 deve reconhecer o cooperativismo como instrumento institucional de

implementação da Transição Justa, promovendo sua integração em comitês, plataformas e mecanismos da UNFCCC e fortalecendo sua atuação nos espaços nacionais de decisão. Esse fortalecimento garante governança de base, transparência participativa e capilaridade social, transformando a ação climática em política de desenvolvimento.

A transição justa deve, ainda, equilibrar inovação tecnológica e saberes tradicionais. A agenda cooperativista propõe integrar pesquisa científica, inovação empresarial e conhecimento local para impulsionar a bioeconomia tropical, gerando valor agregado e inclusão.

Essas propostas estruturam uma agenda de implementação realista e mensurável, que traduz o discurso da Transição Justa em mecanismos operacionais de impacto.

O cooperativismo brasileiro, com sua capilaridade, legitimidade e governança própria, demonstra que a ação climática efetiva nasce da cooperação. É um modelo em que a solidariedade e a eficiência produtiva convergem para um mesmo propósito: regenerar o planeta e fortalecer as pessoas.



EIXOS PROPOSITIVOS: AGRICULTURA E AÇÃO CLIMÁTICA

O **Fórum Brasileiro de Agricultura Tropical** consolida e apresenta propostas estratégicas de atores centrais da economia e da sociedade brasileira. As análises e recomendações aqui reunidas refletem visões multissetoriais que, em conjunto, formam um roteiro pragmático e ambicioso para que o Brasil lidere pelo exemplo na COP30.

O Fórum reúne uma ampla diversidade de atores, e traduz em uma única voz, o que o Brasil oferece ao mundo: **um modelo de desenvolvimento que concilia produtividade, conservação e inclusão social**, sustentado por evidências científicas. Esse modelo, construído ao longo de cinco décadas de inovação tropical, prova que é possível produzir mais com menos emissões, restaurar ecossistemas degradados e gerar prosperidade em equilíbrio com o clima.

A agricultura tropical se apresenta como ponto de convergência entre **segurança alimentar, transição energética e estabilidade climática** desempenhando papel essencial na equação global de adaptação e mitigação às mudanças climáticas. Ela alimenta populações, fornece matéria-prima para energias limpas e protege solos e florestas que regulam serviços ecossistêmicos e preservam a biodiversidade, com impactos diretos sobre o desenvolvimento sustentável de países em desenvolvimento.

Ao reconhecer essa interdependência, o Brasil convida a comunidade internacional a olhar sob nova perspectiva a agricultura dos trópicos, cinturão essencial para garantir desenvolvimento sustentável para um planeta com população crescente. A experiência apresentada é aplicável a múltiplas realidades tropicais além da brasileira, e poderá representar um avanço histórico para a transformação da agricultura e dos sistemas alimentares.



Neste contexto, propõe-se os seguintes **eixos estratégicos**:

1. **Reposicionamento político-diplomático:**

- Reconhecer a importância estratégica da agricultura tropical como pilar das soluções climáticas, alimentares e energéticas globais no contexto das ações de adaptação, mitigação e cobenefícios, com destaque para a necessidade de aprofundar o conhecimento científico sobre os riscos climáticos a que ela está exposta e de garantir financiamento climático de várias fontes para impulsionar as ações climáticas de agricultura e segurança alimentar.
- Superar a visão fragmentada que separa agricultura, floresta e clima, para uma abordagem integrada do uso da terra, que articule conservação e restauração da vegetação nativa, sistemas alimentares, energia renovável e bioeconomia, com benefícios em mitigação e adaptação.
- Incluir a agricultura nos mecanismos de perdas e danos, reconhecendo-a como uma das atividades mais impactadas por eventos climáticos extremos, como secas, enchentes, geadas, ondas de calor etc., que comprometem produção, renda e segurança alimentar.

2. **Adaptação e Resiliência como elementos direcionadores**

- Consolidar a agenda de adaptação como eixo prioritário da contribuição da agricultura tropical, associada à mitigação como cobenefício da adoção de práticas sustentáveis, incorporando elementos de inovação tecnológica tropical, sistemas agrícolas diversificados, solos saudáveis e ecossistema íntegro, além de modelos com claros benefícios econômicos e sociais.
- Adaptar a agropecuária aos efeitos das mudanças do clima significa construir novos modelos de produção, que agreguem a regeneração de áreas degradadas e inove na relação com a natureza, promovendo resiliência. A verdadeira adaptação precisa ser abrangente: da genética ao solo, da biodiversidade à gestão da paisagem, integrando conhecimento técnico, saberes locais e políticas públicas eficazes.



3. Centralidade da ciência, tecnologia e inovação

- Adotar modelos produtivos baseados em ciência e inovação, com foco em práticas regenerativas, uso eficiente da terra e dos recursos hídricos, recuperação de áreas degradadas e planejamento territorial integrado. Os trópicos estão entre as regiões mais vulneráveis aos riscos climáticos, enfrentando problemas estruturais como solos de baixa fertilidade, alta incidência de pragas e doenças, infraestrutura limitada de irrigação, compactação de solos frágeis, perda de biodiversidade e crescente pressão sobre o uso da terra e da água. A cooperação internacional é fator fundamental para alavancar o desenvolvimento.
- Desenvolver tecnologias para a transição da agricultura e sistemas alimentares adaptados, resilientes e de baixa emissão de carbono requer investimentos contínuos em pesquisa científica, extensão rural e políticas públicas articuladas. A diversidade de experiências nas regiões tropicais demonstra que não existe um modelo único de produção agrícola.
- Promover modelos tropicais resilientes e sustentáveis é uma estratégia fundamental para enfrentar, de forma integrada, os desafios impostos pelas mudanças climáticas, ao mesmo tempo em que se assegura a segurança alimentar e energética. Essa abordagem reforça a importância de políticas agrícolas robustas e adaptadas às especificidades regionais, capazes de mitigar os impactos climáticos, aumentar a eficiência produtiva e consolidar sistemas agrícolas resilientes e ambientalmente responsáveis.
- Fomentar o investimento em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação para o avanço da agricultura de baixo carbono, da bioeconomia e das tecnologias de adaptação e mitigação, especialmente em parcerias público-privadas e redes de cooperação nacional e internacional, é determinante para consolidar uma transição da agricultura que promova resiliência, segurança alimentar e redução de emissões dos sistemas alimentares.



4. Avanço nos compromissos financeiros climáticos para a agricultura sustentável integrada à preservação de vegetação nativa

- Incluir a agricultura nos mecanismos de financiamento climático pós-2025, com vinculação explícita de parte do NCQG ao suporte direto à transição agrícola de baixo carbono, resiliente e regenerativa.
- Propor um *roadmap* global de financiamento para a transição agrícola de baixo carbono, sustentável e resiliente, com foco em inovação tropical, adaptação, bioenergia, sistemas alimentares e bioeconomia.
- Fomentar instrumentos financeiros inovadores como pagamento por serviços ambientais agrícolas, precificação de carbono associada à produção agropecuária, compensação financeira por desmatamento evitado e regeneração de pastagens degradadas, *blended finance* e fundos climáticos agrícolas dedicados, reconhecimento comercial das externalidades positivas da agricultura tropical nos mercados internacionais, articulando essas iniciativas à Iniciativas já em curso para financiamento climático da agricultura, como a *Food and Agriculture for Sustainable Transformation (FAST) Partnership*, entre outras.
- Ampliar mecanismos financeiros de apoio às florestas nativas produtivas e sistemas agroflorestais, incluindo mecanismos de REDD+ e o fundo TFFF.
- Fortalecer o papel estratégico das florestas como solução climática. A mudança do uso da terra, principal fonte das emissões nacionais, concentra também o maior potencial de mitigação do país. Deve incluir combate rigoroso ao desmatamento e às emissões associadas; restauração ecológica e produtiva em larga escala; e, fomento a uma bioeconomia de base florestal, que valorize a floresta em pé e a biodiversidade como ativos econômicos

5. Direcionando o Financiamento para Setores-Chave e Necessidades Críticas

- Direcionar recursos aos setores de maior vulnerabilidade garantindo que cada recurso investido gere múltiplos benefícios: redução de emissões, aumento da resiliência, segurança alimentar e justiça climática. A mobilização de recursos só será eficaz se orientada por **priorização**. A CMA.6 (Baku, 2024) recomenda que o financiamento climático seja alinhado aos planos nacionais de transição justa, segurança alimentar e adaptação. Essa convergência é condição essencial para transformar a COP30 em um marco de implementação efetiva, que consolide a agricultura, a bioeconomia e os sistemas naturais como motores estruturantes da nova economia climática global.

6. Integração das agendas de segurança alimentar e energética

- Reforçar o papel da agricultura tropical como base da segurança alimentar e energética para o mundo, sobretudo em tempos de crises geopolíticas e climáticas crescentes. Esse modelo de sinergia agroenergética é hoje considerado crítico para a transição energética global, por demonstrar que é possível produzir alimentos, gerar energia renovável e reduzir emissões simultaneamente.
- Reconhecer que qualquer transição global sustentável depende de sistemas alimentares eficientes, adaptados, tecnologicamente avançados e integrados com a produção de energia renovável, consolidando a visão de segurança alimentar e energética como eixo estruturante da agenda climática global.

7. Coexistência de modelos produtivos sustentáveis diversos nos contextos específicos

- Reconhecer a coexistência legítima e necessária de diferentes modelos produtivos, valorizando suas contribuições específicas para a adaptação, mitigação, segurança alimentar, energética e inclusão social - como reafirmado pela Declaração Ministerial de Agricultura do G20 (2024) e pelas diretrizes do *Sharm el Sheikh Joint Work on Agriculture*.
- Promover políticas que valorizem e atendam as necessidades dos diferentes modelos e escalas de agricultura, de forma complementar, para a construção de sistemas agrícolas resilientes e sustentáveis de acordo com as circunstâncias locais, adotando a abordagem integrada da paisagem como elemento de conexão relevante.

8. Bio-revolução na agricultura

- Consolidar a geração e uso de soluções biológicas na agricultura. O Brasil é hoje o maior produtor e consumidor global de biofertilizantes, inoculantes e defensivos biológicos, resultado direto de décadas de investimento em pesquisa aplicada, ciência tropical e inovação cooperativa. Essa transformação tem impactos climáticos diretos e mensuráveis. A substituição de fertilizantes nitrogenados de origem fóssil por soluções biológicas reduz drasticamente as emissões de óxido nitroso (N_2O), gás com potencial de aquecimento global quase 300 vezes superior ao CO_2 . A adoção massiva da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), já cobre quase 100% da soja brasileira e está se expandindo rapidamente para milho, algodão e cana-de-açúcar. Estima-se que essa substituição evite a emissão de dezenas de milhões de toneladas de CO_2 equivalente por ano, ao mesmo tempo em que melhora a saúde e a estrutura do solo.



AGRICULTURA TROPICAL SUSTENTÁVEL

**Cultivando soluções para alimentos,
energia e clima**

Ao integrar produtividade, inclusão social e ação climática, a agricultura tropical consolida-se como pilar da estabilidade global, garantindo alimento saudável e acessível, energia renovável e resiliência diante das mudanças do clima. Adaptar a agropecuária a esse novo contexto vai além de resistir a eventos extremos, é transformar a produção, regenerar territórios e renovar a relação com a natureza. Essa transição exige a integração entre ciência, saberes locais e políticas públicas, do solo à paisagem, da genética à biodiversidade.

A ciência agropecuária brasileira está na vanguarda dessa transformação, impulsionando uma nova economia rural, inovadora, inclusiva e de baixo carbono. Ao desenvolver soluções que reduzem emissões, fortalecem a resiliência e asseguram a segurança alimentar, o Brasil reafirma, na COP30, seu compromisso de liderar a transição para uma agricultura tropical sustentável, capaz de alimentar o mundo e proteger o planeta.

O **Fórum Brasileiro de Agricultura Tropical** reforça esse propósito ao reposicionar, no cenário político e diplomático internacional, os sistemas agrícolas como parte essencial das soluções climáticas. O Fórum reafirma a centralidade da adaptação, defende o acesso ampliado ao financiamento climático, promove a coexistência de modelos produtivos e integra as dimensões alimentar, energética e climática às metas globais de desenvolvimento sustentável.

As recomendações apresentadas neste documento orientam o fortalecimento da cooperação internacional, o aprimoramento de mecanismos de financiamento e a consolidação de políticas públicas que integrem agricultura e sistemas alimentares às estratégias globais de adaptação e mitigação. Assim, o Brasil consolida seu protagonismo e demonstra que ciência, inovação, políticas públicas e cooperação internacional podem, juntas, gerar soluções de alcance global com raízes locais, soluções que alimentam, geram energia, promovem igualdade social e sustentam o futuro do planeta.

REFERÊNCIAS

TRAJETÓRIA E EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA TROPICAL

- PASCHOAL, C. História da agricultura: cinco séculos de agricultura no Brasil. [S.l.]: [s.n.], 2024.
- MAZOYER, M.; ROUDART, L. História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea. São Paulo: Editora UNESP, 2006.
- VIEIRA FILHO, J. E. R. O desenvolvimento da agricultura do Brasil e o papel da Embrapa. Brasília, DF: Ipea, 2022.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Principais marcos históricos dos 160 anos do MAPA. Brasília, DF: MAPA, 2020.
- GILIO, L. et al. Diagnóstico e reposicionamento político-estratégico da agricultura tropical. In: Inper Agro Global. Working Paper, São Paulo, set. 2025. Disponível em: <https://agro.insper.edu.br/storage/papers/October2025/Diagnostico%20e%20reposicionamento.pdf> e <https://agro.insper.edu.br/storage/papers/October2025/Diagnosiss%20and%20repositioning.pdf>
- RAMALHO, M.A.P., MARQUES, T.L. and LEMOS, R.C.. Plant breeding in Brazil: Retrospective of the past 50 years, Crop Breed. Appl. Biotechnol. 21 (spe), May-Jun 2021. <https://doi.org/10.1590/1984-70332021v21Sa16>
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília, DF: Conab, 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatório Anual 2025. São Paulo: ABPA, 2025.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Agrícola e Pecuário 2002/2003. Brasília, DF: MAPA, 2002. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/plano-agricola-pecuario/plano-agricola-e-pecuario-2002-2003.pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- FAESC – Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Santa Catarina. Programa de Apoio à Agricultura Irrigada – Proirriga. 2003. Disponível em: <https://sistemafaesc.com.br/storage/ou-tros/02.pdf>. Acesso em: 3 out. 2025.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. Resolução nº 4.488, de 29 de julho de 2016. Altera normas do crédito rural no âmbito do Moderinfra. Disponível em: https://normativos.bcb.gov.br/Lists/Normativos/Attachments/50200/Res_4488_v1_O.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Agrícola e Pecuário 2010/2011. Brasília, DF: MAPA, 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/plano-agricola-pecuario/plano-agricola-e-pecuario-2010-2011.pdf>. Acesso em: 3 out. 2025
- BNDES. Proirriga – Programa de Financiamento para Agricultura Irrigada e Cultivos Protegidos. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/proirriga>. Acesso em: 3 out. 2025
- IPEA. VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. O desenvolvimento da agricultura do Brasil e o papel da Embrapa. Rio de Janeiro: Ipea, 2022. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11100/1/td_2748.pdf. Acesso em: 3 out. 2025.
- EMBRAPA. Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- EMATER. Sistema Plantio Direto: 50 anos no Brasil. [S.l.]: EMATER, 2024.
- CROPLIFE BRASIL. Caminhos Agro: Tecnologias que transformam o campo. São Paulo: CropLife Brasil, 2024.
- SAKUDA.; L.O.; FAVARIN, A. M.; JÁBALI, P. P. C. (Orgs.). Radar Agtech Brasil 2024: Mapeamento de Startups, Ambientes de Inovação e Investidores do Ecossistema Agro Brasileiro. Brasília e São Paulo: Embrapa, SP Ventures e Homo Ludens, 2025. p. 3-26.
- EMBRAPA. Bioinsumos e PD&I no agro: notas técnicas. Brasília, DF: Embrapa, 2025.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. PIB do agronegócio 2024. Brasília, DF: CNA, 2024.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Quinto relatório nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica. Brasília, DF: MMA, 2020.
- RODRIGUES, L. et al. Dinâmicas de demanda e oferta de energia pelo agronegócio. Observatório de Conhecimento e Inovação em Bioeconomia, Fundação Getúlio Vargas - FGV, São Paulo, SP, Brasil. <https://agro.fgv.br/observatorio-de-bioeconomia/publicacoes>, 2025.
- MME. Ministério de Minas e Energia. Renovabio. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio>.
- GUIDOLINI, J.F. Agricultura familiar brasileira segundo o Censo de 2017, Portal Agroanalysis, Fundação Getúlio Vargas - FGV, São Paulo, SP, Brasil. <https://agro.fgv.br/noticia/agricultura-familiar-brasileira-segundo-o-censo-de-2017>.

AGRICULTURA TROPICAL COMO PARTE DA SOLUÇÃO PARA OS DESAFIOS MUNDIAIS MODERNOS DO AGRONEGÓCIO

1. DEFRIES, R.; ROSENZWEIG, C. Toward a whole-landscape approach for sustainable land use in the tropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 107, n. 46, p. 19627–19632, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1011163107>.
2. GILIO, L. et al. Diagnóstico e reposicionamento político-estratégico da agricultura tropical. *Inspere Agro Global. Working Paper*, São Paulo, set. 2025. Disponível em: <https://agro.insper.edu.br/storage/papers/October2025/Diagnostico%20e%20reposicionamento.pdf> e <https://agro.insper.edu.br/storage/papers/October2025/Diagnosis%20and%20repositioning.pdf>
3. WORLD BANK. Arable land (hectares). *DataBank: Metadata Glossary*. Disponível em: <https://databank.worldbank.org/metadaglossary/worlddevelopmentindicators/series/AG.LND.ARBL.HA>. Acesso em: 1 ago. 2025
4. Karri V, Nalluri N. Enhancing resilience to climate change through prospective strategies for climate-resilient agriculture to improve crop yield and food security. *Plant Science* Disponível em: <https://doi.org/10.14719/pst.2140>. Acesso em: 10 out. 2025.
5. MCKINSEY & COMPANY. *Global Farmer Insights 2024*. Nova Iorque: McKinsey, 2024.
6. MORANDI, M. A. B.; PACKER, A.P.C. et al. *Agricultura, Meio Ambiente e Clima: A busca pela sustentabilidade*, EMBRAPA, Brasília, 2024.
7. LIMA, R. C. A.; HARFUCH, L.; PALAURO, G. R. Plano ABC: evidências do período 2010-2020 e propostas para uma nova fase 2021-2030. *Agroicone*, 2021. 144 p. Disponível em: <https://www.agroicone.com.br/wpcontent/uploads/2020/10/Agroicone-Estudo-Plano-ABC-2020.pdf>. Acesso em: 10 out. 2025.
8. FAO. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2025*. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/items/ea9cebff-306c-49b7-8865-2aef3bfd25e2>. Acesso em: 12 out.2025.
9. IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge University Press, 2001. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar3/wg1/>. Acesso em: 13 out. 2025.
10. REVISTA FAPESP. *Plantio direto e sequestro de carbono no solo*. São Paulo: FAPESP, 2025.
11. FEDERAÇÃO BRASILEIRA DO PLANTIO DIRETO NA PALHA (FEBRAPDP). *Área sob sistema plantio direto no Brasil*. Londrina: FEBRAPDP, 2024. Disponível em: <https://febrapdp.org.br/>. Acesso em: 13 out. 2025.
12. PASCHOAL, F. C. *Sistemas integrados de produção agropecuária: desempenho e sustentabilidade*. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, 2024.
13. MAIA, S.M.F. ; MEDEIROS, A.S. et al. Potential of no-till agriculture as a nature-based solution for climate-change mitigation in Brazil. *Soil & Tillage Research* 220 (2022) 105368.
14. *Soluções Climáticas da Agropecuária a Caminho da COP30*. Brasília: Ministério da Agricultura e Pecuária, 2024.
15. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). *Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada*. Brasília: ANA, 2021a.
16. EMBRAPA. *Potencial de irrigação no Brasil*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2024a.
17. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021*. Brasília: ANA, 2021b.
18. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). *Water for Sustainable Food and Agriculture*. Roma: FAO, 2017. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i7959e/i7959e.pdf>. Acesso em: 03 out. 2025.
19. EMBRAPA. *Manejo de irrigação com sensores de umidade*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2024b.
20. EMBRAPA. *Tecnologias de irrigação*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2009.
21. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). *Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil*. Brasília: ANA, 2023.
22. EMBRAPA. *Sistema SWAMP de irrigação inteligente*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2019.
23. EMBRAPA. *Sensor IGstat para irrigação de precisão*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2024c.
24. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). *Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura: Plano ABC+*. Brasília: MAPA, 2021.
25. BRASIL. *Relatório Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa 2025*. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2025.
26. NOVAES, R. M. L.; TUBIELLO, F. N.; GAROFALO, D. F. T.; DE SANTIS, G.; PAZIANOTTO, R. A. A.; MATSUURA, M. I. da S. F. Brazil's agricultural land, cropping frequency and second crop area: FAOSTAT statistics and new estimates. *Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente*, 2022. PDF (25 p.) : il. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Environment, 1516-4675 ;93). Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1140492/brazils-agricultural-land-cropping-frequency-and-second-crop-area-faostat-statistics-and-new-estimates>

REFERÊNCIAS

27. IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Desmatamento no Brasil caiu 32,4% em 2024. Brasília: IBAMA, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/noticias/2025/desmatamento-no-brasil-caiu-32-4-em-2024>. Acesso em: 13 out. 2025
28. MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. Agricultura de Precisão. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
29. EMBRAPA. Cultivares de soja e feijão tolerantes ao déficit hídrico. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2023.
30. CARVALHO, P. C. F. et al. Definições e terminologia para sistema integrado de produção agropecuária. Revista Ciência Agronômica, v. 50, n. 5 (especial), p. 638-646, 2019.
31. CARVALHO, J. L. N. et al. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon. Soil and Tillage Research, v. 103, n. 2, p. 342–349, 2010.
32. GRANJA, C. L. et al. Carbon sequestration potential in integrated crop-livestock systems: a Brazilian case study. Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 350, 108456, 2025.
33. FREITAS, L. et al. Soil organic carbon accumulation in Brazilian integrated crop-livestock-forestry systems. Soil Use and Management, v. 36, n. 3, p. 411–420, 2020.
34. TORRES, J. L. R. et al. Carbon sequestration in Brazilian soils under no-tillage and crop-livestock integration. Semina: Ciências Agrárias, v. 35, n. 5, p. 2461–2474, 2014.
35. INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). Relatório Anual 2023. São Paulo: IBÁ, 2023.
36. INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). Relatório Anual 2024. São Paulo: IBÁ, 2024.
37. EMBRAPA FLORESTAS. Carbono em florestas plantadas. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2023.
38. MAIS FLORESTA. Empregos no setor de florestas plantadas. Brasília: Movimento Mais Floresta, 2024.
39. ABAG. Redução de emissões na agropecuária brasileira. Associação Brasileira do Agronegócio, 2024.
40. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Programa Nacional de Conversão de Pastagens Degradadas. Brasília: MAPA, 2023.
41. BERNDT, A.; TOMKINS, N. W.; POGGIONE, M. et al. Strategies to reduce enteric methane emissions in cattle. Animal Production Science, v. 53, n. 3, p. 199-206, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1071/AN12279>
42. CARDOSO, A. S.; BERNDT, A.; LA SCALA Jr., N. et al. Greenhouse gas emissions from manure management practices and mitigation options for beef cattle production systems. Journal of Cleaner Production, v. 133, p. 126-133, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.054>.
43. PETERSON, C. A.; DE SOUZA, D. M.; CERRI, C. C. et al. Intensification of beef production in Brazil and its effects on greenhouse gas emissions and land use. Environmental Research Letters, v. 15, 104002, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aba8da>
44. GARRETT, R. D.; LAMBIN, E. F.; NAYLOR, R. L. The new economic geography of land use change: supply-chain configurations and land-use transitions. Environmental Research Letters, v. 12, n. 12, 125002, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa89ed>
45. INTEGRA. Terminação intensiva: ganhos e eficiência na pecuária de corte. Londrina: Inttegra, 2024.
46. SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (SEEG). Emissões da agropecuária brasileira. Observatório do Clima, 2024.
47. EMBRAPA. Emissões de metano na pecuária. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2024a.
48. GAZETA DO POVO. Agropecuária lidera produção de biogás no Brasil. Curitiba: Gazeta do Povo, 2022.
49. CIBIOGÁS. Mapeamento do biogás e biometano no Brasil. Centro Internacional de Energias Renováveis – Biogás, 2024.
50. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Tratamento de dejetos animais no Brasil 2010-2019. Brasília: MAPA, 2019.
51. EMBRAPA. Biodigestores para tratamento de dejetos animais. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2024b.
52. ABIOGÁS. Potencial de geração de biogás no Brasil. Associação Brasileira de Biogás, 2023a.
53. ABIOGÁS. Panorama do biogás no Brasil. Associação Brasileira de Biogás, 2023b.
54. EPAGRI. Biodigestores na agricultura familiar. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, 2020.
55. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Balanço Energético Nacional 2024. Brasília: EPE, 2024.
56. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Matriz Energética Brasileira 2025. Brasília: EPE, 2025.
57. FGV BIOECONOMIA. Bioenergia na matriz energética brasileira. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2024.
58. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Dados do RenovaBio. Brasília: ANP, 2025.
59. EMBRAPA. RenovaBio e descarbonização do setor de transportes. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2025.
60. CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO PARANÁ (CREA-PR). Impactos econômicos da fixação biológica de nitrogênio. Curitiba: CREA-PR, 2025.

- 61.** EMBRAPA. Bioinsumos na agricultura brasileira. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2024.
- 62.** MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Programa Nacional de Bioinsumos. Brasília: MAPA, 2020.
- 63.** SANTOS, J. D.; BRAUN, M. B. S.; SANTOYO, A. H. A relação entre o crédito rural e as práticas de sustentabilidade na agricultura em municípios do Oeste do Paraná. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v. 20, n. 61, p. 292–292, 2024.
- 64.** SANTOS, J. D.; BRAUN, M. B. S.; SANTOYO, A. H. A relação entre o crédito rural e as práticas de sustentabilidade na agricultura em municípios do Oeste do Paraná. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v. 20, n. 61, p. 292–292, 2024.
- 65.** NOGUEIRA, A. C. N. et al. Impacto do crédito rural no desenvolvimento da agricultura brasileira. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 16, n. 3, p. 1–16, 2023.
- 66.** PEROSA, B. Agricultura de baixo carbono no Brasil. *Revista LABORE*, v. 18, 2024.
- 67.** MARTINS, S. C. et al. Inverting the carbon footprint in Brazilian agriculture: An estimate of the effects of the ABC Plan. 2018. DOI: <https://doi.org/10.4322/2359-6643.07106>
- 68.** COSTA, L. R. Crédito rural sustentável: uma análise da proposta do Banco Central sob a ótica da análise econômica do direito. *Aracê. Direitos Humanos em Revista*, v. 7, n. 3, p. 15348–15375, 2025.
- 69.** GRISE, M. M. et al. Transferência de tecnologia em sistemas agrícolas no MATOPIBA e os ODS: contribuições para a política de agricultura de baixo carbono. *Capim Dourado*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.20873/v6/tt>
- 70.** FIPE; SISTEMA OCB. Impactos do Cooperativismo de Crédito no Brasil. São Paulo: Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas – FIPE; Organização das Cooperativas Brasileiras – OCB, 2024.
- 71.** SISTEMA OCB. Nota Técnica – Propostas do Cooperativismo Agrícola para a COP30. Brasília: Organização das Cooperativas Brasileiras – OCB, 2024. Disponível em: <https://somoscooperativismo.coop.br/arquivos/publicacoes/manifesto-coop-cop30-web.pdf>. Acesso em: 13 out. 2025.
- 72.** HARFUCH, L. et al. Recuperação de pastagens degradadas no Brasil: desafios e oportunidades. São Paulo: Agroicone, 2024.
- 73.** BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Potencial de conversão de pastagens degradadas. Brasília: MAPA, 2024.
- 74.** CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Inclusão produtiva e sustentabilidade na pecuária brasileira. Rio de Janeiro: CEBDS, 2024.
- 75.** EMBRAPA GADO DE CORTE. Carne Carbono Neutro: conceito, metodologia e resultados. Campo Grande: Embrapa, 2023.
- 76.** REVISTA FAPESP. Plantio direto e sequestro de carbono no solo. São Paulo: FAPESP, 2025.
- 77.** HARFUCH, L., LIMA, R. C. A., & LOBO, G. D. (2024). Challenges to fostering low-carbon agriculture through public policies and support in Brazil. *International Institute for Sustainable Development*. <https://www.iisd.org/articles/policy-analysis/low-carbon-agriculture-brazil>
- 78.** RATTIS, L., BRANDO, P.M., MACEDO, M.N., SPERA, S.A., CASTANHO, A.D.A., MARQUES, E.Q., COSTA, N.Q., SILVERIO, D. V., COE, M.T., 2021. Climatic limit for agriculture in Brazil. *Nat. Clim. Chang.* <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01214-3>
- 79.** RATTIS, L., REBELATTO, B., et al. (2025) Science, technology, and innovation-based adaptation in agriculture: integrating the UNFCCC agenda, the Brazilian Adaptation Plan, and the ABC+ Plan, Fundação Dom Cabral.

AGRICULTURA E SISTEMAS ALIMENTARES

1. FAO, International Fund for Agricultural Development (IFAD), United Nations Children's Fund (UNICEF), World Food Programme & World Health Organization (WHO). 2024. The State of Food Security and Nutrition in the World 2024 – Financing to end hunger, food insecurity and malnutrition in all its forms. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd1254en>
2. UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). Climate technologies for agrifood systems transformation, 2024. Disponível em: https://unfccc.int/ttclear/misc/StaticFiles/gnwoerk_static/TEC_WEF/4ba082ff54714373ae717ca-999b44ef3/a04e2613d1ff4e00908adea0848ef244.pdf. Acesso em: 25 set. 2025.
3. WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). State of the Global Climate 2023. Geneva: WMO, 2024. Disponível em: <https://library.wmo.int/idurl/4/68835>. Acesso em: 12 set. 2025.
4. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Advancing climate action on agriculture and food security: Progress on agriculture-related climate change negotiations and the Sharm el-Sheikh Joint Work (SJWA) from COP27 onwards. Rome: FAO, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cd2084en>. Acesso em: 12 set. 2025.
5. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009157926>.
6. MUNHOZ, L. G. S. Integração da Segurança Alimentar e Energética na Agenda Climática Global. Observatório de Conhecimento e Inovação em Bioeconomia, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, SP.

REFERÊNCIAS

7. BRASIL. RenovaBio: Política Nacional de Biocombustíveis. Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/mme>. Acesso em: 14 set. 2025.
8. NOVAES, R. M. L.; TUBIELLO, F. N.; GAROFALO, D. F. T.; DE SANTIS, G.; PAZIANOTTO, R. A. A.; MATSUURA, M. I. da S. F. Brazil's agricultural land, cropping frequency and second crop area: FAOSTAT statistics and new estimates. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2022. PDF (25 p.) : il. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Environment, 1516-4675 ;93). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1140492/brazils-agricultural-land-cropping-frequency-and-second-crop-area-faostat-statistics-and-new-estimates>
9. BRASIL. Plano ABC+: Plano Setorial para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura>. Acesso em: 14 set. 2025.
10. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). The State of Food and Agriculture 2019: Moving forward on food loss and waste reduction. Rome: FAO, 2019. DOI: <https://doi.org/10.4060/ca6030en>.
11. EUROPEAN UNION. Regulation (EU) 2023/1115 of the European Parliament and of the Council of 31 May 2023 on the making available on the Union market as well as export from the Union of certain commodities and products associated with deforestation and forest degradation. Official Journal of the European Union, L150, 2023.
12. MUNHOZ, L. G. S. New Environmental Restrictions and Its Impacts in International Trade: Evolution of Environmental Principles as Sources of International Law. *European Environmental Law Review*, v. 33, p. 123, 2024.
13. UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). Koronivia Joint Work on Agriculture (KJWA). Disponível em: <https://unfccc.int/topics/land-use/workstreams/agriculture/KJWA>. Acesso em: 24 set. 2025.
14. UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). Decision 3/CP.27: Sharm el-Sheikh Joint Work on implementation of climate action on agriculture and food security. Sharm el-Sheikh: UNFCCC, 2022. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cp2022_10a01_E.pdf. Acesso em: 12 set. 2025.
15. UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). Draft conclusions proposed by the Chairs: Sharm el-Sheikh joint work on implementation of climate action on agriculture and food security (SJWA). Bonn: UNFCCC, 2025. (FCCC/SB/2024/L.2). Disponível em: <https://unfccc.int/documents/638852>. Acesso em: 12 set. 2025.
16. FAO. Technical Note: Advancing climate action on agriculture and food security – Progress on agriculture-related climate change negotiations and the Sharm el-Sheikh Joint Work (SJWA) from COP27 onwards. Rome: FAO, 2024.

TEMAS ESTRATÉGICOS PARA A AGRICULTURA TROPICAL NO REGIME CLIMÁTICO GLOBAL

1. GILIO, L. et al. Diagnóstico e reposicionamento político-estratégico da agricultura tropical. Insper Agro Global. Working Paper, São Paulo, set. 2025. Disponível em: <https://agro.insper.edu.br/storage/papers/October2025/Diagnostico%20e%20reposicionamento.pdf> e <https://agro.insper.edu.br/storage/papers/October2025/Diagnosis%20and%20repositioning.pdf>
2. RATTIS, L., REBELATTO, B., et al. (2025) Science, technology, and innovation-based adaptation in agriculture: integrating the UNFCCC agenda, the Brazilian Adaptation Plan, and the ABC+ Plan, Fundação Dom Cabral.
3. LIMA, R. Financiamento climático e expectativas para a COP30. Agroicone, São Paulo, SP.
4. IKEMATSU, P.; MAURIN, C. Progress towards a more sustainable and equitable food system in Brazil? *Segurança Alimentar e Nutricional*, 2024. <https://doi.org/10.20396/san.v30i00.8675118>
5. LEITE, F. F. G. D. et al. Greenhouse gas emissions and carbon sequestration associated with integrated crop-livestock-forestry (ICLF) systems. *Environmental Reviews*, 2023. <https://doi.org/10.1139/er-2022-0095>
6. JAMES, D.; BLESCH, J.; LEVERS, C.; RAMANKUTTY, N.; BICKSLER, A. J.; MOTTET, A.; WITTMAN, H. The state of agroecology in Brazil: An indicator-based approach to identifying municipal “bright spots”. *Elementa*, v. 11, n. 1, 2022. <https://doi.org/10.1525/elementa.2023.00011>
7. MUNHOZ, L. G. S. Integração da Segurança Alimentar e Energética na Agenda Climática Global. Observatório de Conhecimento e Inovação em Bioeconomia, Fundação Getulio Vargas, São Paulo, SP.



MBRF

