

O Setor de Soja Brasileiro em Meio às Transições Climáticas



Sobre ORBITAS

Este relatório foi elaborado pela Orbitas, uma iniciativa da Climate Advisers. A Orbitas empenha-se para ser uma fonte de referência para análise confiável e funcional sobre os riscos da transição climática para a economia agrícola, florestal e do solo. A Climate Advisers, uma corporação B, trabalha para fortalecer a ação climática nos Estados Unidos e em todo o mundo por meio de pesquisas, análise, defesa de políticas públicas e estratégias de comunicação. Desenvolvemos e promovemos iniciativas sensatas e de alto impacto que melhoram vidas, aprimoram a segurança internacional e fortalecem comunidades.

> Mais informações estão disponíveis em climateadvisers.org e orbitas.finance.

Reconhecimentos

Autores

AUTORES DE ORBITAS:

Niamh McCarthy, Diretor da Orbitas e Diretora de Riscos Relacionados ao Clima da Climate Advisers. Contato disponível em mccarthy@climateadvisers.org

Dr. Cathy Wu, Economista Sênior da Orbitas e Colaboradora Associada Sênior da Climate Advisers. Contato disponível em wu@climateadvisers.org

Alec Estabrook, Pesquisador da Orbitas e Colaborador Associado da Climate Advisers. Contato disponível em estabrook@climateadvisers.org

Dr. Alexandre Köberle, Bolsista Sênior da Orbitas.

Dr. Michael Obersteiner, Bolsista Sênior da Orbitas e Diretor do Environmental Change Institute, Universidade de Oxford.

Mark Kenber, Bolsista Sênior da Orbitas.

AUTORES COLABORADORES:

David Chen

Dr. Jan Philipp Dietrich

Dr. Angelo Gurgel, Cientista Pesquisador do Programa Conjunto do MIT sobre Ciência e Política de Mudança Global.

Dr. Gabriel Hofmann, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Dr. Florian Humpenöder

Dr. Nikolay Khabarov, Acadêmico Pesquisador em Modelagem Exploratória do Grupo de Pesquisa de Sistemas Naturais Humanos, Análise de Sistemas Avançados, International Institute for Applied Systems Analysis.

Professor Dr. Alexander Popp

Dr. Miodrag Stevanovic

Dr. Yiorgos Vittis, Acadêmico Pesquisador em Modelagem Exploratória do Grupo de Pesquisa de Sistemas Naturais Humanos, Análise de Sistemas Avançados, International Institute for Applied Systems Analysis.

GESTÃO, DESIGN E COMUNICAÇÃO DO PROJETO :

Aishwarya Jadhav, Profissional de Riscos Relacionados ao Clima da Climate Advisers.

Natasha Ferrari, Diretora Sênior de Comunicações da Climate Advisers.

Emma McMahon, Gerente de Projetos da Orbitas e Colaboradora Associada Sênior da Climate Advisers.

Kyle Saukas, Vice-Diretor de Comunicações da Climate Advisers.

Apply Brasil, consultoria de estratégia e engajamento que oferece contribuições valiosas para a compreensão e o envolvimento com as comunidades brasileiras de agronegócio, finanças e regulação como parte desta análise.

MG Strategy and Design, agência de estratégia, marcas, conteúdo, design e desenvolvimento.

Fotos da iStock por Getty Images (istockphoto.com)

> Este relatório foi produzido com o apoio financeiro da Children's Investment Fund Foundation (CIFF) e com a facilitação da Nature Finance.

O Setor de Soja Brasileiro em Meio às Transições Climáticas

Sumário

- 3 Reconhecimentos & Autores
- 5 Sumário Executivo
- 12 Definições
- 14 Introdução
- 15 **Seção 1:** O Setor Brasileiro de Soja Está Evoluindo para Atender à Demanda Internacional
- 20 **Seção 2:** Os Riscos Físicos que se Materializam Rapidamente Estão Tornando as Transições Climáticas Inevitáveis
- 23 **Seção 3:** As Transições Climáticas Já Estão Impactando o Setor Brasileiro de Soja
- 31 **Seção 4:** Um Vislumbre do Futuro do Setor Brasileiro de Soja por Meio da Modelagem Econômica
- 44 **Seção 5:** Avaliação da Resiliência a Nível de Propriedades Agrícolas por Meio de Testes de Estresse Financeiro
- 47 **Seção 6:** Avaliação da Lucratividade de Propriedades Agrícolas Existentes Sob a Ótica de Cenários de Transição Climática
- 53 **Seção 7:** Oportunidades de Crescimento da Lucratividade no Setor Brasileiro de Soja
- 58 **Seção 8:** Mecanismos Financeiros para Investir em Melhorias na Produção
- 60 **Seção 9:** Recomendações para as Principais Partes Interessadas
- 65 Apêndices e referências bibliográficas



Sumário Executivo

O setor brasileiro de soja enfrentará desafios em um mundo em transição. Até 2050, as respostas do governo, do consumidor e do setor privado às mudanças climáticas, que denominamos “transições climáticas”, podem gerar uma queda de mais de 15 por cento nos preços da soja, colocando grande parte dos produtores de soja de hoje em um risco de mais de 60 por cento de perdas financeiras. Os déficits de lucratividade podem ser minimizados com a redução dos custos de produção, pagamentos de aluguel de terras e custos de emissões de gases de efeito estufa (GEE). Além disso, as oportunidades proporcionadas pelas transições climáticas são imensas, principalmente devido aos mercados diversificados para produtos de soja. Os produtores de soja que investem em melhorias tecnológicas sustentáveis, propriedade da terra, reduções na intensidade de emissões e fluxos de receita diversificados da bioeconomia podem se beneficiar substancialmente com as transições climáticas. Um aumento projetado de 88 por cento no investimento de capital agrícola poderia desbloquear aumentos de rendimento de pelo menos 14 por cento até 2050, o que melhoraria a eficiência do uso da terra em todo o setor brasileiro de soja. Além disso, apesar da redução da procura por matérias-primas para as carnes de ruminantes, o papel da soja com a contribuição significativa para o suprimento global de proteínas vegetais, o fornecimento de petróleo à base de plantas e a oferta de biocombustíveis poderiam permitir que os produtores capitalizassem um aumento de mais de 14 por cento na demanda global projetada por soja.

Até 2050, a probabilidade de perdas financeiras decorrentes de choques econômicos comuns nas transições climáticas poderá ultrapassar os 60%, um percentual significativo para os produtores brasileiros de soja, tendo como base as margens operacionais atuais.

O setor de soja do Brasil está passando por profundas mudanças impulsionadas por inúmeras transições relacionadas ao clima, inclusive (i) metas climáticas e políticas mais sólidas, restrições comerciais e multas legais, (ii) vínculos crescentes entre reputação da empresa e desempenho ambiental, (iii) inovação e a concorrência impulsionadas pela tecnologia do clima e (iv) novas dinâmicas de mercado relacionadas às mudanças climáticas, inclusive mudanças na demanda do consumidor e segmentos de mercados emergentes. Essas forças que moldam o setor de soja brasileiro representam respostas aos impactos físicos adversos das mudanças climáticas (como o clima extremo e as mudanças nos padrões de precipitação) que já são sentidos de forma intensa pelos produtores brasileiros hoje e que estão se acelerando rapidamente. A interação dessas forças tem o potencial de transformar a produção brasileira de soja e iniciar uma corrida pela eficiência produtiva e práticas de manejo sustentável.

Mesmo que a ação climática impulsione transições alinhadas à limitação do aquecimento global a 2°C acima dos níveis pré-industriais, em vez do 1,5°C almejado pelo Acordo de Paris de 2015, o setor brasileiro de soja ainda enfrenta riscos enormes.^a Em nosso caminho de transição climática menos ambicioso, alinhado a menos de 2°C de aquecimento, os preços dos produtores de soja diminuiriam em 15 por cento em comparação com 2020, à medida que as melhorias do rendimento reduzissem os custos de produção e aumentassem a eficiência, dificultando a concorrência para produtores com baixa eficiência. Enquanto isso, a competição pela terra aumentaria significativamente, impulsionada por políticas que visam ao desmatamento, por mercados que recompensam os proprietários de terras pela conservação/recuperação de habitats naturais e pela demanda por proteínas e óleos vegetais. Essas mudanças resultariam em 11 por cento menos terra disponível



para as culturas, preços mais altos da terra e maiores custos de produção. A mudança nas preferências dos consumidores em comparação ao consumo de carnes de ruminantes também diminuiria significativamente a procura por soja como matéria-prima, o que levaria a uma queda de 3 por cento na demanda nos mercados internos brasileiros e incentivaria uma mudança em direção a mercados de exportação que estão priorizando cada vez mais políticas livres de desmatamento.^b

Os impactos da transição climática são mais significativos para os produtores menos eficientes, aqueles com o menor nível de adoção de tecnologia e mais distantes da infraestrutura crítica da cadeia de suprimentos, inclusive centros de demanda, locais de processamento, instalações portuárias e redes rodoviárias extensas. Esses produtores ficam sob risco de perdas financeiras já em 2030 e podem enfrentar perdas de mais de R\$ 3.085 por hectare até 2050, se não se adaptarem às transições climáticas.^c No entanto, um segmento muito mais amplo do setor brasileiro de soja pode enfrentar perdas financeiras à medida que as transições climáticas se intensificarem. Em 2050, a probabilidade de perda financeira por choques econômicos comuns nas transições climáticas poderia ultrapassar 60 por cento em uma proporção significativa dos produtores de soja brasileiros, tendo como base as margens operacionais atuais, tornando todo o setor vulnerável.

^a O Forecast Policy Scenario (FPS), alinhado aos Princípios da Política de Previsão de Resposta Inevitável do Investimento Responsável, representa um cenário de referência modesto, altamente plausível e impactante para ilustrar com clareza a escala de possíveis impactos que as transições climáticas terão no setor brasileiro de soja. Esse cenário está alinhado às ações necessárias para limitar o aquecimento em 2°C acima dos níveis da pré-industriais. Os líderes de mercado, no entanto, devem se preparar para as transições climáticas ambiciosas esperadas em um mundo que age para restringir o aquecimento a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais.

^b Note que a demanda total por produtos agrícolas aumentaria 19 por cento globalmente no mesmo período, apesar da pressão decrescente na demanda por carnes de ruminantes.

^c Consulte a Seção 6 para obter a definição de “Fazendas de Baixo Desempenho”.



Um aumento previsto de 88% no investimento agrícola elevaria o rendimento médio por hectare dos produtores de soja em 14% entre 2020 e 2050.

A mitigação dos riscos das transições climáticas exigirá colaboração significativa e proativa entre produtores, investidores, legisladores e partes interessadas vinculadas às etapas intermediárias e finais da cadeia de valor. Os investimentos feitos hoje para aumentar a eficiência da produção de soja, em vez de depender da expansão do uso da terra, serão o principal diferencial para a competitividade do mercado em 2050. Para se manter lucrativa, a maioria dos produtores de soja precisará intensificar a produção de forma sustentável sem converter florestas cada vez mais protegidas ou a vegetação natural em área de cultivo, nem depender de expansão de terras caras. Investimentos em eficiência na produção; a adoção de tecnologias para que haja menos emissões; a propriedade da terra; o acesso a segmentos de mercados emergentes; e a renda proveniente de fluxos de receita diversificados desempenharão um papel fundamental na manutenção do domínio atual do Brasil no setor global de soja e permitirão que os produtores aproveitem as oportunidades de transição climática.

As partes interessadas no setor brasileiro de soja podem contar com uma série de oportunidades emergentes nas transições climáticas, desde que tomem providências logo. No nosso caminho de aquecimento menos ambicioso abaixo de 2°C, um aumento projetado de 88 por cento no investimento agrícola incentivado pelo aumento da competição por terras agrícolas impul-

sionaria o rendimento médio por hectare para os produtores de soja em 14 por cento entre 2020 e 2050. O aumento da eficiência contribuiria para um aumento de 8 por cento na eficiência do uso da terra nas culturas durante esse mesmo período. Isso permitiria aos produtores aumentarem a produção nas terras existentes, em vez de depender do crescimento alimentado pela expansão das terras agrícolas mediante conversão de vegetação natural em fazendas, que deverá se tornar cada vez mais dispendiosa e inviável à medida que as políticas governamentais forem fortalecidas e a bioeconomia avançar.

Enquanto isso, apesar da redução de 3 por cento na demanda nacional por soja diante de transições de mercado sem precedentes, a demanda global por produtos de soja ainda deve aumentar 14 por cento até 2050 em comparação com 2020. O Brasil poderia lucrar com essa crescente demanda global por soja, mas apenas se os seus produtores puderem atender às crescentes expectativas internacionais sobre mudanças climáticas e sustentabilidade. A União Europeia já está exigindo que as importações de soja sejam certificadas como livres de desmatamento por meio da legislação de *due diligence* da cadeia de suprimentos, e outros grandes importadores estão adotando ou considerando medidas semelhantes.¹ Escalar a mudança rumo a práticas agrícolas mais sustentáveis, amigáveis para as florestas e mais eficientes permitiria que Brasil aumentasse as exportações de soja em 6 por cento, apesar da queda do comércio global desse grão em 5 por cento até 2050.

As oportunidades de diversificação estão se expandindo da mesma forma para os proprietários de terras obterem receita sustentável com o recente mercado regulamentado de créditos de carbono do Brasil e do mercado voluntário de carbono em escala, que proporcionam oportunidades para medir e receber pagamentos pelo armazenamento ou pela remoção de dióxido de carbono da atmosfera por meio de reflorestamento e conservação. À medida que o custo das emissões de GEE se torna cada vez mais internalizado nas demonstrações financeiras com base em políticas, mecanismos comerciais, compromissos da cadeia de suprimentos e avaliações de risco dos investidores, produtores e comerciantes que reduzirem

O domínio contínuo do Brasil no setor global da soja e a sua capacidade de mitigar os riscos financeiros dependerão da capacidade das principais partes interessadas de se prepararem para as inevitáveis transições climáticas.

OS LÍDERES DE MERCADO CONSIDERARÃO UMA SÉRIE DE CAMINHOS FUTUROS PARA LIDAR COM AS TRANSIÇÕES CLIMÁTICAS

O entendimento do impacto dos vários caminhos futuros de transição proporcionará às partes interessadas informações úteis para as decisões necessárias para se preparar para a diversidade de riscos e oportunidades financeiras no horizonte. Os caminhos delineados neste relatório projetam os impactos potenciais das providências necessárias para limitar os aumentos da temperatura média global entre 1,5°C e 3°C acima dos níveis pré-industriais. De um lado, o cenário mais ambicioso, centrado na inovação e alinhado a 1,5°C projeta os riscos mais significativos para o setor brasileiro de soja até 2050. Nesse cenário, os produtores veriam uma queda de 28 por cento nos preços da soja e uma queda de 36 por cento na área cultivada, apesar de que o aumento esperado de 133 por cento no investimento de capital agrícola em

inovação sustentável poderia aumentar a resiliência da produção e impulsionar um aumento de 84 por cento nos rendimentos, crescimento de 32 por cento nas exportações e aumento de 17 por cento na produção. De outro lado, o cenário de referência mais conservador, alinhado 2°C, destacado ao longo desta análise, conhecido como Forecast Policy Scenario (FPS), mostra que mesmo sob premissas menos ambiciosas, o setor brasileiro de soja pode prever impactos significativos a partir das transições climáticas. Esses impactos incluem um aumento projetado de 14 por cento nos rendimentos para os produtores que buscam melhorias sustentáveis, juntamente com uma diminuição de 11 por cento na área cultivada em 2050 em comparação com os níveis de 2020.

Os resultados projetados em todos os caminhos de transição climática encontram-se descritos a seguir.

Impacto Econômico	Caminhos de 2°C até 2050	Caminhos de 1,5°C até 2050
	Mudança de 2020 a 2050	Mudança de 2020 a 2050
Preço do produtor de soja	-16% a -15%	-28% a -10%
Rendimento	+14% a +18%	+16% a +84%
Produção	+2% a +6%	-13% a +17%
Demanda brasileira por soja	-3%	-14% a -1%
Demanda global por soja	+14%	-4% a +12%
Exportação de soja do Brasil	+6% a +13%	-13% a +32%
Comércio global de soja	-5%	-21% a -7%
Área cultivada	-11% a -10%	-36% a -25%
Intensidade de utilização da área cultivada	+8% a +10%	+10% a +74%
Investimento de capital agrícola	+88% a +94%	+96% a +133%

a intensidade das emissões da produção poderão ter acesso a oportunidades lucrativas para desenvolver vantagem competitiva.

A capacidade dos produtores brasileiros de acessar essas oportunidades dependerá dos financiadores e do governo brasileiro continuar e aumentar os investimentos que ajudam os produtores a atingirem metas de produção sustentável e a diversificar em a receita. Níveis radicais de colaboração no setor de soja e nos setores agrícolas serão necessários para garantir resiliência econômica para essa indústria no Brasil até 2050, já que as providências para limitar o aquecimento global intensificam os riscos de transição climática para o setor. Políticas coordenadas, incentivos de financiamento e providências em todos os setores agrícolas para promover a intensificação sustentável da produção de gado liberariam pastagens para soja e florestas, aliviando assim a competição pela terra, reduzindo seus preços e

diminuindo os custos da produção para os produtores de soja.

Os investidores podem proteger seus investimentos liderando esforços para entender melhor os possíveis impactos das transições climáticas sobre o setor de soja brasileiro e convocando outros participantes da cadeia de valor do mercado de soja e o governo para apoiar soluções que melhorem a resiliência econômica do setor. O domínio contínuo do Brasil no setor global de soja e sua capacidade de mitigar os riscos financeiros irá depender da capacidade das principais partes interessadas de se preparar para as inevitáveis transições climáticas no setor. À medida que o Brasil navega pelo complexo cenário de transições climáticas, este relatório serve como um guia valioso para as partes interessadas que querem tomar decisões bem fundamentadas diante dos desafios e das oportunidades que se encontram em evolução.

Riscos e Oportunidades no Setor Brasileiro de Soja

Oito tendências principais impulsionam as descobertas



Precificação das emissões

Os preços das emissões de GEE podem aumentar significativamente os custos de produção para os produtores de soja com emissão intensiva e criar oportunidades para diversificar os fluxos de receita.



Restrições de terra

A ação climática, as medidas de conservação da terra e a competição por terras provenientes da bioeconomia podem reduzir a disponibilidade de terras agrícolas acessíveis em até 36 por cento entre 2020 e 2050.



Melhorias de rendimento

À medida que os modelos de negócios dependentes de grande uso da terra e desmatamento se tornam menos viáveis, os produtores de soja podem se adaptar priorizando investimentos de produtividade sustentável e melhorias de processos para aumentar a produtividade em terras existentes e em pastagens degradadas.



Crescimento modesto da produção

Os aumentos da produção são apoiados pela implementação de tecnologia de baixo custo para aumentar o rendimento e práticas de manejo sustentável.



Aceleração do investimento

O investimento em bens de capital, em terras, a adoção de tecnologia avançada e melhores práticas de manejo podem aumentar a eficiência da produção.



Quedas no preço da soja

Os preços do produtor podem diminuir devido à mudança da demanda de soja e menores custos de produção impulsionados pela inovação tecnológica.



Mudanças na preferência do consumidor

A demanda por matérias-primas de carnes de ruminantes pode diminuir em um cenário de transição, mas a diversidade de aplicações de soja *downstream* pode oferecer alguma resiliência nos mercados internacionais.



Vantagem competitiva nas exportações

O Brasil tem potencial para aumentar sua vantagem competitiva da soja livre de desmatamento, de baixa emissão e de alto rendimento em transições climáticas e aumentar as exportações, apesar do declínio nos volumes globais negociados de soja.

Riscos da Transição do Setor de Soja Brasileiro

O caminho de referência aqui destacado alinha-se ao mundo com aumento de até 2°C e apresenta as implicações das transições climáticas já previstas pelos Principles for Responsible Investment.

R\$ 3.085

Sem se adaptar às transições climáticas, as fazendas de Baixo Desempenho de hoje sofreriam quedas de lucratividade de mais de R\$ 3.085 abaixo dos níveis de 2020 até 2050.



A perda financeira poderá ultrapassar

60%

para grande parte dos produtores até 2050 devido à volatilidade dos choques econômicos comuns nas transições climáticas.

11%

redução das áreas agrícolas até 2050 em comparação a 2020.

Os produtores que deixarem de investir em práticas de manejo sustentável arriscam-se a ter perda financeira já em

2030

Redução de

15%

nos preços da soja para os produtores até 2050 em comparação a 2020.



3%

redução na demanda interna de soja no Brasil até 2050 em comparação a 2020.

Oportunidades da Transição Para o Setor de Soja Brasileiro

O caminho de referência aqui destacado alinha-se ao mundo com aumento de até 2°C e apresenta as implicações das transições climáticas já previstas pelos Principles for Responsible Investment.

Aumento de

6%

nas exportações até 2050 em comparação a 2020.



Aumento de

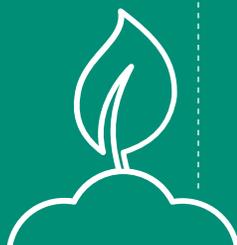
14%

na demanda mundial por soja até 2050 em comparação a 2020.

Aumento de

8%

na intensidade das culturas agrícolas no Brasil até 2050 em comparação com 2020.



Aumento de

83%

na lucratividade das explorações agrícolas de Alto Desempenho devido à inovação tecnológica até 2050.

1,356

MMT CO₂/ano de redução nas emissões líquidas de CO₂ resultantes da mudança no uso da terra até 2050.

R\$ 4.210



Fazendas de Baixo Desempenho sem pagamentos de aluguel de terras poderiam aumentar a lucratividade em 2050 em R\$ 4.210 mais do que as fazendas com pagamentos de aluguel de terras.

Aumento de

14%

por hectare no rendimento de soja no Brasil até 2050 em comparação a 2020.

Aumento de

2%

na produção de soja brasileira até 2050 em comparação a 2020.

Crescimento de

88%

do investimento de capital na agricultura brasileira até 2050 em comparação a 2020.

Definições



Acordo Climático de Paris: Tratado internacional adotado em 2015 nos termos da UNFCCC. Pretende limitar o aquecimento global a um nível inferior a 2°C por meio de compromissos voluntários de redução das emissões.

Agricultura, Silvicultura e Outros Usos do Solo (ASOUS): Categoria utilizada para a contabilização de gases de efeito estufa (GEE) que abrange uma série de práticas baseadas na terra, inclusive agricultura, silvicultura e mudanças no uso da terra.

Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul: Sistema de alta pressão localizado sobre o Oceano Atlântico Sul, caracterizado pela circulação de ar no sentido horário pelo hemisfério sul. Influencia os padrões climáticos na região, inclusive a formação de ventos alísios e a direção de ciclones tropicais.

Créditos de Biodiversidade: Instrumento financeiro que atribui um valor mensurável à conservação ou recuperação da biodiversidade. As entidades podem adquirir estes créditos para compensar o seu impacto ecológico. Esta abordagem baseada no mercado cria um incentivo financeiro para práticas sustentáveis, permitindo que a negociação de créditos atinja um equilíbrio entre as atividades econômicas e a conservação ambiental.

Créditos de Carbono: Créditos de carbono são licenças negociáveis que representam o direito de emitir 1 tonelada métrica de dióxido

de carbono ou equivalente. São utilizados como mecanismo de redução de emissões de GEE, pois permitem que as entidades comprem e vendam créditos com base em seus níveis de emissão, incentivando reduções de emissões e investimentos em tecnologias mais limpas.

Conferência das Partes (COP): Órgão decisório da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC), no qual os países-membros se reúnem anualmente para avaliar e negociar políticas e acordos internacionais sobre o clima.

Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC): Metas voluntárias de redução de emissões de GEE apresentadas nos termos do acordo de Paris e que detalham a estratégia de cada país para se adaptar aos impactos climáticos.

Dióxido de Carbono Equivalente (CO₂e): Unidade padrão utilizada para expressar o impacto total de vários GEEs em termos de quantidade de dióxido de carbono que teria o mesmo potencial de aquecimento global. Permite a comparação de metano, óxido nitroso e dióxido de carbono.

Eficiência de Uso de Nitrogênio (NUE): Como as culturas eficazes utilizam insumos de nitrogênio, como fertilizantes, para produzir biomassa vegetal ou rendimento. Ele mede a proporção de nitrogênio absorvido pelas plantas em relação à quantidade total de nitrogênio aplicado ao campo.

Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD): Estrutura que orienta as empresas na divulgação voluntária de riscos e oportunidades financeiras relacionados ao clima. Ela apresenta uma abordagem padronizada para relatórios sobre governança, estratégia, gestão de riscos e métricas relacionadas ao impacto climático. A divulgação auxilia investidores e partes interessadas em finanças na avaliação dos aspectos relacionados ao clima de operações e estratégias da empresa.

Hotspots de Biodiversidade: Regiões caracterizadas por níveis excepcionalmente altos de diversidade de espécies e endemismo, alvos valiosos para as iniciativas de conservação devido aos seus ecossistemas únicos.

Inevitable Policy Response (IPR): Cenário de resposta climática desenvolvido pelos PRI da ONU que tem como objetivo preparar investidores institucionais para os riscos e oportunidades da carteira associados à aceleração projetada de respostas políticas às mudanças climáticas.

Iniciativa 30x30: Uma meta de conservação que visa a proteger pelo menos 30 por cento da terra e dos oceanos do mundo até 2030. Procura combater a perda de biodiversidade, a destruição de habitats e as alterações climáticas pelo estabelecimento de áreas protegidas, reservas marinhas e outras medidas de conservação para salvaguardar os ecossistemas.

MMT: Milhões de toneladas métricas.

MMT DM/ano: Milhões de toneladas métricas de matéria seca por ano.

Mudança no Uso da Terra (LUC): Processo pelo qual a finalidade ou função de um terreno é alterada, em geral envolvendo uma transição de uma categoria de uso da terra para outra. Isso pode incluir transformações como a conversão de paisagens naturais (por exemplo, florestas, pastagens) em campos agrícolas, áreas urbanas ou zonas industriais.

Non-timber forest products (NTFPs): Itens coletados em florestas, exceto madeira tradicional, que abrangem produtos como frutas, castanhas, fungos, fibras, carvão, mel, peixe e caça, entre outros, de sistemas florestais ou agroflorestais existentes.

Precificação das Emissões de Gases de Efeito Estufa: Estratégia baseada no mercado que atribui um custo às emissões de carbono utilizando uma série de mecanismos (por exemplo, imposto do carbono) para incentivar as entidades a reduzirem sua produção de GEE. Essa estratégia proporciona um incentivo financeiro para as entidades adotarem práticas mais limpas.

Principles for Responsible Investment (PRI): Apoiados pelas Nações Unidas, esses princípios foram assinados por investidores com mais de R\$ 605 trilhões em ativos sob gestão. Os princípios voluntários orientam os investidores a integrar fatores ambientais, sociais e de governança em seus processos decisórios, de modo a promover práticas de investimento responsáveis e sustentáveis.

Probabilidade de Perda: Probabilidade de os custos ultrapassarem as receitas agrícolas em um determinado ano.

Regulamento de Desmatamento da União Europeia (EUDR): Atualização das restrições de importação existentes na União Europeia que proíbem a venda de *commodities* – soja, carne bovina, óleo de palma, madeira, cacau, café e borracha – provenientes de regiões afetadas pelo desmatamento ou degradação florestal.

Sistema Cap-and-Trade: Estratégia de precificação de carbono que estabelece um limite para o total de emissões de GEE. As entidades recebem permissões e as que emitem menos podem vender as permissões excedentes àquelas que ultrapassaram os seus limites. Esta abordagem baseada no mercado incentiva as reduções de emissões de forma eficiente e permite flexibilidade no cumprimento de metas.

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD): Organização global de 200 empresas líderes que trabalham para promover o desenvolvimento sustentável por meio de práticas ambiental e socialmente responsáveis.

Introdução

As transições climáticas apresentam riscos financeiros disruptivos que já estão moldando o setor de soja no Brasil de forma a direcionar as partes interessadas a adaptarem suas práticas e investimentos

Começo

O futuro do setor parecerá muito diferente do passado devido à sua exposição aos impactos físicos das mudanças climáticas e aos riscos decorrentes da resposta global emergente à mudança climática.

Para manter ou aumentar os lucros e, finalmente, desenvolver resiliência em um mundo em constante mudança, o setor de soja brasileiro terá que se adaptar para mitigar riscos e aproveitar as oportunidades emergentes da transição no Brasil e no exterior. Produtores, comerciantes, empresas *downstream* e financiadores que planejam essas transições estarão mais bem posicionados para suportá-las e colher os benefícios das oportunidades emergentes.

A relevância financeira das transições climáticas depende do ritmo da mudança e da capacidade de adaptação das partes interessadas. Modelos de negócios de baixa produtividade no setor de soja e que tradicionalmente dependem do desmatamento e da mudança no uso da terra para expansão econômica ficarão mais vulneráveis a perdas financeiras à medida que os preços da terra aumentarem. Por outro lado, os líderes de mercado devem avaliar e mitigar de forma proativa a exposição aos riscos de transição enquanto identificarão oportunidades.

Este relatório integra a modelagem climática e econômica com análise espacial e testes de estresse financeiro para esclarecer os riscos e as oportunidades de transição climática nos níveis nacional, estadual, setorial, empresarial e de ativos. Quatro cenários de transição climática, junto com o cenário habitual (*Business as Usual*), lançam luz sobre os impactos das transições climáticas no setor brasileiro de soja até 2050. Eles refletem as consequências das providências alinhadas com a limitação das mudanças climáticas em 1,5°C e 2°C acima dos níveis pré-industriais, enquanto o cenário *Business as Usual* representa um mundo com mais de 3°C de aquecimento.

O Que São Transições Climáticas?

As transições climáticas resultam das respostas do governo, do setor privado e da sociedade civil para as mudanças climáticas. À medida que os impactos físicos da crise climática se intensificam, esses grupos estão sob crescente pressão para adotar políticas e regulamentos que mudem o comportamento para mitigar os piores impactos da mudança climática e alcançar objetivos políticos sobre ela, como o objetivo do Acordo de Paris de limitar o aquecimento global a 1,5°C. As transições climáticas, conforme definidas pela Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD), podem ser divididas em quatro categorias: política e questões jurídicas, tecnologia, mercado e reputação. A escala de riscos e oportunidades futuras para os atores do setor de soja brasileiro depende de como os produtores avaliam e gerenciam essas transições de forma proativa.

Até no cenário de transição menos ambicioso, o Forecast Policy Scenario (FPS), as transições climáticas mudarão de forma relevante o futuro do setor de soja brasileiro. Essa projeção é altamente plausível e está alinhada com o cenário de Inevitable Policy Response (IPR) elaborado pelos Inevitable Policy Response (PRI) apoiados pela ONU. Esses princípios foram assinados por investidores com mais de R\$ 605 trilhões em ativos sob gestão.

Os líderes de mercado podem analisar toda a variedade de cenários para se preparar para os possíveis resultados das transições climáticas, mitigando riscos disruptivos e identificando novas oportunidades em um mundo em mudança. Aqueles que tomarem decisões baseadas em modelos voltados para o futuro estarão mais bem posicionados para investir em atividades mais elevadas e mais resilientes, capazes de resistir a uma série de choques da transição climática. Embora o ritmo e a escala das transições climáticas ainda não possam ser vistos, é claro que elas já criaram um novo ambiente operacional, e seus impactos só se intensificarão nas próximas décadas.

A materialidade financeira das transições climáticas depende do ritmo da mudança e da capacidade de adaptação das partes interessadas.

O Setor Brasileiro de Soja está Evoluindo para Atender à Demanda Internacional

Seção 1

As condições de mercado estão evoluindo rapidamente em meio ao aumento das exportações, acelerando os riscos climáticos e elevando a pressão para investir em práticas de produção sustentáveis

A soja é fundamental para a economia do Brasil, pois representa 46 por cento do valor anual de produção agrícola do país e gerou receita bruta de R\$ 434,5 bilhões em 2020.^{2 3} O setor de soja cresceu rapidamente desde a década de 1960, culminando na posição do Brasil como o seu principal produtor hoje.⁴ A produção brasileira de cerca de 162 milhões de toneladas no ano de mercado 2022/2023 representa uma alta histórica, com a produção quase dobrando na última década.⁵ A produção de soja por hectare apresentou crescimento semelhante, de 2,9 t/ha no ano de mercado 2013/2014 para 3,4 t/ha em 2023/2024.⁶

Além de desempenhar um papel fundamental na economia nacional, o Brasil domina o mercado global de exportação de soja. O país fornece aos mercados internacionais mais de 50 por cento da soja comercializada globalmente e também é o maior exportador mundial de soja.^{7 8} Mais de 70 por cento das 78,7 milhões de toneladas de soja exportadas pelo Brasil em 2022 foram para a China, com exportações significativas também para a Espanha, Tailândia, Irã e Holanda.⁹ Embora também seja usada na produção de bens de consumo e biocombustíveis, mais de três quartos da soja é utilizada para alimentação animal, o que torna a soja brasileira uma parte fundamental do sistema alimentar global.¹⁰

A importância da soja para a economia do país é monumental. A soja foi o produto mais exportado em 2022, o que permitiu transações no valor de R\$ 233,5 bilhões.¹¹ O estado do Mato Grosso liderou a produção com 27 por cento do valor de exportação da

Analizador de Riscos de Desmatamento Ilegal

Disponível em: orbitas.finance/brasil-desmatamento-ilegal-transicoes-ferramenta

Esta ferramenta interativa foi projetada para entender a escala do desmatamento ilegal dentro dos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal no Brasil. Os usuários podem aproveitar essa ferramenta para acessar informações sobre áreas de desmatamento total, proporção de desmatamento ilegal em relação às áreas desmatadas e multas por desmatamento ilegal em cada município.

soja brasileira, seguido pelo Rio Grande do Sul com 16 por cento e Paraná com 12 por cento, Goiás com 8 por cento e Mato Grosso do Sul com 6 por cento.¹²

O setor da soja é um importante empregador na economia brasileira. Incluindo o biodiesel, as cadeias de suprimento de soja contribuem com 2,05 milhões de empregos em todo o país, o que reflete um aumento de 80 por cento desde 2012, conforme monitorado pelo Cepea e pela Associação Brasileira das Indústrias de Óleo Vegetal.¹³ Durante esse período, o papel dos setores de soja e biodiesel como geradores de emprego no agronegócio aumentou, representando 23,2 por cento dos empregos no agronegócio, em comparação com 12,9 por cento em 2012.^{d 14 15} A maior parte dessas funções está concentrada nos serviços do agronegócio, que abrangem transporte, comércio e armazenamento.

O setor é dominado por poucos exportadores internacionais. Cerca de dois terços do mercado brasileiro de soja é controlado por

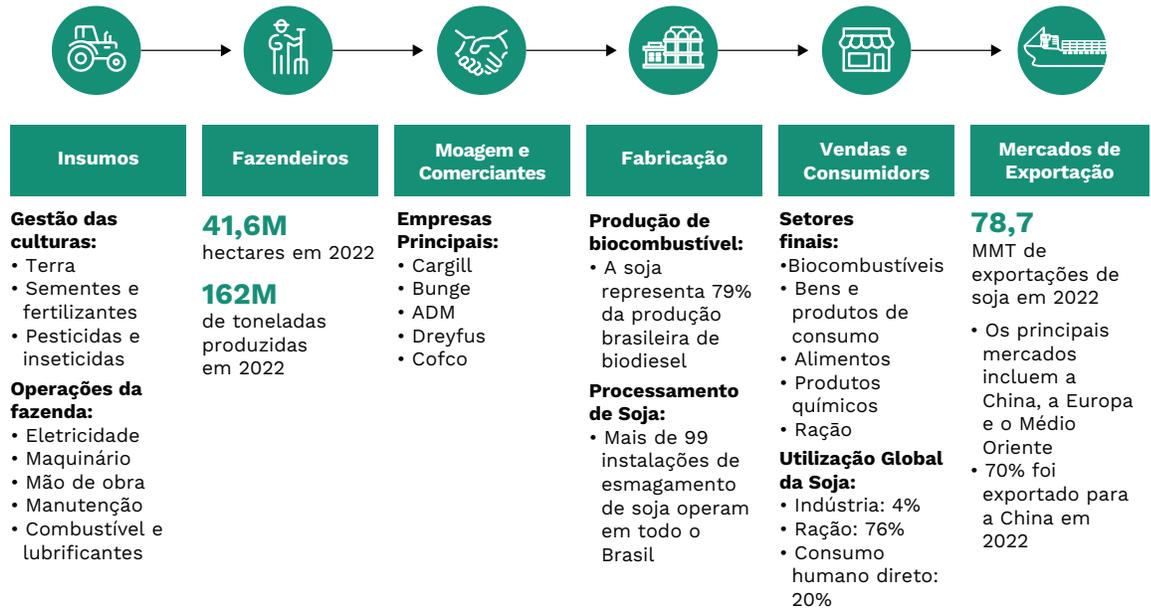
^d Nota: Os dados foram coletados do Centro de Estudos Avançados em Economia (CEPEA) e da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE) e comparados com o emprego total do agronegócio no Brasil, que foi avaliado a partir do registro de emprego total no Brasil da Trading Economics e da porcentagem de emprego brasileiro no agronegócio do Banco Mundial.

Incluindo o biodiesel, as cadeias de abastecimento de soja contribuem com 2,05 milhões de empregos em todo o país, refletindo um aumento de 80% desde 2012.

FIGURA 1.

CADEIA DE VALOR DA SOJA BRASILEIRA

As cadeias produtivas do setor de soja brasileiro são complexas e ainda carecem de transparência para compradores e financiadores na parte final da cadeia



Fontes: United States Department of Agriculture (USDA); World Business Council for Sustainable Development (WBCSD); Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (UNFAO); International Trade Centre (ITC); Reuters; Energy Information Administration (EIA)

Os esforços de preservação na Amazônia também transferiram inadvertidamente as atividades de desflorestação para o Cerrado, uma região igualmente importante do ponto de vista ecológico que enfrenta agora o peso da expansão agrícola descontrolada.

apenas quatro empresas, conhecidas como grupo ABCD: Archer Daniel Mills, Bunge, Cargill e Louis Dreyfus Company. Juntas, elas controlam 64 por cento das vendas brasileiras de soja e metade da capacidade de esmagamento do país.¹⁶ Desde 2014, quando adquiriu várias operadoras nacionais, a China Oil and Foodstuffs Corporation (COFCO) começou a desafiar o domínio de mercado pelo grupo ABCD. Em 2020, a empresa estatal COFCO exportou cerca de 5 milhões de toneladas de soja, tornando-se a quinta maior exportadora do Brasil.¹⁷

O desenvolvimento do setor de soja nas últimas duas décadas foi moldado de forma significativa pela Moratória da Soja na Amazônia. Assinada em 2006 pelo governo brasileiro, por participantes do agronegócio envolvidos no comércio de soja e diversas organizações não governamentais (ONGs), a Moratória da Soja teve o compromisso das empresas a retirar das cadeias de suprimentos qualquer soja originada em terras agrícolas desmatadas no bioma amazônico depois de 2008.¹⁸ Ela tem sido altamente eficaz e, em 2014, o desmatamento estava

ligado a apenas 1 por cento da expansão da soja na Amazônia, em comparação com 30 por cento em 2004.¹⁹ Em vez de limpar florestas tropicais virgens, as terras desmatadas anteriormente para uso como pastagem de gado agora são, em geral, convertidas em campos de soja, uma alternativa acessível que reduziu pela metade a expansão da soja.²⁰ No entanto, os esforços de preservação na Amazônia também deslocaram, de forma inadvertida, as atividades de desmatamento para o Cerrado, uma região tão importante ecologicamente e que agora enfrenta o impacto da expansão agrícola descontrolada.²¹ Apesar das melhorias no monitoramento e nas restrições ao desmatamento da vegetação nativa, 41,8 por cento das emissões anuais de soja ainda estão vinculadas diretamente às práticas de mudança de uso da terra.²²

Os estados responsáveis pela maior parte, ou seja, 65 por cento, da produção brasileira de soja, são Mato Grosso com 26 por cento, Paraná com 25 por cento e Rio Grande do Sul com 14 por cento.²³ Esses estados continuam a ver uma degradação significativa

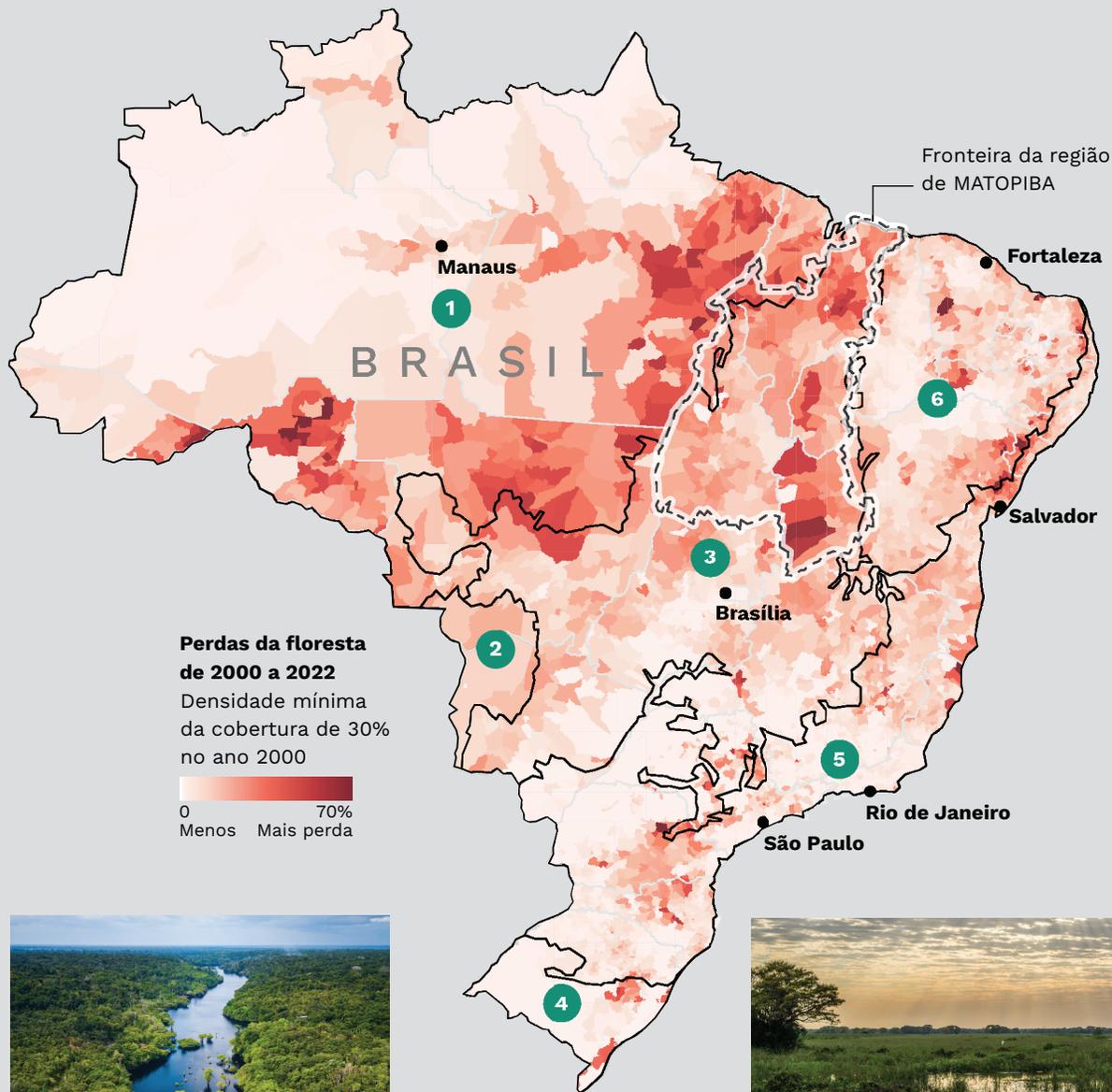


da terra, já que os campos de soja usados são abandonados, mas não são capazes de voltarem a ser florestas. Essas dinâmicas regionais resultam em variações no carbono “embutido” entre as exportações de soja. Por exemplo, a União Europeia recebe soja produzida principalmente a partir do norte, altamente desmatado, com 0,77 tCO₂e incorporado por unidade de soja, enquanto as exportações para os mercados chineses representam 0,67 tCO₂e por unidade de soja.²⁴

Além disso, o deslocamento de povos indígenas e tradicionais dos seus lares ancestrais representa um risco para a preservação dos conhecimentos culturais e tradicionais e altera os modos de vida deles. Os conflitos decorrentes de invasões ilegais de territórios indígenas e tradicionais podem escalar a violência nessas regiões, colocando em risco as pessoas que vivem lá, ao mesmo tempo que geram preocupações sobre as violações dos direitos humanos ao longo das cadeias de suprimento de soja.²⁵

ENTENDENDO A PRODUÇÃO DE SOJA NOS BIOMAS TERRESTRES BRASILEIROS

O Brasil orgulha-se das condições climáticas favoráveis para a produção de soja, mas a destruição dos serviços ecossistêmicos pode ameaçar a vantagem competitiva



1 Amazônia

O bioma: A maior floresta tropical do planeta abriga muitas espécies. Quase 60% da floresta está no Brasil, com cobertura de cerca de 60% da sua terra.

O desafio: O crescimento populacional tem gerado conflitos entre as necessidades do bioma e o desenvolvimento econômico.

O setor de soja: Apesar de regulamentos como a moratória da soja, mais de 100 mil hectares de floresta foram convertidos em fazendas de soja na última década nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins.



2 Pantanal

O bioma: O maior pântano tropical do planeta absorve água suficiente em toda a América do Sul para inundar quase 156 mil km² de planícies durante as estações chuvosas.

O desafio: A produção de produtos agrícolas e de baixo impacto preservou cerca de 80% da vegetação, mas a criação de gado e a expansão da infraestrutura ameaçam seu futuro.

O setor de soja: As áreas de cultivo de soja ocupam apenas uma pequena parte desta região, mas estão se expandindo ao redor das nascentes que alimentam o Pantanal.



3 Cerrado

O bioma: Definido por suas pradarias, savanas e florestas secas, o Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, cobrindo 21% do Brasil e abrigo de 30% de sua biodiversidade.

O desafio: A região do Cerrado de MATOPIBA tem passado por uma expansão agrícola significativa devido ao seu clima favorável e as proteções legais garantidas pelo Código Florestal do Brasil que permitem limpar até 65% das áreas reconhecidas como pradarias.

O setor de soja: Abrigo de mais da metade da produção de soja do Brasil, com 18,2 milhões de hectares em 2019.



4 Pampas

O bioma: Uma das maiores pradarias naturais do mundo, abrange 70 milhões de hectares entre a Argentina, o Uruguai e o Brasil e já foi um *hotspot* de biodiversidade.

O desafio: Com foco no cultivo de soja e na pecuária em pastagens não nativas, vem ocorrendo perda de biodiversidade e de 3,3 milhões de hectares de vegetação nativa desde 1985.

O setor de soja: Em 2020, a soja foi produzida em 196 mil hectares de território desmatado recentemente.



5 Mata Atlântica

O bioma: A região mais populosa do Brasil, já foi considerada a segunda maior floresta tropical do mundo.

O desafio: A vegetação nativa compreende metade do território que já ocupou, com apenas 7,3% da floresta original restante hoje.

O setor de soja: Responsável por uma imensa produtividade agrícola, produz 35 milhões de toneladas de soja em 2020, 29% da produção anual do Brasil.



6 Caatinga

O bioma: Sujeito a chuvas limitadas; arbustos e florestas espinhosas dominam grande parte da região.

O desafio: A região é muito dependente da agricultura de baixo rendimento, com 26% da população trabalhando na agricultura, mas práticas de pecuária extensiva têm resultado em degradação ambiental significativa.

O setor de soja: A região abriga uma produção limitada de soja devido à precipitação insuficiente.

Fontes: Global Forest Watch, Forest-GIS, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Banco Mundial, University College London, Instituto de Brasília

Os Riscos Físicos que se Materializam Rapidamente Estão Tornando as Transições Climáticas Inevitáveis

Seção 2

Grandes mudanças nas condições atmosféricas críticas para a produtividade agrícola estão ameaçando a disponibilidade de água numa região responsável por mais de metade da produção brasileira de soja.

A materialização dos riscos físicos é acompanhada de perto pelo aumento dos riscos da transição, pois os órgãos reguladores, os atores do setor privado e a sociedade civil não têm escolha exceto agir

Tanto a mudança climática causada pelo homem quanto o desmatamento regional representam ameaças aos sistemas agrícolas no Brasil. Os riscos climáticos físicos são bem conhecidos pela indústria de soja porque as implicações financeiras das condições climáticas extremas se materializam. Em 2022, a seca no Rio Grande do Sul causou um prejuízo recorde para os produtores, segundo a Federação das Cooperativas Agropecuárias do Rio Grande do Sul (Fecoagro - RS).²⁶ Quase metade da safra inicial de 2022 foi perdida, o que resultou em perdas financeiras estimadas em mais de R\$ 36 bilhões. Em um município, Giruá, houve redução de 60 para 5 sacas brasileiras de soja colhida por hectare.⁶

No Mato Grosso, o excesso de chuva e de umidade em 2021 levaram à perda de até 100 por cento da produção de soja em algumas propriedades. De acordo com a Pesquisa de Cultura da Soja realizada pela Climate Fieldview em 2022, as perdas relacionadas ao clima são a principal preocupação de 72 por cento dos produtores de soja.²⁷ No relatório “Os 10 principais Riscos e Oportunidades Para o Agronegócio” de 2022 da EY, com base em entrevistas com executivos do Brasil, da Argentina e do Chile, os efeitos da mudança climática surgem como a preocupação empresarial mais significativa.²⁸

A conversão regional da terra e o desmatamento já reduziram a evapotranspiração do solo, aumentando as temperaturas diurnas e reduzindo a umidade do ar.^{29 30 31} Além disso, a mudança climática global fortaleceu o anticiclone subtropical do Atlântico Sul, aumentou a pressão atmosférica sobre as regiões tropicais brasileiras e transferiu a



umidade para o sul do Brasil. Portanto, importantes áreas agrícolas na região tropical brasileira devem ser afetadas pela redução da precipitação nos próximos anos (Figura 2).^{32 33}

Condições mais quentes e mais secas ameaçam a saúde das plantações e dos animais, reduzem os rendimentos e agravam os efeitos de eventos extremos do calor e da seca. Em todo o Brasil, secas agravadas, inundações extremas e redução da produtividade do solo aumentam a probabilidade de perdas financeiras. Os pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) apresentam evidências de que mudanças no clima entre 1961 e 2020 afetaram a produtividade agrícola. Apesar do aumento da produtividade média em 190 por cento

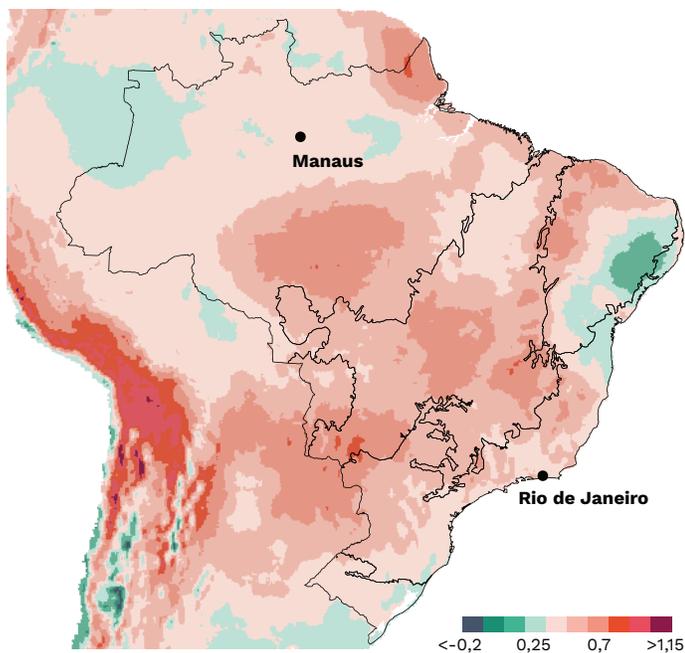
⁶ Uma saca brasileira, ou “Brazilian bushel”, é equivalente a 60 kg.

FIGURA 2.

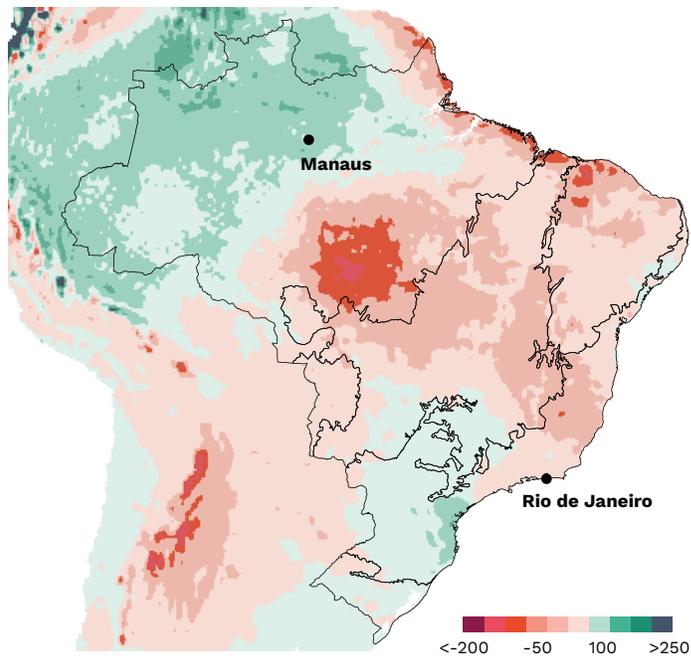
MUDANÇAS CLIMÁTICAS REGIONAIS ENTRE AS NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DE 1991 A 2020 E DE 1961 A 1990

Os impactos físicos das mudanças climáticas são evidentes em todo o Brasil

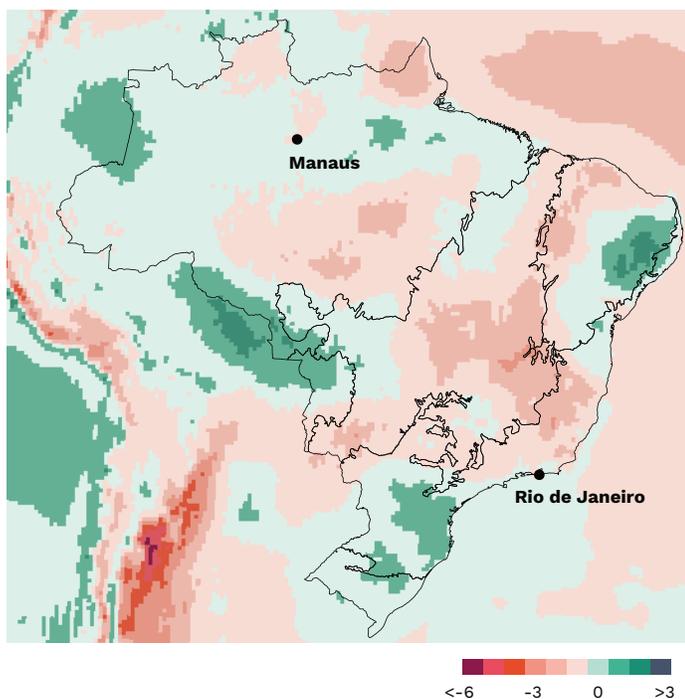
Mudanças na Temperatura Média (°C)
(Entre 1961 a 1990 e 1991 a 2020)



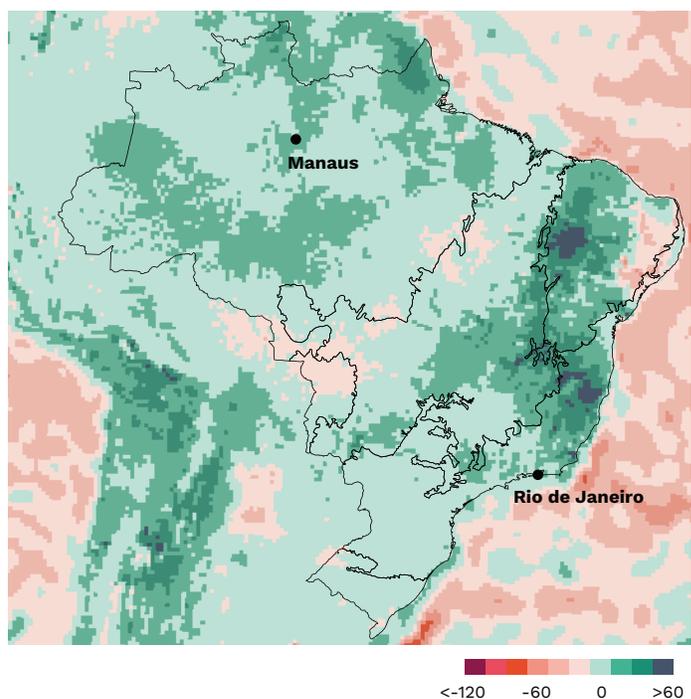
Mudanças na Precipitação (mm)
(Entre 1961 a 1990 e 1991 a 2020)



Mudanças na Umidade Relativa (%)
(Entre 1961 a 1990 e 1991 a 2020)

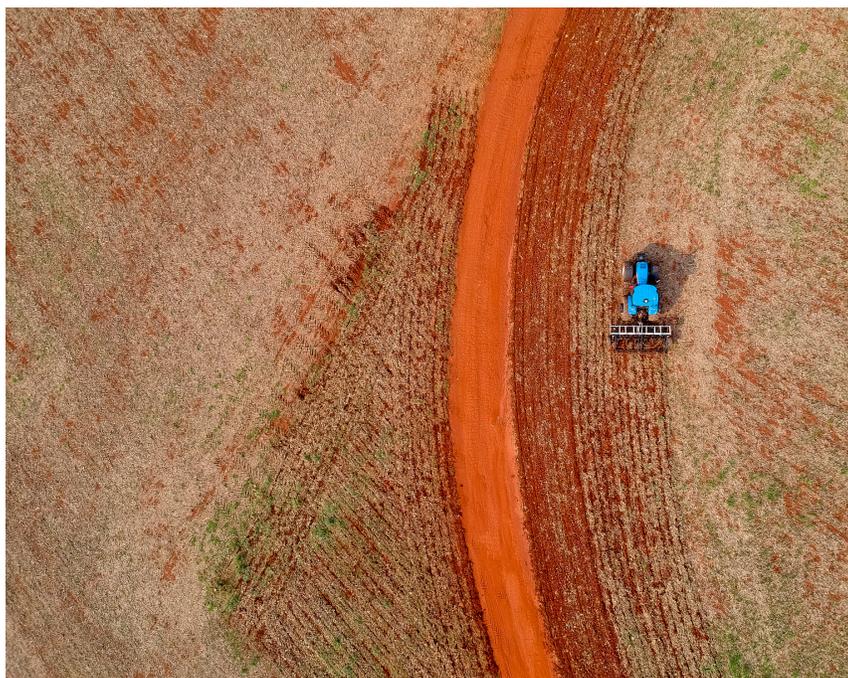


Mudanças na Evaporação (mm)
(Entre 1961 a 1990 e 1991 a 2020)



Fonte: Modelagem econômica dos autores. Dados: INMET – Instituto Brasileiro de Meteorologia.

Notas: Mudanças climáticas regionais detectadas pela reanálise ERA5 para biomas brasileiros entre os padrões climáticos de 1991 a 2020 e de 1961 a 1990. Os valores negativos na mudança na figura da evaporação representam um aumento na evaporação de acordo com o teste padrão da reanálise de ERA5. Consulte o Apêndice 1 para uma comparação completa das normais climáticas entre 1991 a 2020 e 1961 a 1990 no Cerrado e em Matopiba.



Os amplos impactos nos meios de subsistência, na segurança alimentar, nos recursos naturais e na saúde provocados pelos riscos físicos das alterações climáticas tornam inevitável a aceleração das transições climáticas.

durante esse período, o Brasil poderia ter alcançado um aumento adicional de 20 a 25 por cento sem o efeito da mudança climática.³⁴ A comparação dos dados de estações meteorológicas entre dois intervalos de 30 anos, 1961 a 1990 e 1991 a 2020, ilumina as mudanças nas condições que a indústria de soja brasileira já está vivenciando.

No norte do país, inclusive no Cerrado, grandes mudanças nas condições atmosféricas críticas para a produtividade agrícola estão ameaçando a disponibilidade de água em uma região responsável por mais da metade da produção brasileira de soja.³⁵ Essas mudanças aceleradas ameaçam a segurança financeira dos produtores agrícolas que dependem da chuva para irrigação, o que abrange a grande maioria dos produtores de soja no Brasil. Por exemplo, a chuva fornece aproximadamente R\$ 5 a 15 bilhões em serviços de irrigação para os 97 por cento dos produtores agrícolas da Amazônia que dependem dela.³⁶ Por outro lado, o sudoeste do Brasil é projetado para experimentar um aumento substancial no total de precipitações. À medida que a umidade muda a partir do norte do Brasil, a prevalência de eventos extremos de inundação deve aumentar, representando uma ameaça de perdas financeiras para os agricultores da região.^{37 38 39}

Além disso, o avanço do desmatamento, principalmente na Amazônia, deve alterar

drasticamente os padrões de precipitação em todo o centro-oeste e sudeste do Brasil, diminuindo a precipitação durante a estação seca e encurtando as estações chuvosas. De acordo com a UFMG, “Considerando um cenário de aumento do desmatamento na parte sul do bioma amazônico até 2050, as novas áreas abertas para a pecuária e a produção de grãos gerarão mais R\$ 100 bilhões de renda. No entanto, esse mesmo desmatamento resultará em uma perda de R\$ 930 bilhões na produção já estabelecida na região”, de acordo com a UFMG.⁴⁰

A falta de transparência nas cadeias produtivas de soja no Brasil resulta, com frequência, em caracterizações abrangentes de produtores em todo o setor, mas os fazendeiros envolvidos em práticas de produção mais sustentáveis sem vínculos com o desmatamento têm muito a perder financeiramente com o desmatamento causado por concorrentes menos sustentáveis.

Finalmente, os custos trabalhistas em regiões expostas à fumaça de incêndios florestais podem aumentar devido ao risco de agravamento de doenças respiratórias, que têm surgido devido à crescente frequência e à intensidade dos incêndios florestais.⁴¹ Esses efeitos são causados pela mudança climática global e agravados pela mudança regional no uso da terra, que altera as interações terra-atmosfera, essenciais para manter o clima histórico.

À medida que a sociedade, o setor privado e os legisladores se conscientizam do impacto financeiro das mudanças físicas sobre a economia brasileira e os produtores agrícolas se mobilizam para proteger os recursos naturais que criam a vantagem competitiva do Brasil, o risco das transições climáticas abruptas aumentará.

Os impactos abrangentes sobre os meios de subsistência, a segurança alimentar, os recursos naturais e a saúde causados pelos riscos físicos das mudanças climáticas tornam inevitável a aceleração das transições climáticas. Os únicos fatores desconhecidos são a velocidade e a escala dessas transições. Considerar uma série de possíveis transições climáticas utilizando projeções prospectivas é, portanto, fundamental para preparar o setor de soja brasileiro para os riscos e as oportunidades que moldarão o futuro.

As Transições Climáticas Já Estão Impactando o Setor Brasileiro de Soja

As respostas aos impactos físicos das mudanças climáticas entre os legisladores, a sociedade civil e os atores do setor privado estão se acelerando rapidamente

Seção 3

Esperar para agir criará transições mais perturbadoras no futuro, o que tornaria as perdas financeiras projetadas mais severas, à medida que o agravamento dos impactos físicos se concretizasse.

Os governos, as empresas, as instituições financeiras, a sociedade civil e os consumidores estão considerando cada vez mais as consequências de um clima de aquecimento à medida que o custo e a escala dos danos se tornam mais amplamente compreendidos e a janela para mitigar os piores impactos está se fechando rapidamente. Quanto mais cedo esses grupos agirem, mais tempo o setor de soja brasileiro terá para adaptar os modelos de negócios a um mundo em evolução.

Por outro lado, esperar para agir criará transições mais disruptivas no futuro, o que agravaria as perdas financeiras projetadas à medida que os impactos físicos piorarem. Os principais caminhos de impacto para transições climáticas, conforme descrito abaixo, são políticos e legais, de mercado, da reputação e de tecnologia.^f

Todos esses riscos já estão se materializando nas demonstrações financeiras das cadeias produtivas do setor de soja brasileiro, mas os produtores, os investidores, os compradores finais e os financiadores que se adaptarem de forma proativa podem mitigar significativamente esses riscos e se beneficiar das oportunidades de mercado apresentadas pelas transições climáticas.

Políticas e Transições Legais: Metas e Regulamentos Climáticos Nacionais e Internacionais

Depois da eleição do presidente Lula da Silva, o novo governo brasileiro se comprometeu a atualizar as metas climáticas internas do país e também a remover mais 400 milhões de toneladas de CO₂e das metas anteriores do Brasil. O cumprimento dessas metas climáticas implicaria em reduções substanciais de emissões da indústria agrícola do país. As principais políti-

cas agrícolas de baixo carbono já aprovadas pelo Brasil estão criando riscos e oportunidades de transição, e espera-se que essa tendência se acelere à medida que o Brasil assumir um papel mais central no cenário climático global na corrida até a liderança no fórum intergovernamental de 2024, no G20, na Conferência de Mudanças Climáticas da ONU de 2025 (COP30) e na cúpula do BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China, África do Sul) de 2025 com o grupo das principais economias emergentes.

No cenário internacional, novas metas e regulamentações climáticas terão um impacto significativo no setor agrícola brasileiro. Na cúpula da COP26 de 2021, a maior conferência anual da ONU sobre mudanças climáticas, mais de 140 países se comprometeram a deter e reverter o desmatamento e a degradação do solo até 2030, o que foi formalizado pelo acordo da Conferência das Nações Unidas de 2023 Sobre Mudanças Climáticas (COP28).⁴² Enquanto isso, grandes mercados de exportação, como a União Europeia (UE), já estão instituindo novas regulamentações contra o desmatamento.⁴³

Em 2023, a UE aprovou um novo regulamento sobre desmatamento que exige uma declaração de *due diligence* para todos os produtos que entram no mercado, a fim de verificar se eles foram produzidos ou não em terras desmatadas recentemente ou degradadas. As penalidades associadas à lei são severas e incluem exclusão do mercado na UE, confisco de receitas e multas elevadas. Estima-se que quase 80 por cento das exportações do agronegócio brasileiro e 40 por cento do total das exportações do país para a UE estejam sujeitas a esse regulamento.⁴⁴

Regulamentos semelhantes focados na prevenção de importações de produtos de soja

^f Conforme conteúdo da Task Force on Climate-related Financial Disclosures, amplamente utilizado por órgãos reguladores que emitem divulgações financeiras obrigatórias relacionadas ao clima.

TRANSIÇÕES CLIMÁTICAS QUE AFETAM O SETOR DE SOJA DO BRASIL

As transições climáticas estão se materializando em todos os segmentos da cadeia produtiva da soja brasileira

Categoria de risco:



Política e Jurídica



Tecnologia



Mercado



Reputação



O aumento do acesso às ferramentas de monitoramento por satélite permite mecanismos de fiscalização mais sólidos e práticas de *due diligence* na cadeia de suprimentos.



Combustíveis de aviação sustentáveis impulsionam a crescente demanda por biocombustíveis para redução da intensidade de carbono do setor aéreo.



O amadurecimento de tecnologias de carnes alternativas poderia diminuir a demanda por matéria-prima, criando entretanto novas oportunidades de mercado.



Mudanças na preferência do consumidor podem restringir o acesso ao mercado de produtos com vínculos percebidos com o desmatamento e conversão, à medida que a disseminação da informação se acelera.



Varejistas, atacadistas e comerciantes exigem novos padrões ambientais dos seus fornecedores, o que cria riscos de acesso ao mercado para aqueles que não os cumprem e oportunidades para produtores com políticas sólidas.



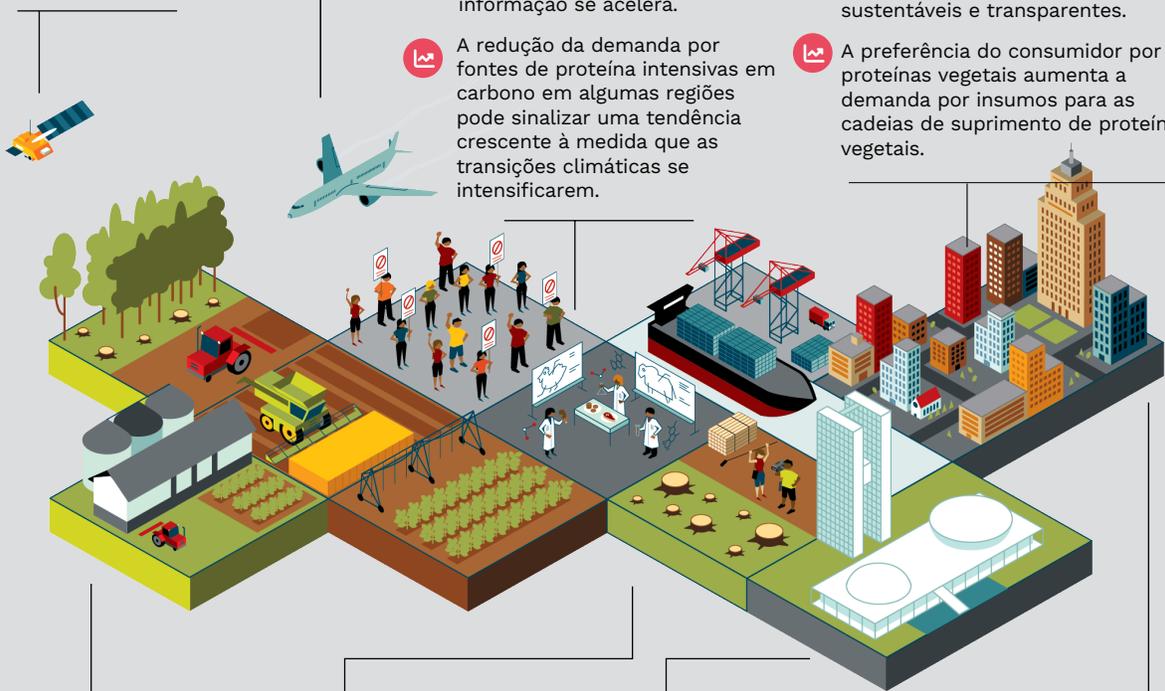
Cresce a demanda das empresas e dos consumidores por soja livre de desmatamento e com baixas emissões, o que cria forte demanda por cadeias de suprimentos sustentáveis e transparentes.



A preferência do consumidor por proteínas vegetais aumenta a demanda por insumos para as cadeias de suprimento de proteínas vegetais.



A redução da demanda por fontes de proteína intensivas em carbono em algumas regiões pode sinalizar uma tendência crescente à medida que as transições climáticas se intensificarem.



Novas tecnologias de plantio permitem maiores rendimentos, fluxos de receita diversificados e reduções de emissões.



O aumento da eficiência dos recursos protege os produtores do aumento dos preços da terra e da competição.



Aumento da conscientização das partes interessadas sobre desmatamento, perdas da natureza e mudanças climáticas aumentam o escrutínio sobre as cadeias de suprimentos de *commodities* tropicais.



Os países importadores restringem ou proíbem produtos não certificados ou aqueles associados ao desmatamento, o que impacta o acesso ao mercado.



Restrições governamentais ao desmatamento reduzem a disponibilidade de terra e aumentam os preços da terra.



Introdução de impostos sobre gases de efeito estufa (GEE) ou sistemas de preços que aumentam os custos ou oferecem oportunidades de diversificação de receita para os produtores agrícolas.



O aumento da adoção de divulgações financeiras obrigatórias relacionadas ao clima permite que os investidores avaliem os riscos com mais precisão nas empresas das suas carteiras.



Os acionistas ou fornecedores de capital desinvestem ou expressam preocupações com compromissos ambientais em compromettimentos ou deliberações de acionistas.



Os fornecedores de capital vinculam o financiamento a melhorias nas emissões de GEE ou a compromissos de desmatamento e livres de conversão, o que aloca mais recursos para a produção sustentável.



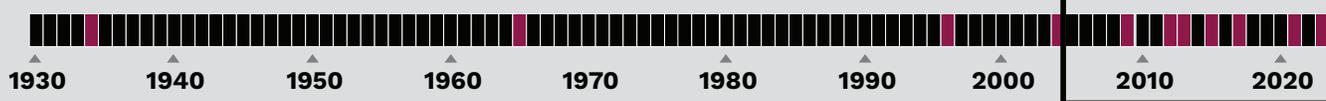
A EVOLUÇÃO DAS POLÍTICAS AGRÍCOLAS ASSOCIADAS AO CLIMA NO BRASIL

O panorama das regulamentações climáticas está evoluindo rapidamente à medida que o governo responde à aceleração dos impactos climáticos

MARCOS REGULATÓRIOS

1930-2023

Consulte a próxima página para obter detalhes



1934

Código Florestal:

Revisado em 1965; Atualizado em 2012. Conservação da vegetação nativa em propriedade privada.

1965

O Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR):

Na safra de 2023/2024, o Plano Agrícola e Pecuário (PAP) incentivou sistemas de produção sustentáveis em propriedades de médio e grande porte, diminuindo as taxas de juros para recuperação de pastagens degradadas.

1996

Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF):

Aumento da resiliência dos agricultores familiares e mitigação das emissões de GEE.

2004

Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB):

Direcionamento da produção e o uso do biodiesel e estímulo ao desenvolvimento rural.

Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) e Plano de Ação para a Prevenção e Controle do

Desmatamento no Cerrado (PPCerrado): Redução das taxas de desmatamento e desmatamento zero até 2030. O PPCDAm foi revisado e reativado em 2023; o PPCerrado foi revisado em 2016.

Em andamento

Programa de Recuperação de Pastagens Degradadas:

Recuperação de pastagens abandonadas, degradadas e de baixa produtividade.

Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE):

Sistema de *cap-and-trade* que contribui para mitigação das emissões e cumprimento dos compromissos da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, na sigla em inglês), reduzindo os riscos físicos.

Programa Combustíveis do Futuro:

Aumento do uso de combustíveis sustentáveis, redução da intensidade média de carbono e promoção do desenvolvimento de tecnologias.

GASTOS E AÇÕES GOVERNAMENTAIS

Autos de infração emitidos na Amazônia Legal, em milhares

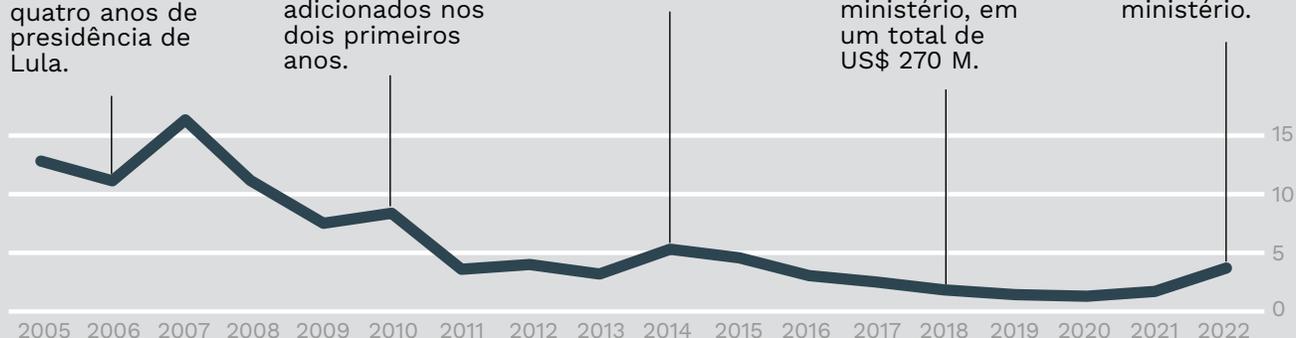
Presidente Lula eleito para o segundo mandato: o orçamento do Ministério do Meio Ambiente e Clima subiu em três dos quatro anos de presidência de Lula.

Presidente Dilma Rousseff eleita: Dilma administrou altas e baixas no orçamento do ministério, com US\$ 130 milhões adicionados nos dois primeiros anos.

Presidente Dilma Rousseff eleita para o segundo mandato: US\$ 60M cortados perto do final do segundo mandato.

Presidente Bolsonaro eleito: A cada ano, o governo de Bolsonaro fez cortes no orçamento do ministério, em um total de US\$ 270 M.

Presidente Lula eleito para o terceiro mandato: Lula devolveu US\$ 120 M aos recursos do ministério.



PERDA DA FLORESTA AMAZÔNICA PRIMÁRIA

Em milhares de hectares



2009
Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC): Aprovada pelo Congresso Nacional para alcançar reduções de emissões. O Plano ABC, PPCDAm e PPCerrado são três dos planos setoriais que fazem parte do PNMC.

2012
Plano Setorial de Adaptação e Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC): Promoção de práticas agrícolas que reduzam as emissões de GEE,

auumentem a eficiência e resiliência dos sistemas agrícolas e diminuam a pressão sobre o desmatamento. Nova fase ABC+ em 2021.

2013
Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PLANAPO): Incentivo à agroecologia e à agricultura orgânica por meio de créditos agrícolas, assistência técnica e pesquisa e desenvolvimento. Potencial para aumento da

resiliência e redução das emissões de GEE na agricultura dos agricultores familiares.

2015
Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC): A atualização mais recente em 2022 inclui uma meta de redução das emissões de GEE em 37% até 2025 e 50% até 2030, em relação às emissões de 2005, para atingir a neutralidade climática até 2050.

2017
Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio): Redução das emissões no setor de transportes e incentivo aos produtores de biocombustíveis para aumento da eficiência de carbono das operações.

2021
Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ecossistêmicos (PNPSA): Incentivo ao mercado de serviços do ecossistema e criar oportunidades

de recuperação de áreas desmatadas e proteção da vegetação natural.

2023
Política de Finanças Sustentáveis: Apoio às iniciativas de financiamento sustentável, combate ao *greenwashing*, melhora na transparência e divulgação, promoção do desenvolvimento de uma taxonomia adequada e incentivo à inovação.

Esforços dos Financiadores para Mitigar os Riscos Reputacionais em Investimentos

Em 2019, 57 investidores que representam aproximadamente R\$ 31,5 trilhões em ativos administrados emitiram um comunicado descrevendo suas expectativas para as empresas envolvidas no comércio de soja. Ao expressar suas preocupações com regiões como o Cerrado e Gran Chaco, que têm enfrentado aumento da conversão distante do aumento da vegetação nativa nos últimos anos, o grupo delineou as quatro expectativas alinhadas intencionalmente com as recomendações finais do Conselho de Estabilidade Financeira da TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures).

Expectativas dos investidores

1. CONSCIENTIZAÇÃO E GOVERNANÇA

- Conscientização e supervisão das questões de sustentabilidade e desmatamento em nível do conselho.
- Uma política de desmatamento específica de *commodities* divulgada publicamente, com um compromisso quantificável e com prazo que abranja toda a cadeia de suprimentos e locais geográficos de abastecimento.

2. GESTÃO DOS RISCOS E RASTREABILIDADE

- Divulgação pública de processos para identificação, avaliação e gestão de riscos de desmatamento em toda a cadeia de suprimento de soja.

3. ESTRATÉGIA E MITIGAÇÃO DE RISCOS

- Divulgação pública do percentual de soja proveniente de fornecedores em conformidade com a política de desmatamento da empresa.
- Divulgação pública do protocolo em caso de descumprimento por parte do fornecedor, inclusive os requisitos para que um plano de ações corretivas com prazo de validade possibilite a volta à conformidade.
- Divulgação pública de uma estratégia com prazo para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa de Escopo 1, 2 e 3.

4. MÉTRICAS E MONITORAMENTO

- Divulgação pública das métricas utilizadas para identificar, avaliar e gerir os riscos de desmatamento provocados pela soja em toda a cadeia de suprimentos.
- Divulgação pública das emissões de GEE de Escopo 1, 2 e 3, calculadas de acordo com a metodologia e as práticas de estimativas de GEE reconhecidas internacionalmente.

À medida que os riscos de reputação se intensificam, os participantes do setor precisarão mostrar aos investidores que podem atender a essas expectativas para manter o acesso ao capital.

Os avanços recentes na tecnologia oferecem oportunidades sem precedentes para melhorar a produtividade e a sustentabilidade, o que permite aos produtores reduzir a dependência da desflorestação e da mudança no uso da terra para a expansão.

e outros produtos ligados ao desmatamento ilegal estão sendo emitidos em importantes mercados de exportação em todo o mundo, enquanto a China e o Brasil continuam as negociações para acabar com o desmatamento ilegal motivado pelo comércio.^{45 46} O descumprimento dessas novas exigências pode resultar em perda significativa de acesso ao mercado para a agricultura brasileira, enquanto cadeias de suprimentos transparentes se beneficiarão de uma demanda mais estável e preços possivelmente mais altos.

Várias partes interessadas recentemente começaram a pressionar os sistemas legais e regulatórios relevantes para considerar as teorias jurídicas que consideram o descumprimento dos compromissos de sustentabilidade declarados em público como conduta comercial fraudulenta. Isso acabou ficando

evidente mais recentemente em uma queixa formal apresentada à Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) alegando a falha de um grande produtor brasileiro de soja em acabar com o desmatamento e com os abusos dos direitos humanos conhecidos da sua cadeia de suprimento de soja. O produtor violou seus compromissos declarados de acabar com o desmatamento na Amazônia e no Cerrado. Uma possível violação do código internacional relativa a uma conduta empresarial responsável pode ter consequências significativas se as autoridades competentes agirem.

Transições Tecnológicas: Avanços na Ciência e na Tecnologia

Os avanços em tecnologias de proteínas alternativas representam riscos reais para a demanda sustentada pela soja brasileira

À medida que a eficiência da produção aumenta, e a intensidade das emissões diminui em todo o setor brasileiro de soja, os produtores que não se adaptam correm o risco de serem superados no mercado global por aqueles que o fazem.

ra como matéria-prima, mas proteínas e biocombustíveis à base de plantas oferecem oportunidades para diversificação da receita e mitigação do risco de diminuição da demanda por carnes de ruminantes até 2050.⁴⁷ O risco de perder o acesso aos mercados internacionais e às cadeias de suprimentos também está aumentando à medida que empresas, governos e a sociedade civil aproveitam imagens de satélite acessíveis e em tempo real para monitorar o desmatamento e o uso da terra. No entanto, os avanços recentes na tecnologia oferecem oportunidades sem precedentes para melhoria da produtividade e sustentabilidade, o que permite aos produtores reduzir a dependência do desmatamento e da mudança do uso da terra para expansão.

Uma das inovações mais notáveis é a adoção de técnicas de agricultura de precisão, que alavancam dados em tempo real e tecnologia de sensores para monitorar a saúde e a nutrição das plantações. Isso permite que os agricultores tomem decisões fundamentadas e otimizem os regimes de insumos, o que aumenta as taxas de crescimento. Além disso, a integração de tecnologias geoespaciais baseadas em satélite e sistemas de rastreamento por GPS permite um manejo de terra mais eficiente e que reduz a degradação do solo. Esses avanços tecnológicos não apenas melhoram a produtividade, mas também contribuem para a sustentabilidade ambiental ao reduzir o desperdício de recursos e mitigar o impacto ecológico da soja, o que os torna ferramentas fundamentais para moldar o futuro do setor brasileiro de soja.

Os pesquisadores fizeram avanços significativos no desenvolvimento de técnicas inovadoras para otimizar a qualidade e a quantidade do solo. Isso inclui métodos melhores de seleção de sementes e fertilização de precisão que garantem a resiliência das culturas no decorrer do ano. Além disso, avaliações de saúde do solo inovadoras e práticas sustentáveis de manejo da terra estão ajudando os fazendeiros a recuperar pastagens degradadas e manter os ecossistemas mais saudáveis. Esses avanços científicos não apenas aumentam a capacidade de carga das terras agrícolas, mas também contribuem para a resiliência climática e a redução dos impactos ambientais, tornando-as um componente crucial da

soja sustentável e eficiente no Brasil.

Embora alguns produtores no Brasil tenham conseguido se adaptar e aproveitar essas novas oportunidades, ainda há um grande segmento de produtores que poderiam se beneficiar dessas oportunidades se recebessem o apoio regulatório, financeiro e técnico para implementá-las. À medida que a eficiência da produção aumenta e a intensidade das emissões diminui no setor brasileiro de soja, os produtores que não se adaptarem correm o risco de serem superados no mercado global por aqueles que o fizeram.

Transições de Reputação: Riscos Enfrentados Pelos Atores Brasileiros do Setor de Soja

Os riscos reputacionais estão se tornando cada vez mais importantes para os produtores agrícolas no Brasil devido à crescente conscientização global sobre o desmatamento e a sustentabilidade ambiental. Melhorias significativas no monitoramento por satélite permitiram que agências de vigilância, empresas e financiadores monitorassem com mais eficiência os sinais de desmatamento e degradação para evitar riscos reputacionais, e aqueles sem monitoramento correm o risco de constrangimento público quando as deficiências forem expostas por ONGs ou jornalistas.

As percepções negativas dos consumidores e investidores podem afetar o acesso das empresas aos mercados internacionais e financiamentos. Compradores e investidores finais com compromissos de sustentabilidade e valores de marca elevados são particularmente propensos a responder aos riscos à reputação, especialmente quando estão localizados em países ou regiões com sólidas exigências de divulgação climática. Cada vez mais, os participantes que ficam aquém dos compromissos de sustentabilidade enfrentam alegações de *greenwashing* (maquiagem verde) e estão expostos a riscos à reputação para os ativos da marca.

Transições de Mercado: Esforços Climáticos de Empresas e Investidores

Os esforços de empresas e investidores para atingir metas climáticas cada vez mais



ambiciosas, sem dúvida, moldarão o futuro do setor de soja do Brasil. Esses esforços se proliferaram nos últimos anos. Na 26ª Conferência Global da ONU Sobre o Clima, a COP26, dez das maiores empresas do mundo muito envolvidas na produção global de *commodities* assinaram um compromisso para acabar com o desmatamento nas suas cadeias de suprimentos até 2030.⁴⁸ Enquanto isso, 30 instituições financeiras líderes, com mais de R\$ 43,5 trilhões em ativos sob gestão, se comprometeram em conjunto a eliminar *commodities* agrícolas provenientes de desmatamento das suas carteiras de investimentos e empréstimos até 2025.⁴⁹

Os financiadores também manifestaram preocupações significativas sobre a proteção de investimentos contra riscos à reputação causados pelo desmatamento. Um desses incidentes ocorreu em 2020, quando um grupo de investidores ameaçou cancelar investimentos nos produtores de carne bovina do Brasil, comerciantes de grãos e até em títulos do governo, citando risco elevado em

nível de país causado pelos riscos do desmatamento descontrolado e pela falta de transparência.⁵⁰

Da mesma forma, as corporações que fazem parte das cadeias de suprimentos com risco de desmatamento estão sob pressão para eliminar o desmatamento na fonte, enquanto trabalham para melhorar os mecanismos de financiamento da resiliência dos produtores diante das transições climáticas. Cerca de dois terços das empresas com alta exposição ao desmatamento têm políticas de abastecimento destinadas a mitigar essas exposições, e esse número deve crescer à medida que as exigências de divulgação financeira relacionadas ao clima são aprovadas no mundo todo e os acionistas apresentam resoluções em favor de políticas mais rigorosas e monitoramento mais intenso.⁵¹ A aceleração dos compromissos das empresas e dos investidores impede o acesso ao mercado e o financiamento de fornecedores que não atendem a estes critérios.

PONTOS FORTES, PONTOS FRACOS, OPORTUNIDADES E AMEAÇAS PARA O SETOR DE SOJA BRASILEIRO

O setor de soja brasileiro enfrenta desafios significativos e oportunidades sem precedentes

Mercados emergentes de carbono e biodiversidade, estratégias de intensificação sustentável e mercados emergentes para proteínas alternativas e biocombustíveis oferecem aos produtores de soja proativos a oportunidade de diversificar os fluxos de receita e aumentar sua lucratividade. Aqueles que não conseguem responder aos desafios significativos da evolução do risco de mercado, como a mudança de regulamentação, o aumento dos preços da terra e do carbono e possíveis restrições de acesso ao mercado, nublam o futuro do setor de soja brasileiro.

Oportunidades

- Aumento da demanda dos consumidores por desmatamento zero e soja de baixa emissão.
- Grande potencial para aumento da receita e redução dos custos por meio de maior eficiência no uso da terra, impulsionada pela pesquisa e desenvolvimento inovadores (P&D), assistência técnica, melhor manejo e melhorias de infraestrutura.
- Novas oportunidades de diversificação de fluxos de receita por meio de mercados emergentes de carbono e biodiversidade juntamente com outras soluções baseadas na natureza.

Ameaças

- Novos custos de emissão da produção, processamento e transporte com o surgimento dos preços de GEE
- Preços mais altos da terra devido a restrições de desmatamento e competição por terras para produção crescente de *commodities* e projetos do mercado de carbono
- Diminuição da demanda de soja para ração devido à menor produção de carnes de ruminantes.

Pontos Fortes

- Poder concentrado dos mercados do meio (*midstream*) e do fim (*downstream*) da cadeia de produção para a alocação eficiente do processamento e da venda de produtos
- Participação significativa no mercado internacional
- Indústria estabelecida e infraestrutura de suporte
- Sólido histórico de melhorias de produtividade nas últimas décadas

Pontos Fracos

- Aplicação da lei limitada e inconsistente em caso de desmatamento
- Altos custos de transporte para agricultores localizados longe de centros de demanda, das instalações de processamento e portuárias.
- A lucratividade é muito sensível às mudanças no preço da soja.
- As exportações dependem bastante da procura de um único mercado – a China.

Fonte: Análise dos autores.

Um Vislumbre do Futuro do Setor Soja Brasileiro por Meio da Modelagem Econômica

Seção 4

O Brasil está numa posição única para aproveitar oportunidades para garantir que o seu setor de soja permaneça competitivo, em meio a essas mudanças, e para apoiar a economia rural do país nas próximas décadas.

Oito tendências emergentes decorrentes das transições climáticas provavelmente gerarão riscos e oportunidades para as partes interessadas em todo o setor de soja

As transições climáticas gerarão vencedores e perdedores no setor de soja global, impulsionados principalmente pela mudança de dietas, mudanças tecnológicas, melhores práticas de manejo e redução da disponibilidade da terra. O Brasil está em uma posição única para aproveitar as oportunidades e garantir que o seu setor de soja permaneça competitivo entre essas mudanças e para apoiar a economia rural do país nas próximas décadas.

A análise do cenário de transição climática é necessária para se entender quem se sairá melhor com as transições climáticas e como melhor gerenciá-las, o que apresenta um caminho para testar pontos fracos e possíveis oportunidades em todo o setor brasileiro de soja. Ao considerar diferentes cenários de futuro com níveis alternativos de ação climática, adoção de tecnologias e outros fatores, as partes interessadas no setor de soja do Brasil estão mais aptas a planejar o futuro. Embora seja impossível saber exatamente como as transições climáticas se desdobrarão no futuro, a utilização desse tipo de análise de cenários representa uma oportunidade para entender a variedade de impactos futuros e identificar onde os novos investimentos em resiliência serão mais necessários.

Pela análise do impacto das projeções prospectivas (*consulte o quadro Cenários Explicados*), é claro que para as empresas com alta eficiência de produção, baixos custos de aluguel, proximidade da infraestrutura – inclusive dos centros de demanda, portos e instalações de processamento – o acesso ao capital e à receita diversificada a partir de soluções baseadas na natureza sobreviverá e prosperará nas terras existentes. Por outro lado, produtores com maiores custos operacionais e financeiros encontrarão o desafio

Destaques do Capítulo

A magnitude da resposta global às mudanças climáticas ditará o impacto no setor de soja brasileiro. No entanto, **mesmo as projeções do cenário da Política de Previsão alinhadas pelos IPR inferiores a 2°C** preveem alterações significativas até 2050, conforme descritas a seguir:

- Produtores de soja intensivos em emissões enfrentarão custos crescentes e ganharão oportunidades para diversificar fluxos de receita pelos mercados de carbono à medida que os preços de GEE aumentarem.
- A ação climática, as medidas de conservação da terra e a competição pela terra a partir da bioeconomia reduziriam a disponibilidade de terras agrícolas acessíveis em 11 por cento.
- Os produtores experimentarão um aumento de 14 por cento no rendimento.
- A produção aumentaria em 2 por cento.
- Os investimentos de capital na agricultura brasileira aumentariam 88 por cento.
- Os preços diminuiriam 15 por cento, à medida que a inovação tecnológica reduzir os custos de produção.
- A demanda brasileira por soja diminuiria em 3 por cento no mercado interno, impulsionada pela mudança na preferência do consumidor por carnes de ruminantes, reduzindo a demanda por ração.
- O Brasil tem potencial para aumentar sua vantagem competitiva em soja livre de desmatamento, de baixa emissão e de alto rendimento em transições climáticas, podendo aumentar as exportações em 6 por cento, apesar de um declínio de 5 por cento nos volumes globais de soja negociados.

da intensificação sustentável da terra.

O financiamento do governo e dos investidores e o aumento da produtividade agrícola, principalmente por meio da tecnologia e de práticas de manejo sustentável, desempenharão um papel importante ao possibilitar ou prejudicar a competitividade global do Brasil. A sustentabilidade e a melhoria da



produtividade podem se tornar a fonte de vantagem competitiva da indústria de soja brasileira. Sua posição como importante ator global permite que os produtores brasileiros de soja estabeleçam as bases para os padrões globais em parceria com as principais regiões importadoras.

As projeções de quatro versões do futuro com ação climática alinhada a 1,5°C ou 2°C, além de uma versão do futuro que segue a trajetória *Business as Usual*, alimenta as partes interessadas com as informações necessárias para a tomada de decisões fundamentadas. Os líderes de mercado se prepararão para as ambiciosas transições climáticas esperadas em um mundo que age para restringir o aquecimento a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais.

No entanto, até mesmo cenários de transição modestos alinhados com os 2°C de aquecimento transformarão de forma significativa o setor de soja brasileiro. O cenário da Política de Previsão, alinhado à iniciativa de IPR do PRI, representa um cenário de referência alinhado a menos de 2°C, baseado em políticas já previstas para mostrar com clareza a escala de possíveis impactos que as transições climáticas terão no setor brasileiro de soja. Esse fato lança luz sobre as principais tendências que o setor brasileiro de soja pode enfrentar à medida que as transições climáticas se tornarem cada vez mais inevitáveis, e as oito tendências mais importantes que afetam os resultados financeiros são descritas abaixo.

CENÁRIOS EXPLICADOS: PROJEÇÕES DE DIVERSOS FUTUROS PARA O SETOR DE SOJA BRASILEIRO

Cada cenário considera tanto os caminhos globais quanto os locais correspondentes para atingir as metas de temperatura de aquecimento global até 2050.

Business As Usual - Base com Meta de Aquecimento > 3°C [§]

Cenário Business as Usual: O Cenário *Business as Usual* pressupõe ambições globais e locais limitadas para enfrentar a crise climática, uma continuidade das tendências atuais. Isso significaria que as mudanças alimentares não são adotadas, as áreas protegidas não se ampliam e pouca ambição internacional em apoio à ação climática é realizada. As emissões de GEE da agricultura, silvicultura e outros usos do solo (AFOLU) têm preços muito baixos, enquanto são feitos esforços limitados de prevenção do desmatamento. Embora esse cenário reflita o *status quo*, os riscos físicos agudos aos quais o setor de soja brasileiro está exposto afetarão muito mais a produção do que os descritos no cenário *Business as Usual*, que abrange apenas os riscos de transição em escala decenal.⁵² Os riscos adicionais de eventos climáticos extremos, os efeitos da produtividade do trabalho, das pragas, doenças e tolerância ao calor pelos animais reduzirão os rendimentos. A inevitabilidade resultante das transições climáticas significa que o cenário *Business as Usual* pinta um quadro mais otimista do futuro do que o setor de soja enfrentará. Um mundo com impactos extremos de temperatura > 3°C, precipitações e umidade apresentaria um risco existencial à lucratividade das fazendas brasileiras, mesmo que os riscos de transição sejam menores.

Ação Modesta com Meta de Aquecimento < 2°C

Cenário de Política de Previsão: A Política de Previsão Modesta é um componente do cenário da Inevitable Policy Response (IPR) pelos Principles for Responsible Investment (PRI) apoiados pela ONU e projeta previsões de políticas atuais até 2050 sem desvio substancial dos compromissos esperados. Ocorrem mudanças médias na dieta e reduções de resíduos alimentares, são introduzidas políticas climáticas de baixa ambição e as políticas de proteção da terra existentes são ampliadas apenas nos pontos críticos e essenciais da biodiversidade. Estima-se que os preços das emissões de GEE da AFOLU aumentem. No entanto, os valores sobem de forma abrupta, apresentando forte variação regional.

Cenário de Política Coordenada: A Política Coordenada Modesta é caracterizada por políticas climáticas ligeiramente mais ambiciosas que são implementadas mais cedo do que no Cenário de Políticas Modesta. Compromissos abrangentes de reflorestamento e redução do desmatamento são observados em todo o Brasil e a gestão eficaz dos *hotspots* de biodiversidade é garantida. Além da política de uso da terra, mudanças alimentares modestas, reduções de resíduos alimentares e preços de emissões de AFOLU também fazem parte desse cenário. No entanto, essas mudanças não representam mudanças sociais substanciais.

Ação Ambiciosa com Meta de Aquecimento < 1,5°C

Cenário de Transformação Social: A Transformação Social Ambiciosa é caracterizado por uma forte transformação social, com ampliação das providências tomadas nos cenários Modestos. As emissões de GEE da AFOLU têm preços mais altos e ocorrem mudanças significativas na dieta. Isso reduz a ingestão de carne e o desperdício de alimentos. Além disso, as áreas protegidas dobram dos atuais ~15 por cento para 30 por cento até 2030, em linha com a iniciativa internacional 30x30. O desmatamento é reduzido e o reflorestamento é aumentado.⁵³ Esse cenário também pressupõe a mudança para adoção de práticas de manejo de médio porte tecnológico e sustentável.

Cenário de Inovação: A Inovação Ambiciosa desvia-se da transformação social, favorecendo, em vez dela, soluções inovadoras para processos intensivos em GEE. A mudança mais importante projetada é a implementação intensiva de práticas de melhoria de rendimento, inclusive a adoção de tecnologia e eficiência no uso de fertilizantes. Os preços de GEE da AFOLU sobem para os níveis observados sob uma ampla transformação social. Este cenário pressupõe a adoção de práticas de alta tecnologia e manejo sustentável, estimuladas por investimentos em pesquisa e desenvolvimento e alta difusão de inovação em todo o setor.

[§] A Orbitas está colaborando com o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) e a Vivid Economics para promover alinhamento em torno das premissas dos cenários de transição climática. Os cenários foram extraídos da ferramenta de cenário de transição WBCSD, inspirado por os cenários da fase 1 de Orbitas, com modificações para incorporar desenvolvimentos recentes. Consulte aqui para a ferramenta WBCSD anterior: <https://www.wbcsd.org/Programs/Re-defining-Value/TCFD/News/WBCSD-releases-new-climate-transition-scenario-tool-for-companies-in-the-Food-Agriculture-and-Forest-Products-sectors>

> Consulte o **Apêndice 2** para obter mais informações sobre as premissas dos cenários.

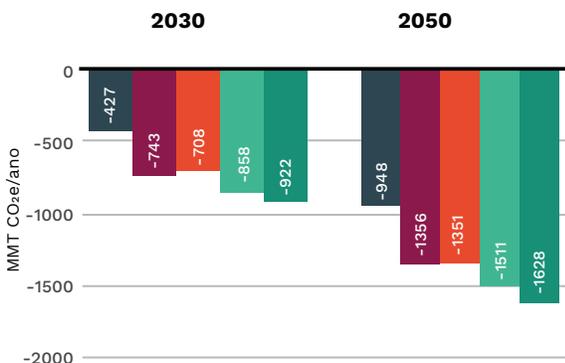
FIGURA 3.

REDUÇÕES PROJETADAS DE CO₂ E N₂O POR MUDANÇAS NA AGRICULTURA E NO USO DA TERRA NO BRASIL EM RELAÇÃO A 2020

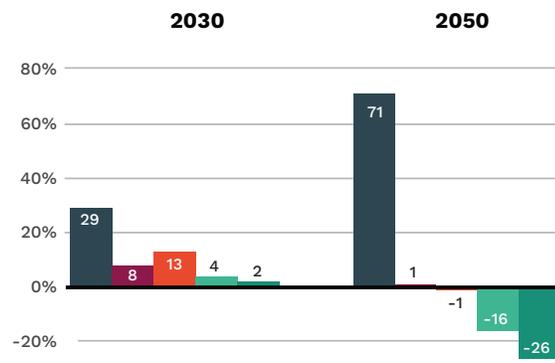
À medida que o mundo adotar a precificação de carbono e o Brasil trabalhar para cumprir compromissos internacionais e a mudança no uso da terra, as emissões agrícolas diminuiriam



Emissões líquidas de CO₂ projetadas em função da variação do uso da terra em relação a 2020



Varição Percentual Projetada nas Emissões Líquidas de N₂O da Agricultura em Relação a 2020



Em valores absolutos (MMT CO₂e/ano)

	Business as Usual	Política de Previsão Modesta	Política Coordenada Modesta	Transformação Social Ambiciosa	Inovação Ambiciosa
2030	149	124	130	120	118
2050	197	117	114	97	86

Fonte: Resultados da modelagem econômica dos autores (MAGPIE).

Diminuição das emissões de nitrogênio no Brasil:

Em cenários de transição de 2°C e 1,5°C, as emissões de N₂O caíram até 26 por cento

Tendência 1. Precificação das Emissões.

Os preços das emissões de GEE podem aumentar significativamente os custos de produção para os produtores de soja com emissão intensiva e criar oportunidades para diversificar os fluxos de receita.

As principais fontes de custos de emissões incluem emissões de CO₂ provenientes do desmatamento, conversão de ecossistemas ricos em carbono, uso de combustível para transporte e operação e óxido nitroso (N₂O) proveniente da aplicação de fertilizantes para solos agrícolas.

Mesmo assim, as políticas brasileiras já promulgadas, mas não implementadas totalmente, mostram o potencial de baixa

emissão de todo o setor agrícola brasileiro, mesmo no cenário *Business As Usual*. A implementação de políticas atuais poderia transformar o sistema brasileiro do uso da terra em um sumidouro de carbono líquido no curto prazo e estabelecer um potencial de baixa emissão mais amplo como uma meta viável de médio prazo para o país. No cenário *Business as Usual*, o Brasil veria uma queda nas emissões de CO₂ decorrente da mudança do uso da terra como resultado das reduções no desmatamento projetadas com a implementação integral do Código Florestal Brasileiro.

Reduções mais profundas nos cenários de transição resultariam da tarifação agressiva das emissões da mudança no uso da terra (LUC) e de políticas mais ambiciosas. Os maiores compromissos de conservação

em *hotspots* de biodiversidade designados no cenário da Política de Previsões Modestas impulsionariam uma diminuição nas emissões líquidas de CO₂ da LUC de 1,356 milhões de toneladas entre 2020 e 2050. A maior conservação da terra implicada pela iniciativa 30x30 no cenário de Transformação Social contribuiria para uma maior redução na LUC e menores emissões de CO₂. A maior redução na LUC, no entanto, ocorreria no cenário de Inovação Ambiciosa devido ao uso mais intensivo de terras agrícolas e aos altos níveis de mudança tecnológica que aumentam a produtividade (Figura 3).

Aumento da cobertura florestal da soja brasileira:

Em cenários de transição de 2°C e 1,5°C, a cobertura florestal aumentaria entre 11 por cento e 27 por cento

Redução da área cultivada com soja no Brasil:

Em cenários de transição de 2°C e 1,5°C, a área cultivada seria reduzida entre 10 por cento e 36 por cento

As reduções de emissões de N₂O projetadas são impulsionadas pela introdução de preços de GEE mais altos e maior eficiência de uso de nitrogênio (NUE). Entre os cenários de transição, a maior redução nas emissões de N₂O na agricultura ocorreria no cenário de Inovação – Ambicioso como resultado de uma tecnologia de produção eficiente e práticas de manejo sustentável.

O aumento dos preços de GEE altera, também, a equação de lucratividade de como a terra é usada e torna novos fluxos de receita mais atraentes, como mercados de carbono ou biodiversidade, produtos florestais não madeireiros e novos produtos agroflorestais. À medida que os custos de produção aumentam para os produtores intensivos em emissões, os agricultores com baixas margens de lucro podem considerar novos modelos de negócios.

Tendência 2. Restrições de Terra.

A ação climática, as medidas de conservação da terra e a competição por terras provenientes da bioeconomia podem reduzir a disponibilidade de terras agrícolas acessíveis em até 36 por cento entre 2020 e 2050.

As transições climáticas provavelmente restringirão a expansão geográfica do setor brasileiro de soja, com quedas projetadas de 10 por cento a 36 por cento entre 2020 e 2050 (Figura 4). Historicamente, a expansão do setor brasileiro de soja ocorre, com frequência, às custas da vegetação natural, direta ou indiretamente, substituindo a produção de gado em pastagens já desmatadas. Nas transições climáticas, o crescimento que degrada ou limpa florestas não

Precificação dos Gases de Efeito Estufa

Esses cenários pressupõem que os custos de GEE seriam relativamente menores nos primeiros anos, mas divergem entre os cenários no decorrer do tempo e aumentam substancialmente com a maior ambição climática. À medida que as políticas climáticas se ampliam em resposta ao agravamento dos riscos físicos, os cenários projetam um aumento do preço de GEE para R\$ 435 por tonelada de CO₂e no cenário da Política Coordenada Modesta, R\$ 500 por tonelada de CO₂e no cenário da Política Coordenada Modesta e R\$ 765 por tonelada de CO₂e em 2050 nos dois cenários Ambiciosos. Os custos de emissão de GEE para produtores de soja resultam principalmente do desmatamento e da conversão de outros ecossistemas ricos em carbono (CO₂) e aplicação de fertilizantes (N₂O) e adubos. No entanto, os preços de GEE também ofereceriam oportunidades para os agricultores diversificarem os fluxos de receita através dos mercados de carbono e biodiversidade.

será viável devido a 1) os compromissos do governo brasileiro com o desmatamento e 2) o potencial para os proprietários de terras ganharem receitas de projetos de preservação e recuperação florestal, aumentando os custos de oportunidade.

A combinação de política climática rigorosa e da ambição de conservação da terra de alto nível contribuiria para reduzir a pegada ambiental, mas também limitaria a terra disponível para a expansão da soja. O crescimento florestal projetado até 2050 é um fator fundamental para a restrição do potencial de expansão geográfica da soja.

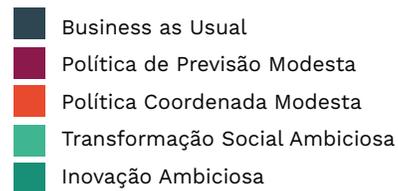
No cenário *Business As Usual*, o Brasil veria um aumento florestal líquido de apenas 1 por cento de 2020 a 2050 como resultado dos compromissos de desmatamento líquido zero já assumidos. Nos cenários Modestos, inclusive Política de Previsão Modesta e Política Coordenada Modesta, a área florestal aumentaria 11 por cento até 2050 devido a compromissos ambiciosos adicionais de reflorestamento em apoio ao Acordo de Paris de 2015.

Os níveis mais altos de preços de GEE observados nos cenários Ambiciosos, inclusive nos cenários de Transformação Social Ambiciosa e de Inovação Ambiciosa, incentivariam ainda mais os esforços de mitigação baseados na terra e fizeram a vegetação natural a aumentar em até 27 por cento, ou 675 milhões de hectares em 2050 (Figura 4). Todos os aumentos da cobertura florestal

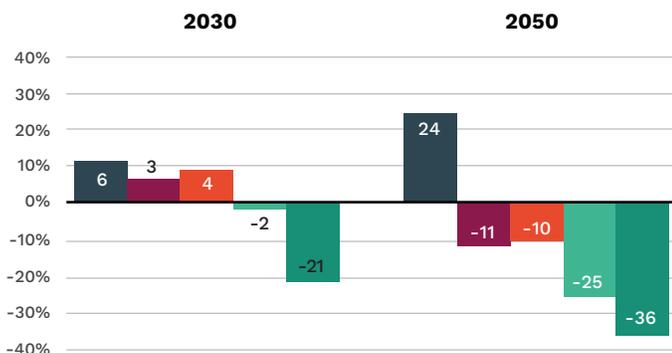
FIGURA 4.

VARIAÇÃO PERCENTUAL PROJETADA NA COBERTURA DA TERRA NO BRASIL EM RELAÇÃO A 2020

À medida que a ação climática leva ao aumento da conservação da floresta, as terras cultivadas enfrentarão uma competição mais intensa pela terra.



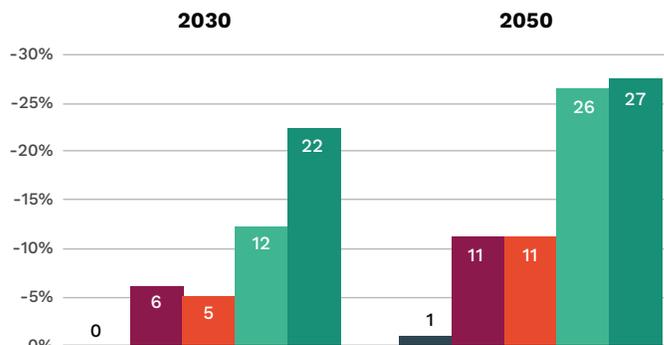
Varição Percentual Projetada na Área Cultivada em Relação a 2020



Em valores absolutos (Milhões de ha)

	Business as Usual	Política de Previsão Modesta	Política Coordenada Modesta	Transformação Social Ambiciosa	Inovação Ambiciosa
2030	22,42	21,84	21,96	20,79	16,67
2050	26,33	18,90	19,07	15,83	13,52

Varição Percentual Projetada na Área de Florestas em relação a 2020



Em valores absolutos (Milhões de ha)

	Business as Usual	Política de Previsão Modesta	Política Coordenada Modesta	Transformação Social Ambiciosa	Inovação Ambiciosa
2030	533	561	559	597	646
2050	536	589	587	667	675

Fonte: Resultados da modelagem econômica dos autores (MAGPIE)

A intensificação sustentável da produção pecuária pode aliviar a pressão ao liberar pastagens para soja e florestas.

contribuem para o sequestro de carbono baseado na terra, mas impõem restrições econômicas e legais à produção de soja.

A intensificação sustentável da produção de gado pode aliviar essa pressão ao liberar pastagens para a soja e as florestas, mas os produtores de soja não podem controlar esse fator diretamente, o que torna as principais partes interessadas do setor de soja muito dependentes de uma transição de sistemas de pecuária e políticas coordenadas, incentivos de financiamento e ação em todos os setores agrícolas.⁵⁴

Como a Inovação no Setor Pecuário Impacta o Futuro da Soja Brasileira?

O aumento da eficiência dos recursos da agricultura brasileira, inclusive a intensificação sustentável dos sistemas de cultivo e pecuária, é essencial para alcançar a economia da terra na escala necessária para cumprimento dos compromissos climáticos internacionais e manutenção da segurança alimentar.

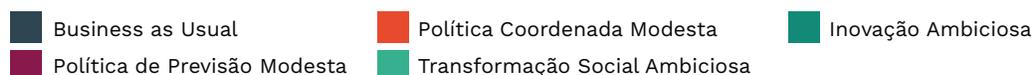
Apesar de as terras serem usadas de forma mais intensiva, elas também seriam usadas de forma mais sustentável e menos áreas seriam necessárias para a produção agrícola, o que tornaria as terras disponíveis para outros usos. A mudança tecnológica, inclusive a inovação de processos e do maquinário, aconteceria como resultado do aumento dos investimentos em bens de capital e na terra, o que aumentaria o fator de produtividade do capital, trabalho e terra.

O potencial para isso no setor de pecuária no Brasil está bem documentado e pode levar a uma redução de vários milhões de hectares de pastagem sem comprometer a produção, criando mais espaço para terras cultiváveis, reflorestamento e outras possibilidades.

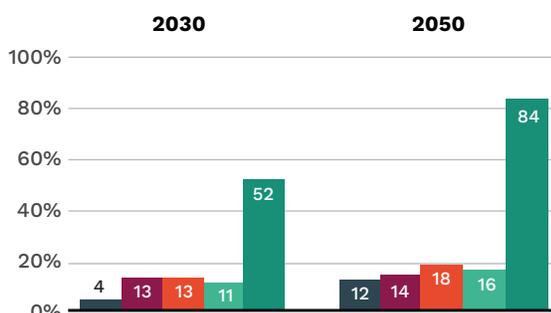
FIGURA 5.

VARIAÇÃO PERCENTUAL PROJETADA NO RENDIMENTO E INTENSIDADE DA LAVOURA DE SOJA BRASILEIRA EM RELAÇÃO A 2020

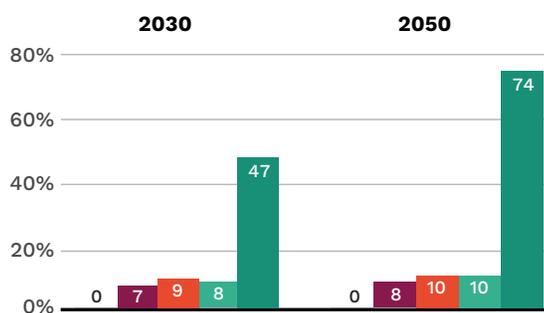
Tecnologias e práticas de intensificação sustentável são projetadas para aumentar substancialmente a produtividade da soja brasileira



Varição Percentual Projetada no Rendimento da Soja Brasileira em Relação a 2020



Varição Percentual Projetada da Intensidade de Uso de Terras Agrícolas Brasileiras em relação a 2020



Aumento da intensidade de uso da área cultivada com soja no Brasil:

Nos cenários de transição de 2°C e 1,5°C, a intensidade do uso de terras agrícolas aumentaria entre 8 e 74 por cento

Soja brasileira aumento de rendimento:

Nos cenários de transição de 2°C e 1,5°C, o rendimento da soja brasileira aumentaria entre 14 e 84 por cento

Em valores absolutos (tDM/ha)

	Business as Usual	Política de Previsão Modesta	Política Coordenada Modesta	Transformação Social Ambiciosa	Inovação Ambiciosa
2030	4,14	4,50	4,51	4,44	6,07
2050	4,47	4,57	4,70	4,64	7,36

Em valores absolutos (índice)

	Business as Usual	Política de Previsão Modesta	Política Coordenada Modesta	Transformação Social Ambiciosa	Inovação Ambiciosa
2030	2,14	2,29	2,32	2,31	3,14
2050	2,14	2,32	2,35	2,34	3,73

Fonte: Resultados da modelagem econômica dos autores (MAGPIE)

Notas: Para obter detalhes sobre a intensidade do uso da terra, consulte Dietrich et al. (2012).⁸⁴

Tendência 3. Melhorias de Rendimento.

À medida que os modelos de negócios dependentes de grande uso da terra e desmatamento se tornam menos viáveis, os produtores de soja podem se adaptar priorizando investimentos de produtividade sustentável e melhorias de processos para aumentar a produtividade em terras existentes e em pastagens degradadas.

À medida que a terra se torna mais valiosa, os produtores de soja em todo o Brasil se apoiarão cada vez mais em tecnologias e práticas que melhorem a eficiência da produção nas terras existentes a fim de reduzir custos. A intensificação sustentável da produção já demonstrou ser um fator importante que compensa em parte a

crescente demanda por terras, motivada pelo boom das exportações de soja e milho, principalmente para a China.

Os produtores brasileiros de soja têm uma variedade de oportunidades para aumentar a eficiência e são experientes em se adaptar para atender às mudanças nas condições e aos desafios do mercado. O desenvolvimento contínuo de tecnologias agrícolas de baixo custo e alto rendimento e melhores práticas de manejo aumentarão o volume de soja que poderá ser produzido por hectare de terras agrícolas, o que reduzirá a quantidade de terra necessária para um nível de produção semelhante.

As projeções em cenários de transição mostram que as *commodities* de exportação básica no Brasil, inclusive soja, milho e carne

Flutuação da produção de soja no Brasil:

Nos cenários de transição de 2°C e 1,5°C, a produção brasileira de soja mudaria entre um declínio de 13 por cento a um aumento de 17 por cento

bovina, são projetadas para ter um desempenho com rendimentos mais elevados por meio da intensificação sustentável da produção e dos grandes avanços tecnológicos, especialmente sob o Cenário de Inovação Ambiciosa. A tecnologia de baixo custo e as práticas avançadas de manejo assumidas nesse cenário resultariam no uso intensivo de terras agrícolas e em maior crescimento da produtividade, 84 por cento até 2050, com menor custo (Figura 5). Essas práticas resultariam do aumento dos gastos com pesquisa e desenvolvimento, o que poderia levar a melhorias na genética, nas práticas de manejo, nos equipamentos e outros fatores.

Sob os cenários de Transformação Social Ambiciosa e Modesta, inclusive o cenário de Política de Previsão alinhado aos IPR e o cenário de Política Coordenada, a intensidade do cultivo aumentaria entre 8 e 10 por cento no mesmo período. Embora essas melhorias de eficiência ainda superem o *Business as Usual*, elas não se beneficiariam de investimentos de baixo custo na mesma taxa que a do cenário de Inovação Ambiciosa.

Tendência 4. Crescimento Modesto da Produção.

Os aumentos da produção são apoiados pela implementação de tecnologia de baixo custo para aumentar o rendimento e práticas de manejo sustentável.

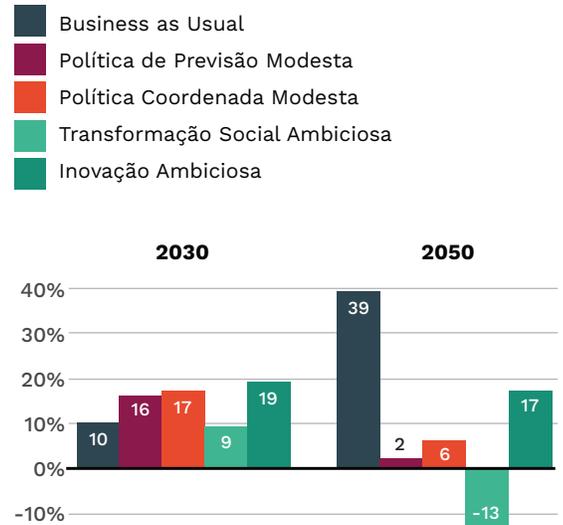
A tecnologia financeiramente acessível para aumento de rendimento no cenário de Inovação Ambiciosa permitiria aos agricultores brasileiros produzir soja de baixo custo e baixa emissão, o que permite que o setor mantenha a competitividade com os custos internacionais e a lucratividade nas transições climáticas. A implementação de inovação tecnológica de baixo custo exigiria colaboração entre grupos de partes interessadas para garantir a disponibilidade de financiamento e acesso à tecnologia, bem como transferências internacionais de tecnologia. Essa transição centrada na inovação representa um exemplo de como o setor de soja do Brasil pode se apoiar em uma resposta ambiciosa às mudanças climáticas, priorizando os rendimentos, a lucratividade e os ganhos de participação de mercado.

O aumento de 17 por cento na produção

FIGURA 6.

VARIAÇÃO PERCENTUAL PROJETADA NA PRODUÇÃO DE SOJA NO BRASIL EM RELAÇÃO A 2020

Políticas climáticas ambiciosas têm o potencial de restringir significativamente a produção sem adoção de tecnologia de baixo custo.



Em valores absolutos (MMT DM/ano)

	Business as Usual	Política de Previsão Modesta	Política Coordenada Modesta	Transformação Social Ambiciosa	Inovação Ambiciosa
2030	93	98	99	92	101
2050	118	86	90	74	99

Fonte: Resultados da modelagem econômica dos autores (MAGPIE)

até 2050 projetado no cenário de Inovação Ambiciosa superaria em muito o declínio de 13 por cento na produção projetado no cenário de Transformação Social Ambiciosa no mesmo período. Os dois cenários refletem as transições climáticas alinhadas à limitação do aquecimento global a 1,5°C, mas os caminhos para chegar lá têm algumas diferenças significativas em torno da inovação, dos custos de terra e da demanda por carnes de ruminantes, um grande mercado para produtores de soja (Figura 6).

Por fim, o cenário de Inovação Ambiciosa permitiria ao setor brasileiro de soja manter níveis de produção ainda mais altos do que o projetado nos dois cenários Modestos, apesar das restrições ambientais muito mais intensas. A Política de Previsão Modesta

Aumento do investimento de capital agrícola:

Nos cenários de transição de 2°C e 1,5°C, o investimento de capital agrícola aumentaria entre 88 e 133 por cento.

ta e os cenários da Política Coordenada Modesta veriam aumentos na produção de 2 e 6 por cento, respectivamente, maiores do que no cenário de Transformação Social Ambiciosa, mas ainda significativamente menor do que em *Business as Usual*. Se o financiamento para melhorias de eficiência tecnológica acessíveis estivesse mais disponível, os produtores de soja brasileiros ficariam mais resistentes a essas pressões descendentes sobre a produção.

Tendência 5. Aceleração do Investimento.

O investimento em bens de capital, em terras, a adoção de tecnologia avançada e melhores práticas de manejo podem aumentar a eficiência da produção.

Apesar de as transições climáticas representarem riscos consideráveis, elas também apresentam oportunidades. Produtores com sustentabilidade e transparência cujos modelos de negócios não dependem do desmatamento ou da destruição da vegetação nativa para expansão provavelmente serão percebidos como menos arriscados como resultado do aumento do acesso aos mercados internacionais e melhor resiliência aos riscos de transição climática, o que aumenta o acesso a capital acessível para melhorias de rendimento.

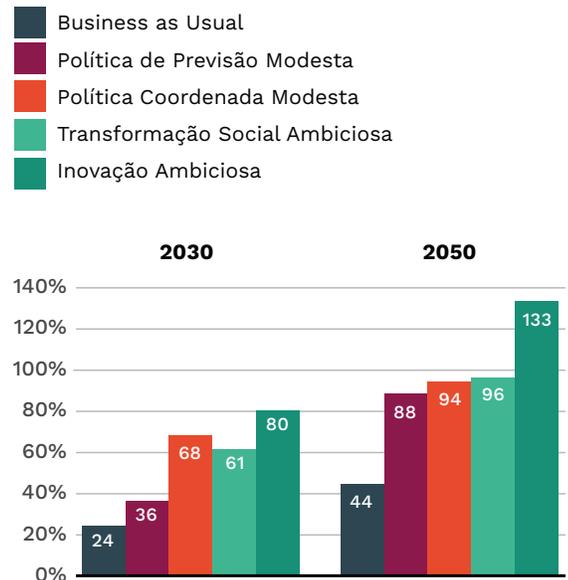
Em todos os cenários de transição, o investimento em bens de capital e em terras, a adoção de tecnologia avançada e melhores práticas de manejo aumentariam a intensificação do uso sustentável do solo, tanto para terras cultivadas quanto para pastagens em comparação com o *Business as Usual*, aumentando assim a eficiência da produção. No entanto, a ampliação do financiamento é um componente essencial para alcançar as melhorias de rendimento sustentáveis necessárias para desenvolver resiliência aos riscos de transição.

Devido à disponibilidade de mudanças tecnológicas de baixo custo no cenário de Inovação Ambiciosa, os gastos agrícolas devem aumentar 133 por cento até 2050. O investimento de capital ainda superaria o *Business as Usual* nos cenários de Transformação Social Ambiciosa, Política de Previsão Modesta e Política Coordenada Modesta,

FIGURA 7.

VARIAÇÃO PERCENTUAL PROJETADA DO INVESTIMENTO DE CAPITAL NA AGRICULTURA BRASILEIRA EM RELAÇÃO A 2020

É necessário um financiamento significativo para permitir melhorias de rendimento projetadas em cenários de transição



Em valores absolutos (Bilhões R\$)

	Business as Usual	Política de Previsão Modesta	Política Coordenada Modesta	Transformação Social Ambiciosa	Inovação Ambiciosa
2030	519	568	704	673	755
2050	602	787	813	818	973

Fonte: Resultados da modelagem econômica dos autores (MAGPIE)

Notas: O investimento de capital apresentado na figura representa o investimento líquido agregado para todos os setores agrícolas no Brasil. Este valor representa uma indicação do investimento de capital em cenários de transição climática entre setores agrícolas e não especifica o setor de soja.

com aumentos de 96 por cento, 94 por cento e 88 por cento, respectivamente, entre 2020 e 2050. A continuação dos esforços públicos e privados para aumentar a disponibilidade de financiamento ligado a práticas sustentáveis aumentaria a resiliência dos produtores em cenários de transição climática. Isso é especialmente relevante, pois os investimentos podem formar resiliência a riscos físicos e de transição (Figura 7).

Diminuição do preço da soja no Brasil:

Nos cenários de transição de 2°C e 1,5°C, os produtores veriam os preços da soja cair entre 10 e 28 por cento.

Flutuação da Demanda por Soja Brasileira:

Nos cenários de transição de 2°C e 1,5°C, a demanda global por soja mudaria entre um declínio de 4 e um aumento de 14 por cento, enquanto a demanda doméstica por soja brasileira seria reduzida entre 1 e 14 por cento.

Tendência 6. Quedas no Preço da Soja.

Os preços do produtor podem diminuir devido à mudança da demanda de soja e menores custos de produção impulsionados pela inovação tecnológica.

Maior mobilização financeira e apoio político para investimentos em pesquisa e desenvolvimento em todos os cenários reduziriam os custos de produção e se traduziriam em preços do produtor mais baixos. A alta taxa de mudança tecnológica no cenário de Inovação Ambiciosa permitiria o maior crescimento da produção com os menores custos e necessidades de terra, o que resultaria em uma queda de 28 por cento nos preços da soja até 2050 (Figura 8).

A produção (ou seja, o suprimento) e o equilíbrio da demanda também são fatores essenciais dos preços. Os preços do produtor cairiam apenas 10 por cento no cenário de Transformação Social Ambiciosa, que projeta menores volumes de produção e demanda. Enquanto isso, a Política de Previsão Modesta e os cenários Coordenados Modestos projetam uma queda de 15 por cento e 16 por cento nos preços do produtor, respectivamente.

Embora seja provável que o setor pecuário veja preços mais altos para carne bovina livre de desmatamento e com baixas emissões, essa tendência é menos pronunciada no setor de soja, em parte porque a maioria dos produtos de soja não é consumida diretamente, o que deixa os produtores com menos poder de negociação na fixação de preços em toda a cadeia de suprimentos.⁵⁵ No entanto, os produtores de soja que não dependerem do desmatamento ou da degradação da terra para crescer terão maior acesso aos mercados internacionais e financiamento potencialmente mais favorável como resultado dos menores riscos de transição climática.

Tendência 7: Mudanças na Preferência do Consumidor.

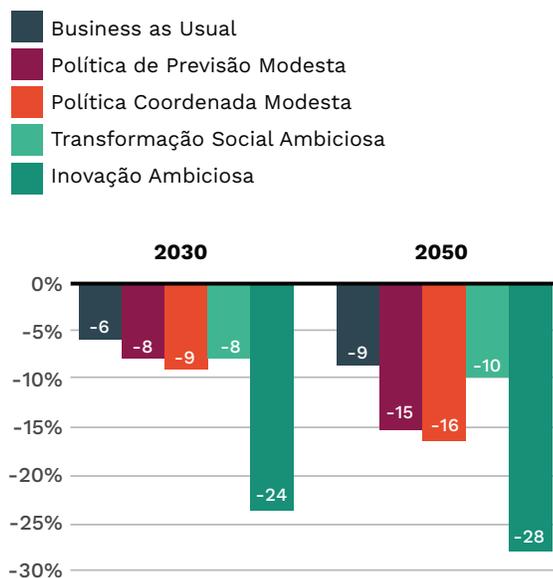
A demanda por matérias-primas diminuiria em cenários de transição, mas a variedade de aplicações de soja *downstream* oferecerá certa resiliência nos mercados internacionais.

O menor consumo *per capita* de carnes de

FIGURA 8.

VARIAÇÃO PERCENTUAL PROJETADA NOS PREÇOS DO PRODUTOR DE SOJA BRASILEIRA EM RELAÇÃO A 2020

Reduções nos custos de produção e na dinâmica da oferta e da demanda diminuiriam o preço do produtor da soja em cenários de transição.



Fonte: Resultados da modelagem econômica dos autores (MAGPIE)

ruminantes, quer em resultado de pressões financeiras, da mudança das preferências dos consumidores ou de possíveis implicações políticas indiretas, poderá afetar a procura global de alimentos para animais, que é atualmente a principal utilização da soja. Essas mudanças alimentares são mais pronunciadas no cenário da Transformação Social Ambiciosa, com um declínio de 4 por cento na demanda global por soja até 2050 (Figura 9).

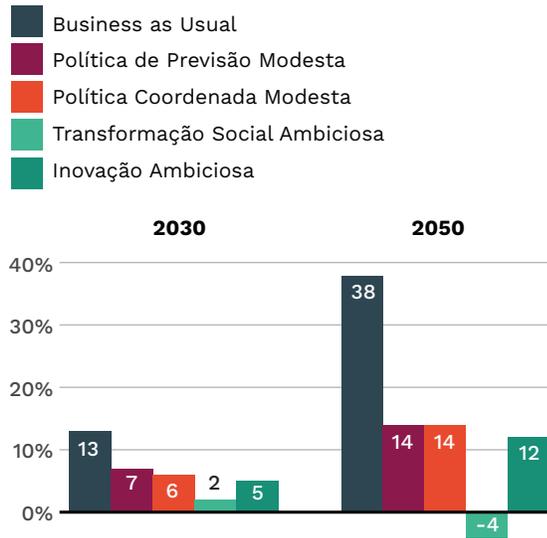
Apesar de o cenário *Business as Usual* experimentar o maior aumento na demanda global de 38 por cento até 2050, os cenários de transição restantes ainda veriam a demanda global de soja aumentar entre 12 por cento e 14 por cento. Dessa forma, as cadeias de suprimento de soja são mais resilientes aos riscos de transição climática do que as carnes de ruminantes devido à grande variedade de aplicações *downstream* para os produtos de soja. Por exemplo, a soja é utilizada na produção de biocombustíveis,

As cadeias de abastecimento proativas de soja estarão preparadas para se adaptarem rapidamente a novos segmentos de mercado e protegerem a quota de mercado durante as transições climáticas.

FIGURA 9.

VARIAÇÃO PERCENTUAL PROJETADA NA DEMANDA GLOBAL POR SOJA EM RELAÇÃO A 2020

Mudanças na dieta projetadas em transições climáticas poderiam diminuir a demanda por matérias-primas, compensada parcialmente pela crescente demanda por proteínas e biocombustíveis alternativos.



Em valores absolutos (MMT DM/ano)

	Business as Usual	Política de Previsão Modesta	Política Coordenada Modesta	Transformação Social Ambiciosa	Inovação Ambiciosa
2030	350	330	329	315	326
2050	428	353	354	298	348

Fonte: Resultados da modelagem econômica dos autores (MAGPIE)

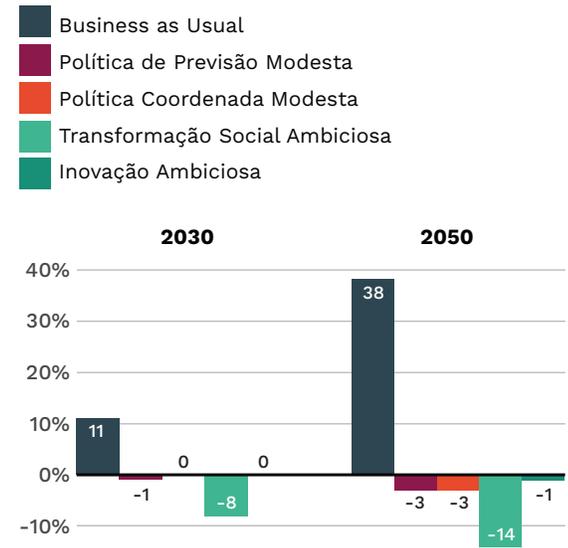
produtos proteicos de origem vegetal e como alimento para animais não ruminantes, mercados que devem aumentar a demanda por soja em transições climáticas. As cadeias de suprimento proativas de soja estarão preparadas para se adaptar rapidamente aos novos segmentos de mercado e proteger a participação de mercado sob as transições climáticas.

Espera-se que as mudanças na preferência do consumidor esperadas nas transições climáticas sejam sentidas mais intensamente no mercado interno brasileiro como resultado da diminuição da demanda por

FIGURA 10

VARIAÇÃO PERCENTUAL PROJETADA NA DEMANDA INTERNA POR SOJA BRASILEIRA EM RELAÇÃO A 2020

Mudanças na dieta e quedas nos preços do produtor causariam as reduções na demanda mais significativas no cenário de Transformação Social.



Em valores absolutos (MMT DM/ano)

	Business as Usual	Política de Previsão Modesta	Política Coordenada Modesta	Transformação Social Ambiciosa	Inovação Ambiciosa
2030	42	38	38	35	38
2050	52	37	37	32	37

Fonte: Resultados da modelagem econômica dos autores (MAGPIE)

Analizador de Cenários de Risco de Transição Climática

Disponível em:

orbitas.finance/brasil-soja-ferramentas

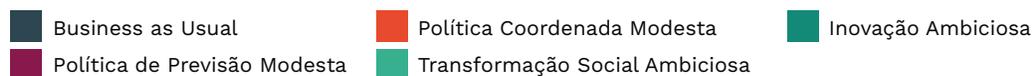
Esta ferramenta interativa projeta a evolução do setor brasileiro de soja nos cenários de transição climática aqui analisados, que são utilizados para avaliar o desempenho de fazendas representativas. Os usuários podem utilizar esta ferramenta para ter acesso a informações sobre:

- Demanda, exportação, preços dos produtos, produção e rendimento.
- Receitas, custos e lucros de fazendas representativas.
- Emissões e preços de GEE.

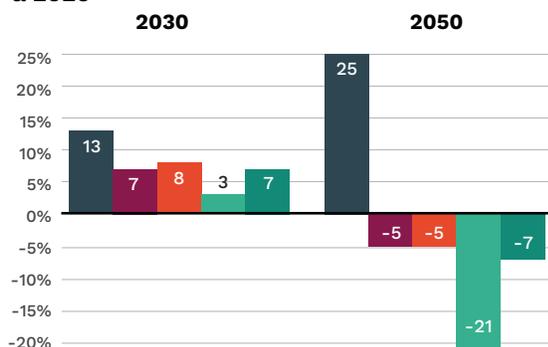
FIGURA 11.

VARIAÇÃO PERCENTUAL PROJETADA NAS EXPORTAÇÕES DE SOJA EM RELAÇÃO A 2020

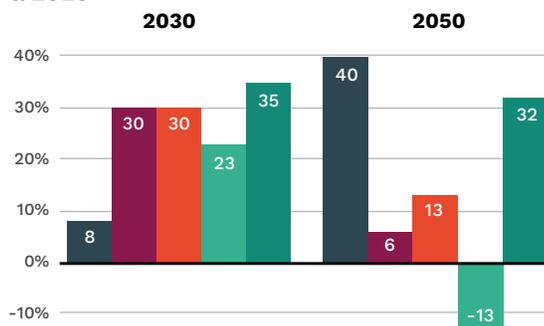
O setor brasileiro de soja pode utilizar a inovação para aumentar as exportações, apesar do declínio do comércio global de soja.



Variação Percentual Projetada nas Exportações Globais de Soja em Relação a 2020



Variação Percentual Projetada nas Exportações de Soja do Brasil em Relação a 2020



Em valores absolutos (MMT DM/ano)

	Business as Usual	Política de Previsão Modesta	Política Coordenada Modesta	Transformação Social Ambiciosa	Inovação Ambiciosa
2030	112	107	107	103	107
2050	125	95	95	79	93

Em valores absolutos (MMT DM/ano)

	Business as Usual	Política de Previsão Modesta	Política Coordenada Modesta	Transformação Social Ambiciosa	Inovação Ambiciosa
2030	51	61	61	58	63
2050	66	50	53	41	62

Fonte: Resultados da modelagem econômica dos autores (MAGPIE)s

Flutuação das exportações brasileiras de soja:

Nos cenários de transição de 2°C e 1,5°C as exportações brasileiras de soja variariam entre um declínio de 13 por cento e um crescimento de 32 por cento

carnes de ruminantes entre 38 e 52 por cento até 2050. Mesmo no cenário *Business as Usual*, a demanda por carnes de ruminantes cairia 9 por cento.⁵⁶ Devido ao seu papel como matéria-prima para a produção nacional de carnes ruminantes, essas reduções na demanda têm implicações significativas para a demanda brasileira por soja no mercado interno.

Entre 2020 e 2050, a demanda interna permaneceria relativamente constante nos cenários de Inovação – Ambicioso e Modesto, com reduções de 1 e 3 por cento, respectivamente. No entanto, as mudanças mais significativas na dieta projetadas no cenário de Transformação Social, combinadas com os preços do produtor de soja mais altos do que outros cenários de transição, resultariam em queda de 14 por cento na

demanda em relação ao mesmo período (*Figura 10*).

Tendência 8. Vantagem Competitiva nas Exportações.

O Brasil tem potencial para aumentar sua vantagem competitiva da soja livre de desmatamento, de baixa emissão e de alto rendimento em transições climáticas e aumentar as exportações, apesar do declínio nos volumes globais negociados de soja.

A maior parte das exportações do Brasil seria resiliente à queda global de 5 por cento a 21 por cento nos volumes negociados de soja em cenários de transição (*Figura 11*). A soja brasileira manteria vantagem competitiva com exportações crescendo entre 6 e 32 por cento até 2050 em todos os cenários,



exceto no cenário de Transformação Social Ambiciosa, que sofreria uma redução de 13 por cento devido à menor demanda por matéria-prima, resultante da mudança das preferências do consumidor.

No entanto, o acesso aos mercados de exportação depende de avanços implícitos de soja livre de desmatamento, de baixa emissão e alto rendimento que solidifiquem

a vantagem competitiva do Brasil no cenário global. Os esforços para melhorar a produtividade das fazendas brasileiras de soja desempenhariam um papel significativo na compensação da grande pressão sobre a terra em cenários de transição climática, atendendo à demanda internacional por soja livre de desmatamento e de baixas emissões a preços competitivos.

Avaliação da Resiliência em Nível de Propriedades Agrícolas por Meio de Testes de Estresse Financeiro

Seção 5

Choques no preço da soja podem ameaçar a estabilidade financeira de todos, exceto os produtores com maior eficiência em todo o Brasil, enquanto as flutuações nos custos do transporte podem resultar em impactos regionais significativos

A produtividade e a resiliência dos produtores do setor brasileiro de soja aos choques econômicos são indicadores da capacidade do setor de suportar riscos e aproveitar oportunidades em cenários de transição. Esses choques econômicos podem ocorrer devido a muitas razões.

Entretanto, os preços das *commodities* e os custos de transporte da soja são especialmente relevantes, já que é provável que ambos serão impactados diretamente em transições climáticas voláteis e eles são relevantes para a lucratividade dos produtores de soja. A simulação de choques para cada uma dessas variáveis por meio de testes de estresse pode fornecer informações sobre a probabilidade de perdas de lucratividade regionais se os produtores brasileiros mantiverem seus níveis atuais de produtividade diante de choques.^h

O impacto dos choques de curto prazo nos produtores de soja pode ser entendido pela lente da probabilidade de perda financeira de um produtor e da probabilidade de os custos ultrapassarem a receita em um determinado ano.

Nas condições atuais de mercado, uma parcela substancial dos produtores brasileiros já está sob alto risco de apresentar prejuízo financeiro, principalmente entre produtores remotos com baixa produtividade e margens de lucro reduzidas (*Figura 12*). Unidades de produção com menor pro-

Uma parcela substancial dos produtores brasileiros já corre alto risco de sofrer perdas financeiras.

Destaques do Capítulo

Nas condições atuais de mercado, uma parcela substancial dos produtores brasileiros já está sob alto risco de enfrentar prejuízo financeiro em determinado ano. Quando são realizados choques econômicos, este risco é elevado, resultando em:

- Redução nos lucros em todos os sistemas de produção representativos, exceto os de melhor desempenho, localizados principalmente em Minas Gerais, se os preços da soja caírem 30 por cento.
- Um efeito mais desigual de um aumento de 100 por cento no custo de transporte no desempenho do produtor, dependendo da distância até estradas, centros de demanda, portos e instalações de processamento, com probabilidade de perda acima de 81 por cento principalmente no leste do Brasil.
- A maior parte das fazendas representativas enfrenta um risco significativo de perda financeira e para muitas delas há probabilidade de mais de 60 por cento de que os custos ultrapassem as receitas em caso de combinação de choques de preços de transporte e da soja.

ductividade, localizadas principalmente nos estados do nordeste do Brasil, enfrentam atualmente probabilidade de 90 por cento de perda financeira.ⁱ Essas fazendas têm menos capacidade de amortecer as flutuações potenciais do mercado e são as mais suscetíveis a perdas de lucratividade. Os produtores no sul do Brasil, no entanto, são mais resistentes a perdas financeiras devido a práticas agrícolas mais intensivas e maior produtividade anual.

^h Esta análise deve ser considerada como hipotética, abordando uma ampla gama de futuros plausíveis em curto prazo, em vez de uma estimativa específica do cenário. Essas informações altamente indicativas não podem ser usadas isoladamente para tomar decisões financeiras.

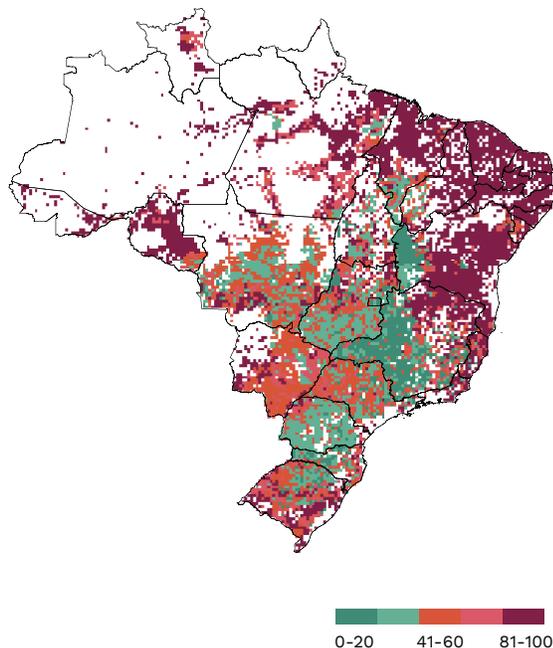
ⁱ Esta perspectiva sobre uma instalação de produção média hipotética, representando fazendas de produtividade mais baixa com base em médias regionais, não é estabelecida como uma análise de previsão de lucro.

A redução dos preços da soja em 30% torna mais provável que os lucros diminuam em todos os sistemas de produção representativos, exceto nos de melhor desempenho.

FIGURA 12.

PROBABILIDADE DE PERDA FINANCEIRA NAS CONDIÇÕES ATUAIS DO MERCADO

Indicadores proxy são utilizados para calcular a probabilidade em projeções de perdas financeiras



Fonte: Modelagem espacial e financeira dos autores.

Notas: Todos os conjuntos de dados são mostrados em 0,2 x 0,2 graus de resolução espacial (cerca de 22 x 22 km no Equador). As regiões vazias no mapa significam a ausência de dados ou a ausência de fazendas nessas áreas específicas.

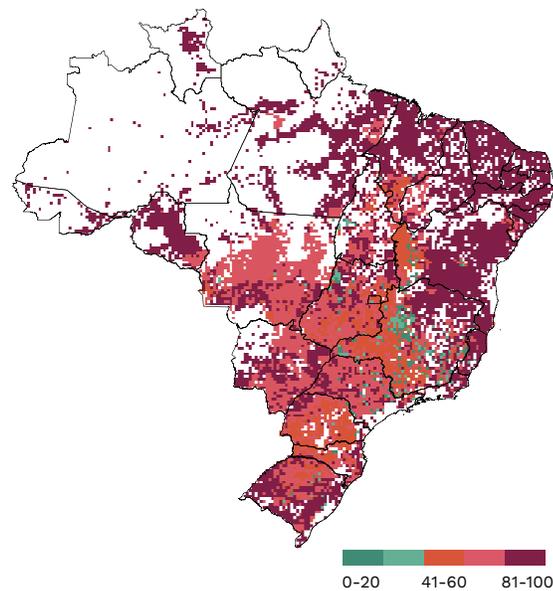
Quando choques econômicos adicionais são colocados em camadas, as fazendas mais vulneráveis provavelmente não teriam resiliência para manter a lucratividade positiva. Por exemplo, a diminuição dos preços da soja em 30 por cento tornaria mais provável que os lucros sejam reduzidos em todos os sistemas de produção, exceto os representativos de alto desempenho encontrados em partes de Minas Gerais (Figura 13).

As regiões vizinhas que anteriormente tinham uma probabilidade de perda de lucro relativamente baixa, abaixo de 30 por cento, veriam esse pico de probabilidade entre 61 e 80 por cento. Na verdade, a maioria das regiões agora enfrentaria mais de 60 por cento de risco de perda financeira, o que indica que até mesmo as fazendas mais produtivas poderiam experimentar quedas nas margens de lucro durante os choques

FIGURA 13.

PROBABILIDADE DE PERDA FINANCEIRA COM UM CHOQUE DE 30 POR CENTO NOS PREÇOS DA SOJA

Indicadores proxy são utilizados para calcular a probabilidade em projeções de perdas financeiras



Fonte: Modelagem espacial e financeira dos autores.

Notas: Todos os conjuntos de dados são mostrados em 0,2 x 0,2 graus de resolução espacial (cerca de 22 x 22 km no Equador). As regiões vazias no mapa significam a ausência de dados ou a ausência de fazendas nessas áreas específicas.

econômicos relacionados aos preços.

Além disso, um choque nos preços do transporte teria um efeito mais desigual no desempenho do produtor, dependendo da distância até as estradas, centros de demanda, portos e instalações de processamento. O aumento dos custos de transporte para a principal infraestrutura de soja com um choque de preços de transporte de 100 por cento é menos grave do que um choque nos preços da soja, com probabilidade de perda acima de 81 por cento principalmente no leste do Brasil, enquanto os sistemas de produção de alto desempenho localizados no sul manteriam uma probabilidade de perda de menos de 40 por cento (Figura 14).

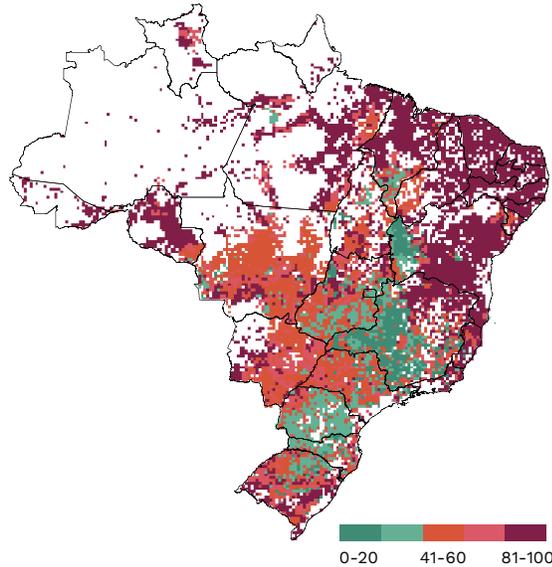
Fazendas com fácil acesso à infraestrutura e custos de transporte que constituam uma pequena proporção das despesas totais seriam em grande parte resilientes a esse cho-

Uma combinação de choques nos transportes e nos preços da soja colocaria a maioria das explorações agrícolas representativas em risco significativo de perdas financeiras.

FIGURA 14.

PROBABILIDADE DE PERDA FINANCEIRA COM UM CHOQUE DE 100 POR CENTO NOS CUSTOS DE TRANSPORTE

Indicadores proxy são utilizados para calcular a probabilidade em projeções de perdas financeiras



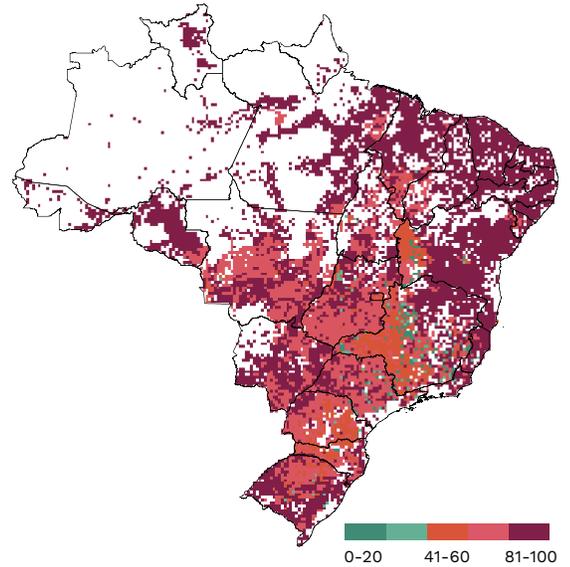
Fonte: Modelagem espacial e financeira dos autores.

Notas: Todos os conjuntos de dados são mostrados em 0,2 x 0,2 graus de resolução espacial (cerca de 22 x 22 km no Equador). As regiões vazias no mapa significam a ausência de dados ou a ausência de fazendas nessas áreas específicas.

FIGURA 15.

PROBABILIDADE DE PERDA FINANCEIRA COM UM CHOQUE DE 30 POR CENTO NOS PREÇOS DA SOJA E UM CHOQUE DE 100 POR CENTO NOS CUSTOS DE TRANSPORTE

Indicadores proxy são utilizados para calcular a probabilidade em projeções de perdas financeiras



Fonte: Modelagem espacial e financeira dos autores.

Notas: Todos os conjuntos de dados são mostrados em 0,2 x 0,2 graus de resolução espacial (cerca de 22 x 22 km no Equador). As regiões vazias no mapa significam a ausência de dados ou a ausência de fazendas nessas áreas específicas.

que. Entretanto, os custos de transporte são extremamente significativos em unidades remotas e de baixa produtividade, nas quais esse choque seria sentido com mais profundidade nas demonstrações financeiras.

Uma combinação de choques nos preços do transporte e também da soja colocaria a maioria das fazendas representativas em risco significativo de perda financeira, onde se esperaria que muitos produtores enfrentassem uma probabilidade de mais de 60 por cento de que os custos ultrapassem as receitas (Figura 15). As únicas exceções parecem ser operações em partes limitadas de Minas Gerais, devido a uma variedade de fatores, inclusive técnicas agrícolas eficientes e proximidade com instalações portuárias.

Ferramenta de Teste de Estresse Financeiro

Disponível em:

orbitas.finance/brasil-soja-ferramentas

Esta ferramenta interativa avalia a resiliência de fazendas representativas às transições climáticas por meio de testes de estresse. Ele avalia a probabilidade de perdas financeiras na produção brasileira de soja com base nos choques econômicos hipotéticos que poderiam afetar o rendimento, os custos de transporte e a precificação de *commodities*. Esses choques econômicos são derivados de projeções de transição climática e flutuações históricas de preços e custos.

Avaliação da Lucratividade de Propriedades Agrícolas Existentes sob a Ótica de Cenários de Transição Climática

Se os produtores de soja brasileiros não tomarem medidas para se preparar para as transições climáticas, podem ocorrer quedas na lucratividade devido ao aumento dos preços da terra, aos custos de emissões, à queda dos preços do produtor de soja e outros fatores.

Seção 6

A integração dos custos e receitas projetados sob as transições climáticas nas demonstrações financeiras dos produtores de soja brasileiros que operam hoje esclarece o desempenho financeiro das fazendas de soja existentes se nenhuma ação for tomada para se adaptar.

A análise do cenário econômico é essencial para se entender como as condições que afetam o setor brasileiro de soja mudarão à medida que as transições climáticas se intensificarem, mas como as transições climáticas impactariam os agricultores que não se adaptarem a essas novas condições? Se os produtores de soja continuarem operando nos níveis atuais de produtividade, como eles seriam afetados pelos aumentos nos custos de aluguel de terras, preços emergentes de emissões de GEE, preços voláteis das *commodities* e outros fatores?

A integração de custos e receitas previstos nas transições climáticas às demonstrações financeiras dos produtores de soja brasileiros que operam hoje lança luz ao desempenho financeiro das fazendas de soja existentes se nenhuma providência for tomada para sua adaptação. Ao avaliar os tipos de produção representativos e, por extensão, a vulnerabilidade de uma carteira de investimentos a esses riscos em cenários de transição climática, os investidores podem obter informações sobre como os produtores podem mitigar os riscos.

FIGURA 16.

TIPOS DE FAZENDAS REPRESENTATIVAS POR NÍVEL DE PRODUTIVIDADE

Fazendas representativas nos estados produtores de soja: Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso englobam uma grande variedade de premissas de produtividade

Tipo de Fazenda Representativa	Características dos Produtores Representativos
Alto Desempenho	Fazenda de Alta Lucratividade em Mato Grosso
Desempenho Médio Superior	Fazenda de Relativa Lucratividade em Mato Grosso
Desempenho Médio Inferior	Fazenda de Média Lucratividade no Rio Grande do Sul
Baixo Desempenho	Fazenda de Média Lucratividade no Paraná

Fonte: Conab, USDA.⁸⁵

Destaques do Capítulo

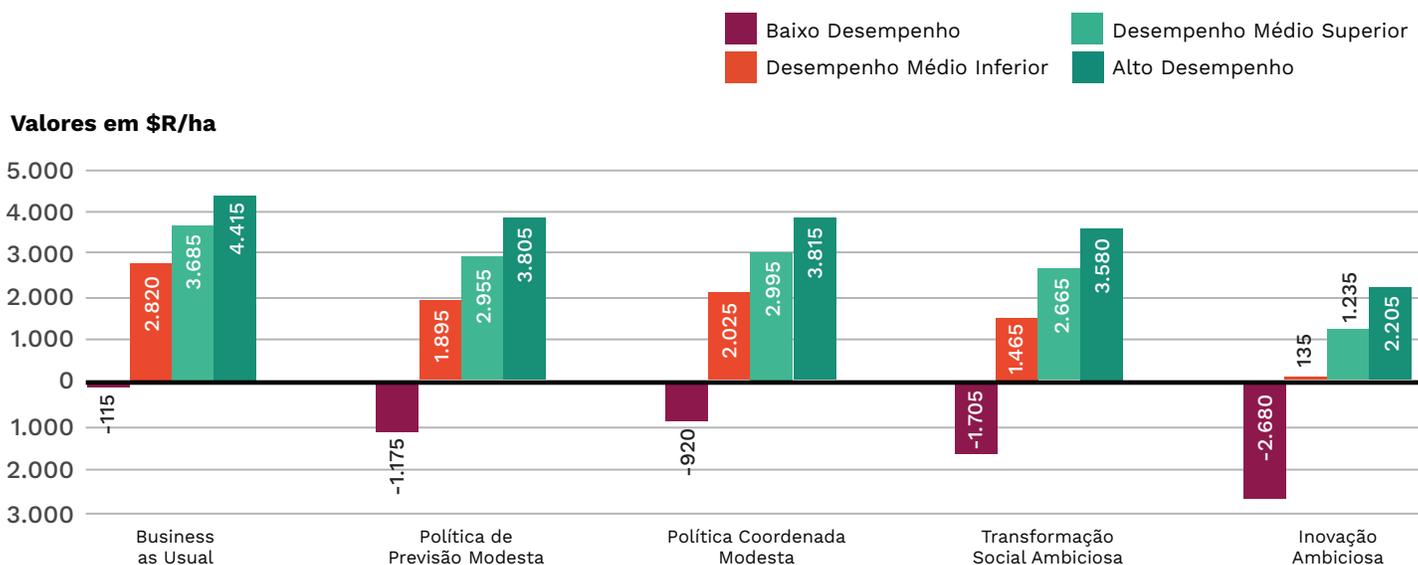
A combinação de rendimentos, preços de *commodities*, preços de GEE e preços da terra alterará significativamente o desempenho financeiro dos produtores de soja à medida que as transições climáticas se intensificarem; elas não devem ser negligenciadas pelas partes interessadas de todo o setor. Com base nos testes de estresse das fazendas representativas, a propriedade da terra e a implementação de tecnologia inovadora para aumentar os rendimentos e reduzir a intensidade das emissões da produção indicam caminhos claros para mitigar esses impactos negativos e manter a resiliência da lucratividade.

As fazendas representativas das três grandes regiões produtoras de soja, Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso, adotam uma variedade de práticas, desde técnicas de baixa tecnologia até sistemas intensivos que utilizam diversas tecnologias de agricultura de precisão. Essas fazendas podem ser categorizadas em quatro tipos de produção: Alto Desempenho, Desempenho Médio Superior, Desempenho Médio Inferior e Baixo Desempenho (Figura 16).^{57 58}

FIGURA 17.

LUCRATIVIDADE EM 2030 POR SISTEMA DE FAZENDAS EM TODOS OS CENÁRIOS

Fazendas de Baixo Desempenho podem não ser lucrativas até 2030 se não se adaptarem aos cenários de transição.



Diferenças em relação a 2020 (R\$/ha)

	Business as Usual	Política de Previsão Modesta	Política Coordenada Modesta	Transformação Social Ambiciosa	Inovação Ambiciosa
Baixo Desempenho	-220	-1.280	-1.025	-1.810	-2.785
Desempenho Médio Inferior	-85	-1010	-880	-1.440	-2.770
Desempenho Médio Superior	-65	-795	-750	-1.085	-2.515
Alto Desempenho	-55	-660	-650	-885	-2.265

Fonte: Modelagem econômica e financeira dos autores.

Se os produtores não tomarem medidas para se preparar para as transições climáticas analisadas na seção 4, as explorações agrícolas de baixo desempenho poderão sofrer perdas financeiras antes de 2030.

Essas fazendas representativas contemplam (i) diferentes níveis de rendimento da soja; (ii) diferentes culturas de segunda colheita, inclusive milho e trigo; (iii) diferentes estruturas de custos, inclusive parte do aluguel da terra, da mão de obra, do maquinário, dos fertilizantes, dos custos de transporte, das despesas administrativas e outros fatores; e (iv) diferentes níveis de desempenho medidos pelo lucro operacional.

Expectativas de Lucratividade em 2030 para Fazendas Representativas que Não se Adaptarem às Transições Climáticas

Se os produtores não tomarem providências para se preparar para as transições climáticas analisadas na seção 4, as fazendas de Baixo Desempenho provavelmente sofrerão perdas financeiras antes de 2030 (Figura 17).

À medida que a disponibilidade de terra diminuir, os altos custos de aluguel e a competição pela terra para produção de soja e da bioeconomia provavelmente desafiarão os modelos de negócios dessas fazendas. Além disso, os pagamentos por emissões, os preços mais baixos do produtor de soja e a queda da demanda interna brasileira reduzirão a lucratividade de todas as fazendas representativas em comparação com o cenário *Business as Usual*.

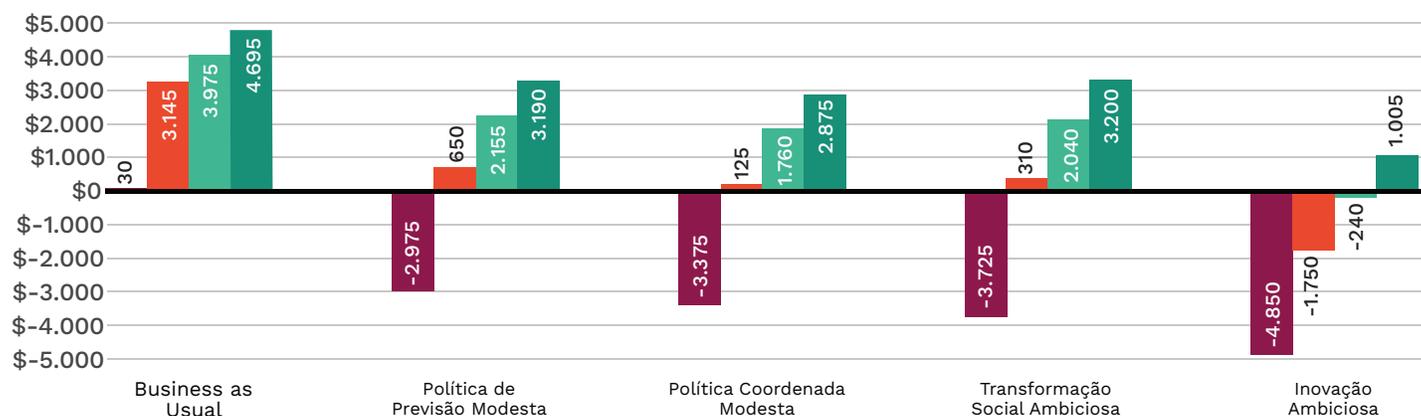
FIGURA 18.

LUCRATIVIDADE EM 2050 POR SISTEMA DE FAZENDAS EM TODOS OS CENÁRIOS

A produção com pouca e média performance pode não ser rentável até 2050 em cenários de transição

■ Baixo Desempenho
 ■ Desempenho Médio Superior
■ Desempenho Médio Inferior
 ■ Alto Desempenho

Valores em \$R/ha



Diferenças em relação a 2020 (R\$/ha)

	Business as Usual	Política de Previsão Modesta	Política Coordenada Modesta	Transformação Social Ambiciosa	Inovação Ambiciosa
Baixo Desempenho	-80	-3.085	-3.485	-3.835	-4.960
Desempenho Médio Inferior	240	-2.255	-2.780	-2.595	-4.655
Desempenho Médio Superior	225	-1.595	-1.985	-1.705	-3.990
Alto Desempenho	230	-1.275	-1.590	-1.265	-3.460

Fonte: Modelagem econômica e financeira dos autores.

Somente as fazendas de alto desempenho atuais manteriam alta lucratividade em todos os cenários até 2050.

Expectativas de Lucratividade em 2050 para Fazendas Representativas que Não se Adaptarem às Transições Climáticas

Na era dos riscos de transição climática, apenas as fazendas atuais com Alto Desempenho manteriam grande lucratividade em todos os cenários até 2050. As fazendas de Alto Desempenho obteriam maior lucratividade, de R\$ 3.200 por hectare, no cenário de Transformação Social Ambiciosa em 2050, com apenas R\$ 1.265 de queda de lucratividade até 2050 em comparação com 2020. Por outro lado, o cenário de Inovação Ambiciosa projeta preço mais baixo para a soja, com queda de 28 por cento até 2050, o que resultaria em menor lucratividade para os atrasados do mercado em todos os tipos de fazendas, e só as fazendas de Alto Desempenho manterão lucratividade positiva de R\$ 1.005 por hectare (Figura 18).

Sem mudanças de processo e tecnologia, as fazendas de Baixo Desempenho provavelmente sofrerão perdas financeiras significativas em todos os cenários de transição, com queda na lucratividade entre R\$ 3.085 e R\$ 4.960 abaixo dos níveis de 2020 até 2050. Apesar de as fazendas de Desempenho Médio Superior e Inferior provavelmente permaneceriam lucrativas nos cenários de Transformação Social Ambiciosa e Modestos até 2050, elas sofreriam perdas no cenário de Inovação Ambiciosa se não tomarem providências para se preparar para as transições climáticas.

Os agricultores teriam maior acesso às oportunidades de transição climática no cenário de Inovação Ambiciosa, com avanços tecnológicos de baixo custo amplamente disponíveis.

Oportunidades por Meio de Investimentos em Tecnologia Durante as Transições Climáticas

Fato importante, os agricultores teriam maior acesso às oportunidades de transição climática no cenário de Inovação Ambiciosa com avanços tecnológicos de baixo custo disponíveis amplamente, o que ofereceria aos produtores um caminho claro para mitigar os riscos. À medida que os produtores adotarem métodos de produção de alta eficiência e reduzirem a intensidade da emissão da produção, os que ficarem para trás provavelmente terão custos operacionais mais elevados do que os dos concorrentes e não estarão em condições de competir.

No caso dos produtores que tomarem providências para aumentar a eficiência e investir em tecnologia inovadora, a lucratividade aumentaria por meio de práticas operacionais de maior rendimento e uso mais eficiente de fertilizantes. Esses investimentos teriam benefícios financeiros adicionais, pois a tecnologia pode reduzir a intensidade da emissão da produção e reduzir os pagamentos que os produtores enfrentarão à medida que os preços do GEE aumentarem.

Se essas ações fossem tomadas pelos produtores no cenário de Inovação Ambiciosa, a lucratividade por hectare das fazendas de Baixo Desempenho, Desempenho Médio Inferior e Desempenho Médio Superior melhoraria em R\$ 360, R\$ 2.630 e R\$ 635, respectivamente (Figura 19).¹

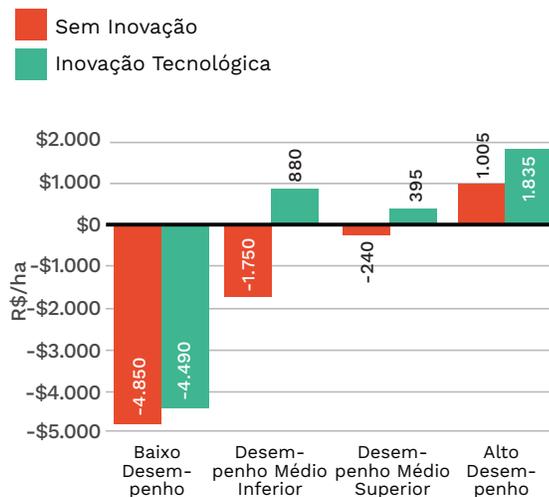
Esses investimentos em tecnologia aumentariam a resiliência das duas fazendas de Desempenho Médio, à medida que a lucratividade se tornasse positiva em todos os cenários da transição climática. As fazendas de Baixo Desempenho, no entanto, ainda lutariam com a lucratividade. Neste teste de estresse, as vantagens derivadas da adoção da tecnologia não seriam suficientes para compensar as perdas financeiras relacionadas ao desempenho, a menos que sejam feitas mudanças significativas antes de 2050. Para aumentar a resiliência até 2050,

¹ Neste exemplo, o custo de investimento e implementação de tecnologia inovadora para aumentar o rendimento, sob o cenário Ambicioso-Inovação, é assumido como sendo de R\$ 2.500 por hectare a cada ano, em média. No entanto, é importante observar que esse custo é o mesmo para todos os tipos de produtores de soja no Brasil. A variação nos custos entre produtores com diferentes níveis de desempenho e em diferentes localidades não é levada em consideração, tornando essas estimativas conservadoras.

FIGURA 19.

EFEITO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA LUCRATIVIDADE NO CENÁRIO DE INOVAÇÃO – AMBICIOSO EM 2050

A produção de Alto Desempenho pode aumentar a lucratividade em 83 por cento até 2050 no cenário de Inovação Ambiciosa.



Fonte: Modelagem econômica e financeira dos autores.

Notas: Esta figura mostra o efeito da inovação tecnológica no lucro estimado para todos os tipos de exploração agrícola em 2050 no cenário de Inovação Ambiciosa. "Sem Inovação" significa que nenhuma tecnologia inovadora foi implementada, o que resultou em nenhum custo associado e nenhum aumento de rendimento. "Inovação Tecnológica" significa a adoção de tecnologia inovadora que requer investimentos, mas leva a maiores rendimentos e maior eficiência no uso do nitrogênio.

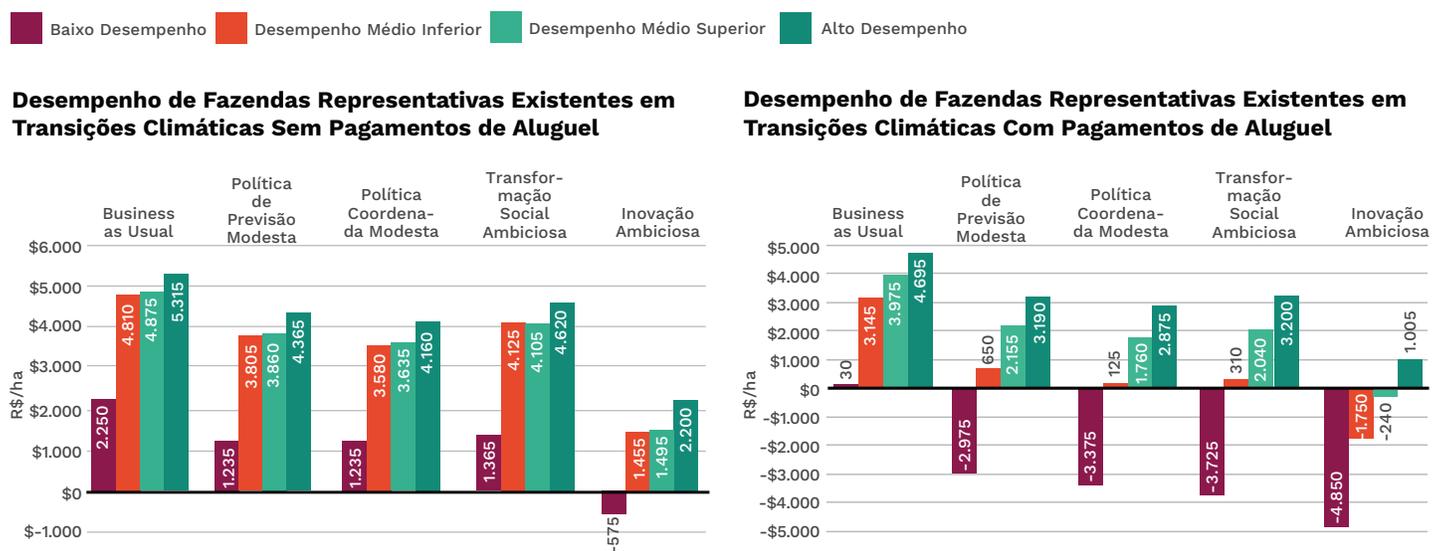
as fazendas de Baixo Desempenho precisariam investir em avanços tecnológicos a uma taxa mais alta do que os concorrentes de alto desempenho.

Quando os investimentos em melhorias tecnológicas, infraestrutura e capacidade forem introduzidos nas projeções financeiras das fazendas de Alto Desempenho, a lucratividade aumentaria 83 por cento em comparação com a mesma fazenda sem inovação tecnológica. Esses investimentos desencadeariam mudanças significativas no uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos, na área cultivada exigida e nos rendimentos.

FIGURA 20.

IMPACTO DOS PAGAMENTOS DE ALUGUEL DE TERRAS NA LUCRATIVIDADE DAS FAZENDAS BRASILEIRAS DE SOJA ATÉ 2050

Sem grandes melhorias de inovação e eficiência, os pagamentos de aluguel podem tornar as fazendas de Baixo Desempenho não lucrativas até 2050



Fonte: Modelagem econômica e financeira dos autores.

Os produtores que possuem terras e, portanto, não têm rendas de terras ou pagamentos de empréstimos relacionados são significativamente mais resilientes às transições climáticas do que aqueles com estes pagamentos.

Oportunidades por Meio da Propriedade da Terra em Transições Climáticas

As ações do governo brasileiro para cumprir os compromissos climáticos nacionais e internacionais, juntamente com a crescente competição por terras agrícolas da bioeconomia, aumentarão os preços das terras em cenários de transição. Fazendas de Baixo Desempenho com menor capacidade de absorver esses preços crescentes de aluguel de terras provavelmente enfrentarão perdas financeiras em cenários de transição até 2050, conforme apresentado na Figura 20. Quando os pagamentos de aluguel de terras são excluídos dos cálculos de lucratividade, as fazendas de baixo desempenho podem se tornar lucrativas nos dois cenários Modestos e no cenário de Transformação Social Ambiciosa até 2050. No cenário da Política de Previsão, por exemplo, as fazendas de Baixo Desempenho aumentaram a lucratividade em R\$ 4.210 apenas excluindo-se os pagamentos de aluguel de terras em 2050.

No cenário de Transformação Social Ambiciosa, as fazendas de Baixo Desempenho aumentariam a lucratividade em R\$ 5.090

sem pagamento de aluguel. Embora a posse de terras possa não proteger as fazendas do Baixo Desempenho de perdas no cenário de Inovação Ambiciosa, as perdas por hectare devem cair de R\$ 4.850 para R\$ 575. Essas projeções indicam oportunidades significativas para que as fazendas de Baixo Desempenho aumentem a lucratividade, principalmente se a propriedade da terra for combinada com providências como a adoção de tecnologia inovadora para aumentar os rendimentos.

As oportunidades não estão limitadas a fazendas de Baixo Desempenho. As fazendas agrícolas de Desempenho Médio Inferior e Superior sem pagamentos de aluguel teriam uma vantagem competitiva significativa em 2050. Agricultores de Desempenho Médio Superior e Inferior isentos de pagamentos de aluguel de terras teriam um aumento na lucratividade de R\$ 3.205 e R\$ 1.735, respectivamente, até 2050, enquanto as fazendas com pagamentos de aluguel provavelmente sofreriam perdas financeiras no cenário de Inovação Ambiciosa.

Dessa forma, os produtores que possuem terras e, portanto, não têm despesas com aluguel de terras ou pagamentos de empréstimos relacionados são significativa-

Em 2016, os arrendamentos de terras e os contratos de parceria eram utilizados em menos de 4 por cento das terras agrícolas brasileiras, em comparação com 38 por cento nos Estados Unidos e 33 por cento na Europa.



mente mais resilientes às transições climáticas do que aqueles com esses pagamentos. O potencial para futuros aumentos do preço da terra apresenta um risco significativo para a maioria dos locatários, tornando os aluguéis, os pagamentos de empréstimos e a propriedade da terra componentes importantes a serem considerados para o sucesso financeiro futuro no setor brasileiro de soja. Estabelecer caminhos para a propriedade da terra antes do aumento previsto para os preços da terra poderia ajudar a mitigar esse risco, dando aos produtores a flexibilidade financeira para investir em iniciativas sustentáveis de aumento de rendimento e redução de emissões. Em 2016, os contratos de arrendamento de terras e de parceria

agrícola foram utilizados em menos de 4 por cento das terras agrícolas brasileiras, em comparação com 38 por cento nos Estados Unidos e 33 por cento na Europa.⁵⁹ Se essa tendência continuar, os agricultores brasileiros poderão ter alguma resiliência ao aumento nos pagamentos de aluguel de terras no futuro. A manutenção desses caminhos é particularmente importante, já que 53 por cento das terras agrícolas são ocupadas por 1,5 por cento dos maiores proprietários rurais do Brasil.⁶⁰ Enquanto isso, as pequenas propriedades familiares produzem cerca de 70 por cento dos alimentos consumidos no Brasil, mas ocupam apenas 25 por cento da terra.⁶¹

Oportunidades de Crescimento da Lucratividade no Setor Brasileiro de Soja

Os produtores de soja brasileiros podem adotar, de forma proativa, soluções de tecnologia e gestão que aumentem a resiliência financeira às transições climáticas e diversifiquem os fluxos de receita

Seção 7

A mitigação proativa de riscos pode reduzir as perdas financeiras, enquanto os líderes de mercado podem até obter ganhos financeiros ao aproveitarem as oportunidades de transição climática.

Os riscos apresentados pelas transições climáticas para o setor de soja brasileiro são claros e significativos. Mesmo assim, a mitigação proativa desses riscos pode reduzir as perdas financeiras, enquanto os líderes de mercado podem até obter ganhos financeiros por meio de oportunidades de transição climática, inclusive (i) adoção de avanços tecnológicos e práticas agrícolas sustentáveis para aumentar a eficiência; (ii) redução da intensidade de emissão da produção para reduzir os custos operacionais; (iii) mitigação da exposição a choques econômicos; (iv) redução dos pagamentos de aluguel de terras; (v) adaptação para atender a demanda dos segmentos de mercado em crescimento; e (vi) renda complementar da bioeconomia.

As melhorias na eficiência do uso da terra, que envolvem o aumento da produção de culturas por hectare, podem gerar lucros maiores e mais resilientes, capazes de resistir a uma série de choques econômicos relacionados à transição climática. Produtores com práticas de uso da terra mais eficientes são mais propensos a obter otimização do lucro do que os seus pares. Uma grande variedade de tecnologias já está disponível para os líderes de mercado na indústria de soja que buscam maximizar a lucratividade durante as transições climáticas, inclusive agricultura de precisão, seleção de sementes, automação agrícola e robótica. A pesquisa e o desenvolvimento só aumentarão essa tendência à medida que as oportunidades de transição climática se materializarem.

Os produtores podem usar melhorias de eficiência para obter reduções de custos na utilização de fertilizantes, aplicação de pesticidas e uso de combustível, ao mesmo tempo em que aumentam os rendimentos e melhoram a resiliência aos aumentos nos custos de emissões de GEE, à medida

que as transições climáticas se intensificarem.⁶² Isso é particularmente relevante porque mais governos estão considerando ou adotando impostos sobre emissões de GEE, programas de limite e comércio ou esquemas de comércio de emissões. Os produtores que reduzirem sua dependência de insumos e processos de alta emissão mitigarão os riscos associados à produção intensiva em emissões, principalmente em relação às altas emissões de dióxido de carbono do combustível e às emissões de N₂O da aplicação de fertilizantes.

Práticas agrícolas sustentáveis de menor custo, como plantio direto, rotação de culturas de cobertura e manejo integrado de pragas, também podem melhorar significativamente o rendimento dos produtores sem acesso a financiamento de baixo custo. É importante ressaltar que as melhorias de rendimento podem reduzir o custo por unidade de produção, principalmente à medida que a terra se tornar mais cara. A redução dos custos de produção por unidade criará uma vantagem competitiva relevante e permitirá que os produtores mantenham margens positivas, mesmo quando os preços da soja chegarem a cair entre 10 e 28 por cento em cenários de transição climática até 2050.

Além das reduções de custos de produção decorrentes de melhorias de eficiência e reduções de emissões de GEE, os produtores de soja também podem mitigar a exposição a choques econômicos de curto prazo por meio de armazenamento organizado pelos agricultores e contratos fixos. O armazenamento, juntamente com contratos de custo fixo, pode ajudar a proteger contra choques econômicos temporários relacionados aos custos de transporte durante picos de curto prazo nos preços dos combustíveis. Para os agricultores localizados longe de centros de demanda, instalações de processamento e instalações portuárias, no entanto, os custos



de transporte provavelmente continuarão a ser mais altos do que os dos concorrentes e criar maiores incentivos à adaptação às transições climáticas. Da mesma forma, os produtores de soja podem considerar seguros de colheita ou contratos de preço fixo para se proteger contra quedas temporárias de preços do produtor de soja causadas por choques econômicos decorrentes da transição climática. A adoção se acelerou nos últimos anos, com a soja representando 30 por cento das apólices de seguro e mais da metade do total de prêmios desembolsados em 2018.⁶³

Os produtores com acesso a financiamento podem considerar tomar providências para a propriedade da terra, embora essa opção seja limitada àqueles com financiamento. Espera-se que os pagamentos de aluguel de terras representem uma proporção maior dos custos de produção, já que a conservação e a concorrência da bioeconomia diminuirão as terras disponíveis para a agricultura. Optar por comprar terras em vez de alugá-las proporcionaria resiliência aos agricultores, principalmente quando os preços da terra se valorizarem a uma taxa que ultrapassará as taxas de juros sobre pagamentos de empréstimos estáveis. O aprimoramento dos caminhos para compra e retenção de terras exigirá coordenação entre os grupos interessados no setor brasileiro de soja.

Apesar dos investimentos iniciais necessários em muitas estratégias de adaptação à transição climática, eles são projetados para resultar em ganhos significativos na geração de lucro a longo prazo. Uma abordagem abrangente que combine melhorias na eficiência do uso da terra, estratégias de

redução de custos e gestão financeira prudente é essencial para os produtores de soja prosperarem em um mercado dinâmico.

Os produtores de soja também podem considerar fluxos de receita adicionais para diversificar a renda e aumentar a resiliência às quedas de lucratividade. Agroflorestas e produtos florestais não madeireiros, produção de múltiplas culturas em terras existentes, sistemas integrados de cultivo-pecuária (ICLF) e recebimento de pagamentos para a conservação por meio dos mercados de carbono representam oportunidades para os produtores de soja aumentarem a lucratividade e mitigarem os riscos de transição climática por meio da diversificação.

Os mercados de soja enfrentam uma incerteza significativa, mas as cadeias de suprimentos que podem girar rapidamente para atender à crescente demanda de segmentos de mercados emergentes terão acesso a mais oportunidades em transições climáticas do que os concorrentes. Combustíveis de aviação sustentáveis, proteínas vegetais e matéria-prima para animais não ruminantes representam oportunidades à medida que as transições climáticas se intensificarem.

Ao antecipar de forma proativa os impactos da transição climática e se apoiar em oportunidades, até mesmo os produtores de soja menos produtivos poderiam aumentar a lucratividade. Para que o setor brasileiro de soja tenha acesso às altas taxas de produtividade necessárias para maximizar a lucratividade nas transições climáticas, no entanto, é necessária uma mobilização significativa de financiamento, principalmente para os pequenos agricultores.

Apesar dos investimentos iniciais necessários em muitas estratégias de adaptação à transição climática, prevê-se que consigam ganhos significativos na geração de lucros a longo prazo.



Oportunidade de Líder de Mercado

SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS DE ALTA EFICIÊNCIA

As preocupações com o uso de recursos, impactos ambientais e, acima de tudo, com a segurança financeira impulsionaram a adoção de soluções agrícolas ativadas por dados nos últimos anos. Liderados inicialmente por grandes participantes comerciais, os líderes de mercado têm integrado cada vez mais práticas de agricultura de precisão, explorando a nova robótica e as tecnologias de automação agrícola e priorizado a seleção de variedades de sementes mais bem adaptadas às condições climáticas regionais.⁶⁴ Embora as taxas de adoção variem entre diferentes regiões e tamanhos de fazendas, garantir acesso acessível a sistemas de gerenciamento de dados e equipamentos avançados é um componente fundamental das estratégias de maximização da rentabilidade das fazendas para líderes de mercado em cenários de transição ambiciosos.

Agricultura de Precisão

Uma das soluções mais notáveis de alta eficiência é a adoção de técnicas de agricultura de precisão, que aproveitam dados em tempo real e a tecnologia de sensores para monitorar a saúde das culturas e a fertilidade do solo.⁶⁵ Isso permite que os produtores de soja tomem decisões fundamentadas e otimizem os insumos agrícolas, melhorando a saúde e as taxas de crescimento das plantações. Além disso, a integração de tecnologias geoespaciais baseadas em satélites permite um manejo mais eficiente da terra e reduz a degradação da terra.⁶⁶

Automação Agrícola e Robótica

Uma oportunidade de desenvolvimento para os agricultores brasileiros é a integração da robótica e automação ao cultivo da soja, que tem crescido nos últimos anos e proporciona melhorias de eficiência, redução de custos de mão de obra e aumento da produtividade para os primeiros adotantes. Os produtores fizeram uso de drones aéreos para pulverização, monitoramento de culturas e gerenciamento de fazendas, enquanto os drones terrestres estão sendo avaliados por sua capacidade de automatizar algumas operações de capina, plantio e colheita.⁶⁷ Apesar da natureza nascente do mercado, os produtores de *commodities* agrícolas expressaram interesse em oportunidades futuras.

Seleção de Sementes

Por meio de cuidadosa manipulação genética, melhoristas de plantas da Universidade Federal de Lavras, do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e de empresas de sementes argentinas (por exemplo, Grupo Don Mario), trabalham para melhorar as características essenciais para a produção sustentável de soja (por exemplo, variedades com maior rendimento, estabilidade fenotípica, resistência a doenças e tolerância à seca).⁶⁸ ⁶⁹ A seleção de sementes representa um processo de melhoria contínua que não só aumenta a produtividade agrícola, mas também pode contribuir para a eficiência dos recursos e resiliência à evolução dos riscos climáticos físicos.⁷⁰

PRÁTICAS DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

A automação agrícola, a agricultura de precisão e a seleção de sementes oferecem aos líderes de mercado uma variedade de opções para melhorar a eficiência agrícola. No entanto, o custo associado a essas tecnologias em desenvolvimento pode restringir o acesso de pequenas propriedades rurais, locatários e outros participantes sem acesso a financiamento de baixo custo. Por essas razões, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) também recomenda a adoção de uma diversidade de práticas que visem a alcançar melhorias significativas de eficiência, embora a um custo menor do que as opções mais avançadas tecnologicamente.⁷¹

Cultivo Direto

Popularizado na década de 1970 como parte do “sistema de plantio direto”, um sistema de agricultura de conservação, o plantio direto é praticado em 33 milhões de hectares, o que representa cerca de metade da área total de cultivo do Brasil.⁷² Esta prática é uma forma de agricultura sustentável que incentiva os agricultores a semear em solos não revolvidos.⁷³ Em vez de arar antes de cada colheita, as sementes são plantadas diretamente no solo não coberto, deixando resíduos da colheita anterior na superfície. Descobriu-se que reduzir o manejo do solo melhora a saúde e reduz a erosão do solo, conserva a água e melhora o rendimento das culturas de soja em 27 por cento, em média.^{74 75}

Rotação de Culturas de Cobertura

A segunda parte do “sistema de plantio direto” exige cobertura do campo durante todo o ano, obtida pela minimização do intervalo entre cada uma das três safras do Brasil. Grãos, como milho, aveia preta, cânhamo marrom e sorgo, são tipicamente usados como culturas de cobertura ao lado da soja. Observou-se que a redução da janela de solo estéril protege contra a erosão, reduz surtos de pragas, melhora o ciclo de nutrientes fora estação e reduz a dependência de fertilizantes sintéticos e herbicidas.

Manejo Integrado de Pragas

A suscetibilidade a pragas e fungos, principalmente ao fungo de ferrugem asiático chamado *Phakopsora pachyrhizi*, continua sendo um sério obstáculo à produtividade da soja. Ela pode restringir o uso de estratégias agrícolas mais produtivas que enfatizam a produção de várias culturas na mesma terra durante as fases de crescimento, devido ao aumento do risco trazido por intervalos mais curtos de rotação de culturas. O manejo integrado de pragas representa uma opção mais eficaz e econômica do que manejo tradicional de pragas porque mitiga a disseminação de danos por meio de monitoramento adequado e métodos de controle biológico, mecânico e químico. O uso eficaz permite melhor manejo das populações de pragas, minimiza a crescente dependência de pesticidas sintéticos e os impactos ao meio ambiente.

FLUXOS ALTERNATIVOS DE RECEITAS

Muitos produtores de soja que estão longe da cadeia de valor e da infraestrutura de transporte já enfrentam uma grande probabilidade de perda financeira. Com os riscos de transição climática projetados para exacerbar as lacunas de rentabilidade existentes, os indivíduos precisarão ser criativos, encontrar maneiras de capitalizar uma variedade de fluxos de receita alternativos para enfrentar mercados, políticas e condições cada vez mais imprevisíveis. Elas podem assumir a forma de diversificação de produtos por meio de agroflorestas, culturas duplas, iCLF ou recebimento de pagamentos para a conservação via crescimento dos mercados de carbono.

Agroflorestas

Os sistemas agroflorestais e o manejo sustentável de produtos florestais não madeireiros (PFNTs) podem ser considerados atividades complementares à soja e fornecer fluxos de receita adicionais. Eles podem apoiar a geração de renda adicional para os proprietários de terras, reduzindo assim a pressão sobre a vegetação nativa. A agrofloresta envolve o plantio de árvores ou arbustos ao redor de outras culturas ou entre elas e combina técnicas agrícolas e florestais, e que pode levar a um aumento na produtividade e reduzir as emissões. NTFPs incluem frutas, castanhas, fungos, fibras, carvão, mel e peixes, entre outros, de sistemas florestais ou agroflorestais existentes.

Mercados de Carbono

O crescimento dos mercados globais de carbono e biodiversidade chamou a atenção do governo brasileiro e do setor privado. Esses mercados podem mudar as perspectivas sobre o que tem sido considerado historicamente “terra improdutivo” em ativos valiosos para o armazenamento de carbono e biodiversidade como resultado da conservação. Créditos de carbono de alta integridade, inclusive aqueles em nível jurisdicional, reduzirão o risco de volatilidade dos preços. Os investimentos em soluções baseadas na natureza e na bioeconomia representam oportunidades para diversificar os fluxos de receita de fazendeiros que enfrentam riscos climáticos.

Cultivo Duplo

A abundância de chuvas e longos meses de verão permitem que muitos produtores de soja produzam duas colheitas no mesmo terreno sem necessidade de irrigação adicional e de outros equipamentos normalmente necessários para estender a estação de crescimento.⁷⁶ Embora dependa da região, estima-se que 13 milhões de hectares de lavoura de soja sejam colhidos e imediatamente semeados com a safrinha, uma prática de cultivo duplo que se tornou tão bem-sucedida que superou a primeira safra padrão do milho. O desenvolvimento de variedades de soja adaptadas ao plantio anterior permitiu que 40 por cento da área de soja do Brasil fosse seguida por uma safrinha de milho, proporcionando aos produtores envolvidos com a prática uma fonte anual de receita diversificada.⁷⁷ No entanto, as práticas de cultivo duplo dependem de fortes processos de manejo de pragas e de chuvas, que são cada vez mais afetadas pela escalada dos impactos climáticos físicos.

Integração Lavoura-Pecuária-Silvicultura (iCLF)

Uma alternativa às estratégias de cultivo duplo, a iCLF visa a maximizar a eficiência do uso da terra e a produtividade geral das fazendas por meio da integração da pecuária em oposição a uma colheita adicional.⁷⁸ Os produtores que praticam a iCLF podem criar os seus próprios animais para abate e outros produtos agrícolas ou arrendar as suas terras em troca de taxas de pastoreio. Esta prática já demonstrou que aumenta a rentabilidade por hectare em 112 por cento quando comparada à terra não roçada.⁷⁹ Além da diversificação de receitas, as terras cultivadas utilizadas para apoiar os produtos agrícolas se beneficiam de uma melhor qualidade do solo, maiores ciclos de nutrientes e melhor controle de pragas.⁸⁰

DIVERSIFICAÇÃO DO MERCADO

A soja tem uma variedade de casos de uso, inclusive biocombustíveis, proteínas à base de plantas, óleos de sementes e matéria-prima para o gado. As cadeias de suprimento de soja que forem ágeis o suficiente para se adaptar à demanda em constante mudança em todos os segmentos de mercado podem aumentar a resiliência às transições climáticas. As possíveis oportunidades de mercado incluem:

Combustíveis de Aviação Sustentáveis

A adoção de combustíveis de aviação sustentáveis está aumentando a demanda por biocombustíveis, inclusive de soja, à medida que as companhias aéreas trabalham para reduzir a intensidade de emissão das viagens.

Proteínas à Base de Plantas

O mercado de proteínas à base de plantas é projetado para valer R\$ 810 bilhões até 2030, 4,5 vezes mais do que a avaliação de 2020. As proteínas vegetais podem representar até 7,7 por cento do mercado global de proteínas até 2030, o que pode levar a oportunidades significativas para a soja.⁸¹

Produtos Agrícolas de Não Ruminantes

Embora a matéria-prima utilizada para a produção de carne de ruminantes seja suscetível a reduções na procura à medida que as preferências dos consumidores se alteram nas transições climáticas, a matéria-prima utilizada para outros tipos de gado provavelmente aumentará em demanda devido à crescente população global.

Mecanismos Financeiros para Investir em Melhorias na Produção

Seção 8

Apesar das oportunidades para os produtores aumentarem a lucratividade, os mecanismos existentes de financiamento de melhorias nas fazendas são mais acessíveis aos líderes de mercado, enquanto os pequenos produtores enfrentam dificuldades para garantir crédito devido às circunstâncias, exigências de documentação extensivas e outros fatores

Melhorias na eficiência do solo e nitrogênio, inovação tecnológica, redução de emissões de GEE e outras estratégias representam abordagens únicas para melhorar a lucratividade das fazendas de soja ao reduzir o impacto ambiental tradicionalmente associado à expansão do estabelecimento. Entretanto, os custos associados aos investimentos estratégicos podem restringir o acesso à lucratividade futura. Os pequenos produtores, aqueles que mais precisam de melhorias de eficiência para se manterem rentáveis em cenários de transição, muitas vezes enfrentam as maiores barreiras para pagar os custos significativos da adoção inicial.

O financiamento público substancial do governo brasileiro foi mobilizado em um esforço para fechar a lacuna. Vários programas de apoio a práticas sustentáveis na agricultura e pecuária, inclusive o Plano Safra, Plano ABC+, o RenovAgro e o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) foram elaborados para oferecer crédito rural para uma variedade de produtores, desde operações de pequena a grande escala, bem como para cooperativas e empresas relacionadas ao agronegócio.

Nos últimos anos, o setor bancário tem alinhado cada vez mais as linhas de crédito e financiamento para o setor agrícola, desenvolvendo programas voltados para práticas socioambientais fora das iniciativas governamentais e dos órgãos reguladores. Programas do BNDES (Proirriga, Prodecoon), Banco do Brasil, Rabobank (Renovar Pastagem), Santander (CDC Agro Sustentável), Banco do Nordeste (FNE Verde, FNE Sol) e Banco da Amazônia (Amazônia Rural, Energia Verde) oferecem crédito para projetos variados que financiam esforços de recuperação

Os pequenos agricultores, que mais necessitam de melhorias de eficiência para permanecerem rentáveis em cenários de transição, enfrentam muitas vezes as maiores barreiras para pagar custos iniciais significativos de adoção.

Oportunidade de Líder de Mercado. Instrumentos Financeiros Inovadores Para Complementar a Renda do Setor de Soja.

O mercado voluntário de carbono registrou um rápido crescimento, atingindo R\$ 10 bilhões em 2021, superior apenas aos R\$ 1 bilhão de cinco anos antes.⁸⁶ O Brasil, no entanto, está em posição única para ter sucesso nos próximos anos devido ao seu potencial para gerar créditos de carbono. Algumas estimativas sugerem que 15 por cento de todo o potencial de compensação de carbono do mundo (alcançável por meio de soluções climáticas naturais) está no Brasil.⁸⁷ 80 por cento, 1,2 a 1,9 GtCO₂e, aos quais estão associados projetos de recuperação e reflorestamento de pastagens. Os produtores que aproveitarem a oportunidade para certificar a recuperação das suas terras têm o potencial de ganhar R\$ 435 por tonelada de CO₂e no cenário da Política de Previsão inspirada nos IPR até 2050. Assim como nos mercados de carbono, o mercado emergente de crédito à biodiversidade está se expandindo para fornecer pagamentos por resultados de proteção ou recuperação da biodiversidade, um fator importante para sustentar os esforços de crédito de carbono de qualidade para combater as ameaças emergentes da perda de biodiversidade.

da terra, práticas agrícolas sustentáveis, projetos de energia renovável e outros.

Além das iniciativas de financiamento governamental e bancário, várias ONGs têm impulsionado com sucesso a colaboração do setor privado por meio do uso de consórcios, com esforços liderados pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, a Conservação da Natureza e a Aliança das Florestas Tropicais, mobilizando R\$ 50 bilhões em desembolsos para agricultura sustentável. Consulte o Apêndice 3 para obter uma visão geral dos mecanismos financeiros existentes para produtores de soja brasileiros.



Com quase 3,9 milhões de pequenas propriedades rurais no Brasil, os investidores que puderem mitigar os problemas de empréstimos normalmente associados aos candidatos rurais poderão explorar um mercado substancial que precisa de oportunidades de crédito e financiamento.

Embora grandes oportunidades de financiamento tenham sido disponibilizadas, o crédito é normalmente mais acessível aos líderes de mercado, enquanto os pequenos agricultores enfrentam, em geral, desafios de aprovação devido a grandes exigências de documentação, problemas de conectividade e outras restrições. 38 por cento de uma união de 4.300 produtores rurais, a Confederação Brasileira de Agricultura e Pecuária (CNA), nunca receberam aprovação de crédito específica para as áreas rurais.⁸²

A rejeição força os produtores a pedir empréstimos bancários não específicos com taxas de juros mais altas e condições de pagamento menos favoráveis do que as disponíveis nos programas governamentais. Com quase 3,9 milhões de pequenas propriedades rurais no Brasil, os investidores que conseguirem mitigar os problemas de empréstimos tipicamente associados aos solicitantes rurais poderão explorar um mercado substancial que precisa de oportunidades de crédito e financiamento.⁸³

Recomendações para as Principais Partes Interessadas

Seção 9

A colaboração entre grupos de partes interessadas e ação precoce podem preparar o setor de soja brasileiro e a economia em geral para as transições climáticas



Quantificar e se preparar para os riscos e oportunidades motivados pelas transições climáticas é essencial para o futuro de sucesso do setor de soja brasileiro. Essas transições apresentam riscos consideráveis, mas também oportunidades significativas. As ações de hoje podem gerar grandes dividendos amanhã, especialmente considerando-se que os impactos físicos estão se intensificando e fechando a janela de oportunidade.

O interesse no investimento em soluções sustentáveis que aumentem a produtividade e diversifiquem os fluxos de receita está aumentando rapidamente. Onde os riscos podem limitar o crescimento ou tornar algumas formas de produção de soja inviáveis economicamente, existem oportunidades iguais ou possivelmente maiores para apoiar o desenvolvimento econômico de comunidades que agora dependem da produção de soja.

Um futuro que seja tanto sustentável quanto lucrativo exigirá um nível radical de colaboração entre as principais partes interessadas no Brasil e o apoio da comunidade internacional. Há uma oportunidade para aqueles que forem proativos, e essas observações fornecem um sistema de alerta antecipado para a preparação para as transições climáticas. Nesse espírito, as partes interessadas podem pensar em adotar as recomendações abaixo em futuras estratégias e esforços.

Oportunidades para Investidores



Avaliar o risco e a vulnerabilidade da transição climática em todos os investimentos.

- Os investidores que utilizam dados históricos para calcular o risco ou que não incluem os riscos de transição provavelmente subestimam o perfil de risco dos investimentos.



Priorizar os investimentos com estratégias de crescimento dependentes de práticas agrícolas sustentáveis, soluções de tecnologia de alta eficiência, melhores práticas de manejo e fluxos de receita diversificados em relação àqueles com estratégias de crescimento dependentes de expansão geográfica.

- A ampliação do setor de soja por meio do desmatamento provavelmente não será lucrativa no futuro devido a restrições ao uso da terra, aumento dos preços de GEE e outros fatores. Isso é mais relevante para regiões importantes ecologicamente, como a Amazônia e o Cerrado.



Vincular investimentos e empréstimos a práticas sustentáveis.

- Incentivar a conformidade dos fornecedores com o Código Florestal por meio de financiamento direcionado e baseado em resultados.
- Priorizar a diferenciação do mercado ao longo das cadeias de suprimentos internacionais com regulamentos e políticas livres de desmatamento por meio da transparência, e assim reduzir as perdas em pagamentos nos caminhos da transição climática.



Aumentar os investimentos em inovações que criam vantagem competitiva por meio da produção de produtos de baixa emissão e livres de desmatamento.

- Colaborar com os principais atores na identificação de novas técnicas tecnológicas e de manejo promissoras para melhorar as práticas de produção por meio de projetos-piloto.
- Avaliar as barreiras à adoção para os produtores que existem hoje e elaborar novos veículos financeiros que fornecerão o capital para apoiar os produtores na transição.
- Participar do compartilhamento de conhecimento entre pares sobre as normas do setor para medir o impacto, monitorar os relatórios de risco e estabelecer metas científicas e positivas para a natureza.
- Defender o capital catalítico ampliado que seja de longo prazo, tolerante ao risco, concessionário e suficientemente flexível para acelerar o crescimento do mercado de produtos de soja livres de desmatamento e que tenham o potencial de ser mais competitivos nos mercados futuros.
- Elaborar novas metas para a originação de acordos agrícolas sustentáveis e atualizar os critérios para risco aceitável em veículos financeiros.



Colaborar com os produtores para oferecer assistência na navegação em transições.

- Criar instrumentos financeiros acessíveis para facilitar a adoção entre os pequenos agricultores e operações de nível familiar, priorizando a acessibilidade e a minimização dos obstáculos burocráticos.



Identificar novas oportunidades de investimento para apoiar fluxos de receita novos e diversificados.

- Avaliar continuamente novos tipos de investimentos que melhorem a produtividade da soja e diversifiquem os fluxos de receita dos produtores de soja.



Investir em novos setores para apoiar o crescimento econômico.

- Investir em melhorias da saúde do solo, dos sistemas agroflorestais, mercados de carbono e mercados de biodiversidade.

Oportunidades para Produtores de Soja



Adotar práticas e técnicas de manejo agrícola que aumentem de forma sustentável a produtividade e a lucratividade da terra, reduzindo também os custos de produção. Elas podem incluir:

- Empregar práticas que aumentem a eficiência do uso da terra e do nitrogênio. Por exemplo, a agricultura de precisão aproveita dados em tempo real e tecnologia de sensores para monitorar a produção e os equipamentos, melhorando a eficiência da semeadura, pulverização e aplicação de fertilizantes.
- Investir em práticas agrícolas que melhorem a saúde do solo e intensifiquem de forma sustentável a produção nas terras já existentes.
- Adaptar o manejo integrado de pragas e as práticas de rotação de culturas de cobertura para reduzir a dependência de pesticidas e herbicidas.
- Adotar o desenvolvimento de tecnologias de automação agrícola para aumentar a eficiência e a produtividade da fazenda.
- Maximizar as reduções de emissões de GEE, principalmente CO₂ e N₂O para reduzir os pagamentos por emissões esperados nas transições climáticas.
- Optar por caminhar rumo à propriedade da terra, quando for viável, para mitigar o risco de aumento dos preços da terra nas transições climáticas.
- Investir em armazenamento para melhorar a resiliência a choques econômicos que causam volatilidade de curto prazo nos preços das *commodities* e nos custos de transporte.



Identificar e defender oportunidades de financiamento que permitam que os fazendeiros se preparem melhor para as transições climáticas.

- Obter empréstimos de instituições financeiras, bancos de desenvolvimento e do governo para apoiar os custos de investimento inicial em melhorias tecnológicas e de produtividade.
- Oferecer suporte para a incorporação lucrativa de soluções baseadas na natureza em cenários de produção de soja.

Oportunidades para Comerciais e Processadoras



Adotar práticas abrangentes de monitoramento para garantir a rastreabilidade de todos os insumos envolvidos na cadeia de suprimentos.

- Realizar monitoramento eficaz, que desempenhe um papel fundamental na erradicação da soja ligada ao desmatamento de toda a cadeia de suprimentos para melhorar a reputação e o acesso ao mercado de produtos nos mercados nacional e internacional.



Promover e implementar programas para se chegar ao desmatamento zero em toda a cadeia de suprimentos e oferecer financiamento para investimentos tecnológicos que aumentem de forma sustentável o rendimento dos fornecedores.⁸⁸

- Trabalhar com as outras partes interessadas para testar produtos financeiros que aumentem a transparência da cadeia de suprimentos. Apresentar rotulagem de livre de desmatamento e livre de conversão nas embalagens dos produtos para permitir que os produtores sustentáveis mantenham o acesso aos mercados e possam se beneficiar de preços e recursos diferenciados.
- Financiar a assistência técnica para produtores para ampliar a adoção de soluções que melhorem a produtividade de forma sustentável, chegando a uma agricultura livre de desmatamento.



Realizar avaliações abrangentes de risco de transição climática para garantir a sustentabilidade do fornecimento de soja nas transições climáticas.

- Utilize a análise de cenários para entender melhor e se preparar para as transições climáticas e ajudar os fornecedores a mitigar os riscos.

Oportunidades para Legisladores Brasileiros



Melhorar a clareza por meio da elaboração de políticas consistentes e confiáveis.

- Acompanhar a implementação completa de políticas importantes, como o Código Florestal e o PPCDAm revisado, para dar às partes interessadas certeza sobre os impactos das políticas, mitigar os riscos climáticos físicos que poderiam ameaçar todo o setor brasileiro de soja se o acesso às chuvas para irrigação for reduzido, as temperaturas ameaçarem rendimentos e eventos climáticos extremos gerarem incertezas.
- Esclarecer os direitos de uso e posse da terra, principalmente para pequenos produtores e operações de nível familiar.



Apoiar a coleta e o monitoramento de dados para embasar estratégias de uso da terra mais eficientes.

- Empregar sistemas de monitoramento avançados e dados de alta qualidade para a melhoria do manejo da terra, aumentar a eficiência do uso da terra e conservação da terra com estoque de carbono elevado.



Oferecer apoio aos produtores de soja nas transições climáticas.

- Promover um ambiente regulatório financeiro que permita às fazendas financiar esforços para a transição para sistemas mais resilientes.
- Vincular uma parcela maior dos subsídios de soja brasileiros a práticas sustentáveis de uso da terra para incentivar os produtores a adotarem tecnologia avançada e melhores práticas de manejo.
- Ampliar os serviços de extensão e o acesso à assistência técnica para aumentar a capacidade dos fazendeiros de todos os tipos de adotar práticas tecnicamente complexas e inovadoras.
- Considerar métricas de longo prazo para mensurar o progresso para desbloqueio do capital de longo prazo. Embora essas políticas exijam grandes investimentos iniciais, elas aumentam a produtividade e a lucratividade de longo prazo e ajudarão o setor de soja brasileiro a manter a competitividade no comércio internacional.
- Apoiar o escalonamento de soluções baseadas na natureza em cenários de produção de soja como uma medida de adaptação climática (efeito de atenuação climática das florestas) e um elemento financeiro redutor de riscos por meio da diversificação.

Oportunidades para Legisladores Internacionais



Elaborar políticas futuras sobre clima, biodiversidade e sustentabilidade em colaboração com os brasileiros.

- Criar novos acordos de comércio internacional que permitam ao setor agrícola brasileiro atender à crescente demanda global por alimentos, aumentando a resiliência do fornecimento de alimentos pela transição para a produção sustentável.
- Trabalhar por meio de iniciativas estabelecidas, como o Fundo da Amazônia, para apoiar o desenvolvimento econômico sustentável do Brasil.⁸⁹ Esse mecanismo de financiamento comprovado pode incentivar a redução do desmatamento por meio de programas que apoiem práticas aperfeiçoadas de produção de soja e fortaleçam as economias das comunidades rurais.
- Apoiar o desenvolvimento de iniciativas de cenários de produção de soja que sejam positivos para a natureza, com base nas políticas e mecanismos financeiros existentes.

Orbitas Brasil: Ferramentas Interativas de Transição Climática para Tomadores de Decisão

USE AS FERRAMENTAS



As ferramentas apresentadas a seguir abordam com profundidade as oportunidades e os riscos significativos que as empresas brasileiras de pecuária e soja devem encontrar nas transições climáticas até 2050. As ferramentas fornecem aos usuários as informações essenciais para lidar com os desafios relacionados ao clima, oferecem insights sobre oportunidades de investimento e permitem a tomada de decisões bem fundamentadas no setor agrícola.

Disponível em:

orbitas.finance/brasil-agricultura-ferramentas



Analizador do Setor de Soja

Utilize esta ferramenta para entender as oportunidades e os riscos significativos associados às transições climáticas e os riscos financeiros associados a possíveis choques para o rendimento, custos de transporte e preços dos produtos que os produtores de soja provavelmente encontrarão até 2050.



Analizador do Risco de Desmatamento Ilegal

Utilize esta ferramenta para examinar a distribuição do risco de desmatamento ilegal e as multas aplicadas nos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal no Brasil.

O Setor de Soja Brasileiro em Meio às Transições Climáticas

Apêndices

Apêndice 1: Evolução dos Riscos Físicos Materializados por Bioma

Apêndice 2: Premissas Detalhadas de Modelagem Econômica

Apêndice 3: Mecanismos Existentes de Financiamento de Investimentos em Resiliência Climática

Referências bibliográficas

Apêndice 1: Evolução dos Riscos Físicos Materializados por Bioma

Resultados de dados de estações meteorológicas no Cerrado e, em particular, em MATOPIBA

FIGURA A1.

COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS CLIMÁTICAS ENTRE 1991-2020 E 1961-1990 NO CERRADO E EM MATOPIBA

	VERÃO			OUTONO			INVERNO			PRIMAVERA		
	1961-1990	1991-2020	Dif.									
Cerrado												
TMax (°C)	30,0	31,0	1,0	29,9	30,6	0,7	29,7	30,6	0,9	31,3	32,7	1,4
TMédia (°C)	24,0	24,9	0,9	23,3	24,0	0,7	21,6	22,6	1,0	24,4	25,6	1,2
TMin (°C)	20,0	20,8	0,7	18,8	19,5	0,7	15,5	16,4	1,0	19,3	20,3	1,0
Precipitação (mm)	662,5	657,4	-5,1	356,2	365,8	9,6	38,0	26,9	-11,2	322,9	303,1	-19,9
Evaporação (mm)	271,8	307,8	35,9	250,8	284,4	33,7	336,4	391,3	55,0	366,9	437,4	70,4
Umidade Relativa (Percentual)	78,8	75,8	-3,0	75,8	73,0	-2,8	62,5	58,1	-4,4	66,6	60,5	-6,0
MATOPIBA												
TMax (°C)	31,2	32,3	1,2	31,3	32,3	0,9	32,8	33,8	1,0	33,6	35,2	1,6
TMédia (°C)	25,2	26,5	1,3	25,3	26,4	1,2	24,9	26,3	1,4	26,7	28,3	1,6
TMin (°C)	21,3	22,2	0,9	21,0	21,8	0,8	18,6	19,7	1,1	21,3	22,4	1,0
Precipitação (mm)	609,2	584,8	-24,4	492,6	472,4	-20,2	36,1	24,4	-11,7	247,2	220,7	-26,5
Evaporação (mm)	242,4	285,8	43,5	265,0	313,9	48,9	586,9	655,2	68,3	485,3	586,1	100,8
Umidade Relativa (Percentual)	79,6	76,9	-2,6	78,5	75,2	-3,4	61,0	56,9	-4,1	64,2	58,3	-5,9

Fonte: Modelagem dos Autores. Dados: INMET – Instituto Brasileiro de Meteorologia

Apêndice 2: Premissas Detalhadas da Modelagem Econômica

A escala e o ritmo das transições climáticas ainda são desconhecidos, mas os cenários podem projetar o desempenho do setor de soja brasileiro em vários caminhos da transição

FIGURA A2.

	BASE	AÇÃO MODESTA		AÇÃO AGRESSIVA	
Cenários	Cenário <i>Business As Usual</i>	Cenário de Política de Previsão por Resposta Política Inevitável	Cenário de Política Coordenada	Cenário de Transformação Social	Cenário de Inovação
Meta de Aquecimento (Graus Celsius)	> 3	< 2	< 2	< 1.5	< 1.5
Preços de GEE até 2050* (2005 USD por ton de emissões de CO ₂)	R\$ 20	R\$ 435	R\$ 500	R\$ 765	R\$ 765
Demanda por Bioenergia (EJ/ano em 2050)	< 10 1ª geração biomassa	90 2ª geração	90 2ª geração	100 2ª geração	130 2ª geração
Mudanças na Dieta (Demanda por produtos agrícolas entre 2020 e 2050, kcal/máx./dia)	Sem mudança	< 600	< 600	< 450	< 600
Áreas Protegidas**	WDPA† (~15% globalmente) até 2050	WDPA (~15% globalmente) + hotspots de biodiversidade até 2035	WDPA (~15% globalmente) + hotspots de biodiversidade até 2030	Ampliação WDPA atual (~15%) para 30% até 2030	WDPA (~15% globalmente) + Hotspots de biodiversidade até 2030
Eficiência do Insumo (Eficiência de absorção de nitrogênio até 2050)	60%	65%	65%	65%	75%
Tec. Aprimoramento do Rendimento	Mudança pequena	Mudança média	Mudança média	Mudança média	Grande mudança
Reduções no Desperdício de Alimentos (Percentual de alimentos desperdiçados até 2050)	33%	20%	20%	16.5%	20%
Outras Políticas Climáticas	Políticas nacionais existentes sobre reflorestamento e redução do desmatamento. Não inclui promessas ambiciosas em apoio ao Acordo de Paris	Incluir promessas ambiciosas de reflorestamento e redução do desmatamento em apoio ao Acordo de Paris			
Demanda por Madeira	Nível baixo	Nível moderado	Nível moderado	Nível moderado	Nível alto

Fontes: A Orbitas está colaborando com o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) e a Vivid Economics para promover alinhamento em torno das premissas dos cenários de transição climática. Os cenários foram extraídos da ferramenta de cenário de transição WBCSD com modificações para incorporar desenvolvimentos recentes. Consulte aqui para a ferramenta WBCSD anterior: <https://www.wbcsd.org/Programs/Redefining-Value/TCFD/News/WBCSD-releases-new-climate-transition-scenario-tool-for-companies-in-the-Food-Agriculture-and-Forest-Products-sectors>

* Os preços de GEE apresentados são valores globais médios em 2005 em USD. Eles refletem os preços assumidos das emissões de GEE da agricultura, silvicultura e outros usos do solo;

**"Áreas protegidas", com base no Banco de Dados Mundial de Áreas Protegidas, incluem todas as áreas sob proteção legal que atendem à União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) e definições de área protegida da Convenção sobre Diversidade Biológica (inclusive as categorias IUCN Ia, Ib, III, IV, V, VI).

†Banco de Dados Mundial de Áreas Protegidas

Apêndice 3: Mecanismos Existentes de Financiamento de Investimentos em Resiliência Climática

Existem numerosas oportunidades para que os líderes de mercado aumentem a lucratividade por meio da diversificação dos fluxos de receita e para que o setor de soja brasileiro mais amplo invista em inovação

São necessários progressos significativos para garantir que o acesso aos recursos para mitigar os riscos da transição climática e aproveitar as oportunidades seja equitativo e acessível.

Os esforços colaborativos das seguintes iniciativas estão melhorando o ambiente para que os investidores entendam os possíveis riscos e oportunidades para o financiamento da produção de soja que estão divergindo rapidamente das práticas tradicionais. Entretanto, é necessário um progresso significativo para garantir que o acesso aos recursos para mitigar os riscos de transição climática e aproveitar as oportunidades seja equitativo e acessível.

Iniciativas de Financiamento do Governo Brasileiro

- O Plano Safra é a principal política governamental destinada a incentivar a atividade agrícola. No ano passado, forneceu um recorde de R\$ 364 bilhões em crédito, ao mesmo tempo em que introduziu mecanismos para promover atributos socioambientais e impediu a emissão de crédito para pessoas envolvidas em atividades ilegais. O projeto destinou R\$ 7 bilhões para linhas de crédito que visam a estimular atividades agrícolas de baixo carbono. Além disso, o governo divulgou o Plano Safra Para a Agricultura Familiar 2023/2024, com um orçamento de R\$ 71,6 bilhões.
- O Plano ABC+ 2020-2030 representa a segunda fase do Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima Para a Consolidação de uma Economia de Baixo Carbono na Agricultura. Seu objetivo é reduzir as emissões de carbono em 1,1 bilhão de toneladas no agronegócio, promovendo a adoção de tecnologias sustentáveis, como a recuperação de pastagens degradadas, o Sistema Plantio Direto (SPD) e a integração da agricultura, pecuária e silvicultura (ILPF). O plano também prevê uma linha de financiamento focada na

adoção de tecnologias sustentáveis, agora conhecida como Programa de Financiamento de Sistemas de Produção Agrícola Sustentável (RenovAgro).

- Finalmente, instituições como o Banco da Amazônia gerenciam recursos financeiros a partir de programas governamentais voltados para o desenvolvimento dos estados da Região Norte, que incluem o apoio aos produtores rurais e a promoção de práticas sustentáveis no campo.

Iniciativas de Financiamento do Setor Privado

- O BNDES oferece uma variedade de opções de financiamento para o setor do agronegócio visando à redução de impactos ambientais, inclusive a compra de equipamentos. O BNDES Proirriga apoia o desenvolvimento da agricultura irrigada sustentável, enquanto o Prodecoop prioriza a modernização dos sistemas produtivos e a comercialização para cooperativas, entre outros. O Fundo do Clima, programa específico do governo federal para mudanças climáticas, apoia projetos relacionados à mitigação e adaptação do clima, com uma alocação de R\$ 3 bilhões para 2023. A prioridade é investir em projetos de energias renováveis e eficiência energética.
- O Banco do Brasil oferece soluções de crédito rural depois de uma análise de riscos financeiros, climáticos e de mercado. O objetivo é incentivar os produtores a implementarem melhorias na gestão de negócios e adotar práticas socioambientais. Alguns programas incluem Agricultura de Baixo Carbono, Inovação e Melhores Práticas e BB Reflorestando o Brasil, além de outras opções voltadas para as práti-

cas do agronegócio sustentável, como a agricultura integrada à pecuária e florestas, recuperação de pastagens degradadas e cumprimento de reserva legal e de áreas de preservação permanente.

- O Rabobank posiciona-se como um banco especializado que oferece soluções financeiras e estratégicas para o agronegócio. Oferece financiamento focado na sustentabilidade e recentemente colaborou com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e outros parceiros internacionais para desenvolver o “Renova Pasto”, um empréstimo com um período de carência de três anos destinado a permitir que os clientes se recuperem da baixa produtividade e as pastagens degradadas.
- O Santander facilita a transferência de linhas de crédito de programas governamentais e também oferece seu próprio programa, o CDC Agro Socioambiental. Este programa apoia a compra de máquinas e soluções técnicas de plantio e pecuária de baixo impacto ambiental, a implementação de sistemas de energia renovável, irrigação por gotejamento e outras práticas sustentáveis.
- O Banco do Nordeste oferece o FNE Verde, uma iniciativa destinada a financiar projetos e atividades que visem à conservação e recuperação ambiental de produtores rurais e cooperativas. O FNE Sol financia projetos de micro e minigeração de energia a partir de fontes renováveis para autoconsumo ou arrendimento.
- O Banco da Amazônia oferece o Amazônia Rural Verde, destinado a produtores rurais e populações tradicionais da região para financiamento de atividades sustentáveis. Elas incluem a transformação de produtos florestais de madeira de áreas gerenciadas, reflorestamento e recuperação de terras. Energia Verde é mais uma linha de crédito focada na compra de veículos que utilizam energia renovável.

Iniciativas de Financiamento Realizadas por Consórcio e ONGs

- A iniciativa Inovação Financeira Para Amazônia, Cerrado e Chaco, liderada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, a Nature Conservancy e a Tropical Forest Alliance, comprometeram-se a mobilizar R\$ 50 bilhões em compromissos e desembolsos de fundos para a transição agrícola sustentável até 2030. A iniciativa vê o desenvolvimento da pecuária, cultivo de soja, agroflorestas e produtos florestais não madeireiros livres de desmatamento em biomas críticos da América do Sul, inclusive a Amazônia brasileira e o Cerrado, como uma oportunidade de R\$ 150 bilhões para investidores.
- O Investors Policy Dialogue on Deforestation (IPDD) é um consórcio de financiadores com R\$ 42,5 trilhões em ativos sob gestão liderados por um secretariado criado pelo Fórum Econômico Mundial e apoiado pelos Principles for Responsible Investment. O IPDD, criado em 2020, é composto por 58 instituições financeiras e investidores preocupados com os “impactos financeiros que o desmatamento e a violação dos direitos dos povos indígenas e comunidades locais podem ter sobre os seus clientes e empresas investidas, aumentando potencialmente os riscos reputacionais, operacionais e regulatórios”. Ele identifica três canais pelos quais os riscos de desmatamento criam risco financeiro para emissores e investidores: Riscos ESG, riscos da cadeia de suprimentos e riscos do setor financeiro.
- O Capital for Climate oferece uma plataforma para investidores em larga escala concentrarem o capital primário no manejo sustentável da pecuária, restauração de pastagens degradadas, agricultura regenerativa, agrofloresta, bioeconomia e outros ativos relativamente novos e bancarizáveis.

Instrumentos Financeiros Inovadores: Soluções Baseadas na Natureza e Iniciativas de Financiamento da Bioeconomia

- O mercado voluntário de carbono vem registrando um rápido crescimento nos últimos anos, principalmente em projetos e programas de soluções baseadas na natureza. Políticos brasileiros, líderes do setor privado e comunidades indígenas estão buscando, de forma proativa, oportunidades para trabalhar com financiadores e partes interessadas no mercado de carbono para que ele cresça no país. Por exemplo, a Coalizão LEAF está trabalhando com os estados brasileiros amazônicos do Amapá, Amazonas, Acre, Mato Grosso e Pará para gerar créditos de carbono jurisdicionais que serão vendidos no mercado voluntário de carbono. Os mercados de carbono devem se ampliar à medida que as negociações do Artigo 6º forem finalizadas, permitindo que o governo federal brasileiro busque mais investimentos de outras nações para a compra de créditos de carbono gerados pela conservação e restauração dos habitats naturais do país.

Referências bibliográficas

- 1 "Climate-Related Financial Regulation Explorer." Orbitas. <https://orbitas.finance/climate-related-regulations-map/>
- 2 "Soybean in Brazil - Statistics & Facts." Statista. <https://www.statista.com/topics/6401/soybean-in-brazil/#topicOverview>
- 3 "Most of the Profits from Soy Go Abroad: Technical Note." World Wide Fund for Nature (WWF). Junho de 2023. https://wwfbrnew.awsassets.panda.org/downloads/wwfbr_2022_nt_o-caso-da-soja_english.pdf
- 4 Cattelan, Alexandre José, e Amélio Dall'Agnol. "The rapid soybean growth in Brazil." OCL 25, no. 1 (2018): D102. <https://doi.org/10.1051/oc/2017058>
- 5 "Brazil Country Summary for Soybean." United States Department of Agriculture (USDA). <https://ipad.fas.usda.gov/countrysummary/Default.aspx?id=BR&crop=Soybean>
- 6 *ibid.*
- 7 "Connecting exports of Brazilian soy to deforestation." Stockholm Environment Institute (SEI). 07 de dezembro de 2022. <https://www.sei.org/features/connecting-exports-of-brazilian-soy-to-deforestation/>
- 8 *ibid.*
- 9 "Brazil Overview 2022." United States Department of Agriculture (USDA). Fevereiro de 2023. <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/BrazilOverview2022.pdf>
- 10 Ritchie, Hannah. "Is our appetite for soy driving deforestation in the Amazon?" 2021. OurWorldInData. <https://ourworldindata.org/soy>
- 11 "Brazil Trade Data for Soybeans (HS Code: 1201) - Total Exports and Imports with World Partners, Year-on-Year Growth(2011-2022)." TrendEconomy. Disponível em: https://trendeconomy.com/data/h2?commodity=1201.TOTAL&reporter=Brazil&trade_flow=Export,Import&partner=World&indicator=TVYoY&time_period=2011,2012,2013,2014,2015,2016,2017,2018,2019,2020,2021,2022.
- 12 Ozburn, T. "Brazil: soybean export value share 2021, by state of origin." Statista. 08 de agosto de 2023. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/721348/value-share-soybean-exports-brazil-region-origin/>
- 13 "Statistics." Brazilian Association of Vegetable Oil Industries (ABIOVE). Disponível em: <https://abiove.org.br/en/statistics/>
- 14 "GDP OF THE SOYBEAN AND BIODIESEL CHAIN." Center for Advanced Studies in Economics (CEPEA) and the Brazilian Association of Vegetable Oil Industries (ABIOVE). <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-da-cadeia-de-soja-e-biodiesel-1.aspx>
- 15 "Brazil Employed Persons." Trading Economics. <https://tradingeconomics.com/brazil/employed-persons>
- 16 Medina, Gabriel da Silva. "The Economics of Agribusiness in Developing Countries: Areas of Opportunities for a New Development Paradigm in the Soybean Supply Chain in Brazil." *Frontiers in Sustainable Food Systems* 6 (2022): Article 842338. Publicado em 18 de março de 2022. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2022.842338/full>
- 17 "Explore: Brazil Soy Volume." Trase Earth. 08 de março de 2024. https://explore.trase.earth/explore/brazil/soy/volume?includes_domestic=true&year=2020®ion_type=MUNICIPALITY®ion_level=6
- 18 Magalhães, Iara Barbosa, Alexia Saleme Aona de Paula Pereira, Maria Lucia Calijuri, Sabrina do Carmo Alves, Vitor Juste dos Santos, e Juliana Ferreira Lorentz. "Brazilian Cerrado and Soy moratorium: Effects on biome preservation and consequences on grain production." *Land use policy* 99 (2020): 105030. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105030>
- 19 Pacheco, Pablo, Karen Mo, Nigel Dudley, Aurélie Shapiro, Naikoa Aguilar-Amuchastegui, P. Y. Ling, Christa Anderson, e A. Marx. "Deforestation fronts: Drivers and responses in a changing world." *The World Wide Fund for Nature (WWF), Gland, Switzerland* 125 (2021). https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/deforestation_fronts_drivers_and_responses_in_a_changing_world_full_report_1.pdf
- 20 Brown, Sarah. "Growing soy on cattle pastures can eliminate Amazon deforestation in Brazil." *Mongabay*. 04 de novembro de 2022. <https://news.mongabay.com/2022/11/growing-soy-on-cattle-pasture-can-eliminate-amazon-deforestation-in-brazil/>
- 21 *ibid.*
- 22 Gil, Juliana. "Carbon footprint of Brazilian soy." *Nature Food* 1, no. 6 (2020): 323-323. <https://www.nature.com/articles/s43016-020-0106-x>
- 23 Figure: "Brazil Soybean Crop Production Map." United States Department of Agriculture (USDA). Accessed from https://ipad.fas.usda.gov/rssiws/al/crop_production_maps/Brazil/Municipality/Brazil_Soybean.png
- 24 Escobar, Neus, E. Jorge Tizado, Erasmus KHJ zu Ermgassen, Pernilla Löfgren, Jan Börner, e Javier Godar. "Spatially-explicit footprints of agricultural commodities: Mapping carbon emissions embodied in Brazil's soy exports." *Global Environmental Change* 62 (2020): 102067. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102067>
- 25 "Global Witness records the highest number of land and environmental activists murdered in one year – with the link to accelerating climate change of increasing concern." *Global Witness*. 29 de julho de 2020. <https://www.globalwitness.org/en/press-releases/global-witness-records-the-highest-number-of-land-and-environmental-activists-murdered-in-one-year-with-the-link-to-accelerating-climate-change-of-increasing-concern/>
- 26 Lennon, Seane. "Mudanças climáticas preocupam 72% dos produtores de soja." *AGROLINK*. https://www.agrolink.com.br/noticias/mudancas-climaticas-preocupam-72--dos-produtores-de-soja_471712.html

- 27 Equipe Mais Soja. “Mudanças climáticas são a maior preocupação de 72% dos produtores de soja.” Soja. 17 de outubro de 2022. <https://maissoja.com.br/mudancas-climaticas-sao-a-maior-preocupacao-de-72-dos-produtores-de-soja/>
- 28 “Top 10 riscos e oportunidades para o Agronegócio | 2022.” https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/pt_br/topics/cea/ey-top-10-riscos-e-oportunidades-para-o-agronegocio-2022.pdf
- 29 Almeida, C. T., J. F. Oliveira-Júnior, R. C. Delgado, P. Cubo, e M. C. Ramos. “Spatiotemporal rainfall and temperature trends throughout the Brazilian Legal Amazon, 1973–2013.” *International Journal of Climatology* 37, no. 4 (2017): 2013–2026. <https://doi.org/10.1002/joc.4831>
- 30 Hofmann, Gabriel S., Manoel F. Cardoso, Ruy JV Alves, Eliseu J. Weber, Alexandre A. Barbosa, Peter M. de Toledo, Francisco B. Pontual et al. “The Brazilian Cerrado is becoming hotter and drier.” *Global Change Biology* 27, no. 17 (2021): 4060–4073. <https://doi.org/10.1002/joc.4831>
- 31 Marengo, José A., Juan C. Jimenez, Jhan-Carlo Espinoza, Ana Paula Cunha, e Luiz EO Aragão. “Increased climate pressure on the agricultural frontier in the Eastern Amazonia–Cerrado transition zone.” *Scientific reports* 12, no. 1 (2022): 457. <https://doi.org/10.1111/gcb.15712>
- 32 Choi, Jung, Seok-Woo Son, Jian Lu, e Seung-Ki Min. “Further observational evidence of Hadley cell widening in the Southern Hemisphere.” *Geophysical Research Letters* 41, no. 7 (2014): 2590–2597. <https://doi.org/10.1002/2014GL059426>
- 33 Hofmann, Gabriel Selbach, Rafael Cesar Silva, Eliseu Jose Weber, A. A. Barbosa, L. F. B. Oliveira, Ruy Jose Valka Alves, Heinrich Hasenack, Venisse Schossler, Francisco Eliseu Aquino, e Manoel Ferreira Cardoso. “Changes in atmospheric circulation and evapotranspiration are reducing rainfall in the Brazilian Cerrado.” *Scientific Reports* 13, no. 1 (2023): 11236. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38174-x>
- 34 Rajão, Raoni, Argemiro Leite-Filho e Britaldo Soares-Filho. “O Impacto das Mudanças Climáticas Locais, Regionais e Globais na Agropecuária Brasileira.” *Fórum do Futuro*. 16 de março de 2022. <https://www.forum dofuturo.org/post/o-impacto-das-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas-locais-regionais-e-globais-na-agropecu%C3%A1ria-brasileira>
- 35 “Finance for a Forest-Positive Future: the transition to sustainable cattle and soy.” *Innovative Finance for the Amazon, Cerrado and Chaco*. https://www.tropicalforestalliance.org/assets/IFACC/IFACC_RE-PORT_Low.pdf?vid=3
- 36 Felin, Bruno, Rafael Feltran-Barbieri, e Virginia Barbosa. “Nova Economia da Amazônia requer investimentos de R\$ 1,4 trilhão para agricultura e pecuária.” *WRI Brasil*. 24 de julho de 2023. <https://www.wribrasil.org.br/noticias/nova-economia-da-amazonia-requer-investimentos-de-r-14-trilhao-para-agricultura-e-pecuaria>
- 37 Correia Filho, Washington Luiz Félix, José Francisco de Oliveira-Júnior, Dimas de Barros Santiago, Hazem Ghassan Abdo, Hussein Almohamad, Ahmed Abdullah Al Dughairi, e Carlos Antonio da Silva Junior. “The assessment of climatic, environmental, and socioeconomic aspects of the Brazilian Cerrado.” *Ecological Processes* 12, no. 1 (2023): 19. <https://doi.org/10.1186/s13717-023-00433-0>
- 38 Campos, Juliana de Oliveira, e Henrique Marinho Leite Chaves. “Trends and variabilities in the historical series of monthly and annual precipitation in cerrado biome in the period 1977–2010.” *Revista Brasileira de Meteorologia* 35 (2020): 157–169. <https://doi.org/10.1590/0102-7786351019>
- 39 Marengo, José A., Juan C. Jimenez, Jhan-Carlo Espinoza, Ana Paula Cunha, e Luiz EO Aragão. “Increased climate pressure on the agricultural frontier in the Eastern Amazonia–Cerrado transition zone.” *Scientific reports* 12, no. 1 (2022): 457. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04241-4>
- 40 *ibid.*
- 41 Libonati, Renata, João L. Geirinhas, Patrícia S. Silva, Ana Russo, Julia A. Rodrigues, Liz BC Belém, Joana Nogueira et al. “Assessing the role of compound drought and heatwave events on unprecedented 2020 wildfires in the Pantanal.” *Environmental Research Letters* 17, no. 1 (2022): 015005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac462e>
- 42 “Glasgow Leaders Issue Declaration on Forests and Land Use.” *World Resources Institute*. 02 de novembro de 2021. <https://www.wri.org/news/statement-glasgow-leaders-issue-declaration-forests-and-land-use/>
- 43 Moreira, Assis. “EU New Rules Against Deforestation Reach 80% of Brazil’s Agricultural Exports.” *Agribusiness | valorinternational (globo.com)*, 14 de setembro de 2022. <https://valorinternational.globo.com/empresas/agronegocios/valor/Ultimas/empresas/agronegocios/valor/Ultimas/agronegocios/valor/Ultimas/1024424-ue-aumenta-lista-meias-e-pecuaria-e-atinge-80-das-exportacoes-do-agro-do-brasil>
- 44 Moreira, Assis. “Brazil Criticizes Unilateral Measures of the European Union at WTO.” *Valor International (Globo.com)*. 05 de junho de 2023. <https://valorinternational.globo.com/politics/news/2023/06/05/brazil-criticizes-unilateral-measures-of-the-european-union-at-wto.ghtml>
- 45 “Climate-Related Financial Regulation Explorer.” *Orbitas*. <https://orbitas.finance/climate-related-regulations-map/>
- 46 Canby, Kerstin, Genevieve Bennett e Verena Manolis. “China and Brazil have a Joint Commitment to End Illegal Deforestation Driven by Trade. What Does This Mean for Major Importers like the EU, UK, and US?” *Forest Trends Blog*. 21 de abril de 2023. <https://www.forest-trends.org/blog/china-and-brazil-have-a-joint-commitment-to-end-illegal-deforestation-driven-by-trade/>
- 47 “Brazil’s Cattle Sector Amidst Climate Transitions.” *Orbitas*. Abril de 2024. <https://orbitas.finance/brasil-gado-as-mudancas-climaticas-impactos-financeiros>

- 48 Harvey, Simon. "COP26 – JBS, Cargill join ten-strong commodity group pledging to end deforestation." Just-Food. 02 de novembro de 2021. <https://www.just-food.com/news/cop26-jbs-cargill-join-ten-strong-commodity-group-pledging-to-end-deforestation>
- 49 "Leading financial institutions commit to actively tackle deforestation." Climate Champions. 02 de novembro de 2021. <https://climatechampions.unfccc.int/leading-financial-institutions-commit-to-actively-tackle-deforestation/>
- 50 Spring, Jake. "Exclusive: European investors threaten Brazil divestment over deforestation." Reuters. 19 de junho de 2020. <https://www.reuters.com/article/us-brazil-environment-divestment-exclusi/exclusive-european-investors-threaten-brazil-divestment-over-deforestation-idUSKBN23Q1MU>
- 51 Reed, Betsy. "A third of companies linked to deforestation have no policy to end it." The Guardian. 15 de fevereiro de 2023. <https://www.theguardian.com/environment/2023/feb/15/a-third-of-companies-linked-to-deforestation-have-no-policy-to-end-it>
- 52 Köberle, Alexandre, Shivika Mittal, e Charles Donovan. "Climate Change and the Future of Food Part 1 – Risks to the Agricultural Sector." Centre for Climate Finance and Investment, Imperial College. Julho de 2021. <https://www.imperial.ac.uk/business-school/ib-knowledge/finance/agribusiness-not-ready-the-sudden-shocks-climate-change>
- 53 "What is 30x30?" Conservation Corridor. <https://conservationcorridor.org/what-is-30x30/>
- 54 "Brazil's Cattle Sector Amidst Climate Transitions." Orbitas. Abril de 2024. <https://orbitas.finance/brasil-gado-as-mudancas-climaticas-impactos-financeiros>
- 55 Ritchie, Hannah. "Is our appetite for soy driving deforestation in the Amazon?" 2021. OurWorldInData. <https://ourworldindata.org/soy>
- 56 "Brazil's Cattle Sector Amidst Climate Transitions." Orbitas. Abril de 2024. <https://orbitas.finance/2024/03/28/brazil-cattle-climate-change-financial-impacts>
- 57 "Country Summary: Brazil." USDA Foreign Agricultural Service. <https://ipad.fas.usda.gov/countrysummary/Default.aspx?id=BR&crop=Soybean>
- 58 Consulte o relatório de metodologia para detalhes sobre a seleção e classificação de fazendas representativas.
- 59 Arsenault, Chris. "Brazil urged to expand land rental market but small farmers aren't convinced." Reuters. 08 de setembro de 2016. <https://www.reuters.com/article/idUSKCN1E1DR/>
- 60 Gross, Anna Sophie. "As Brazilian agribusiness booms, family farms feed the nation." Mongabay Series: Amazon Agribusiness. 17 de janeiro de 2019. <https://news.mongabay.com/2019/01/as-brazilian-agribusiness-booms-family-farms-feed-the-nation/>
- 61 Ibid.
- 62 Lujan, Breanna. "A Comparison of Supply Chain Tracking Tools for Tropical Forest Commodities in Brazil." Environmental Defense Fund. https://www.edf.org/sites/default/files/documents/Supply_Chain_Tracking_Tools.pdf
- 63 Souza, Priscila Z., Wagner Faria de Oliveira, e Mariana Stussi. "Challenges of Rural Insurance in the Context of Climate Change: the Case of Soybeans." Climate Policy Initiative. 10 de abril de 2023. <https://www.climatepolicyinitiative.org/publication/challenges-of-rural-insurance-in-the-context-of-climate-change-the-case-of-soybeans/#p23>
- 64 Fiocco, David, Vasanth Ganesan, Maria Garcia de la Serrana Lozano, e Hussain Sharifi. "Agtech: Breaking down the farmer adoption dilemma." McKinsey & Company. 7 de fevereiro de 2023. <https://www.mckinsey.com/industries/agriculture/our-insights/agtech-breaking-down-the-farmer-adoption-dilemma>
- 65 Gebbers, Robin, e Viacheslav I. Adamchuk. "Precision agriculture and food security." Science 327, no. 5967 (2010): 828-831. <https://doi.org/10.1126/science.1183899>
- 66 Monteiro, António, Sérgio Santos, e Pedro Gonçalves. "Precision agriculture for crop and livestock farming— Brief review." Animals 11, no. 8 (2021): 2345. <https://doi.org/10.3390/ani11082345>
- 67 Leclerc, Rob. "The Road to Automated Agriculture Begins in Brazil." AgFunderNews. 10 de julho de 2019. <https://agfundernews.com/the-road-to-automated-agriculture-begins-in-brazil>
- 68 Umburanas, Renan Caldas, Jackson Kawakami, Elizabeth Anna Ainsworth, José Laércio Favarin, Leonardo Zabot Anderle, Durval Dourado-Neto, e Klaus Reichardt. "Changes in soybean cultivars released over the past 50 years in southern Brazil." Scientific Reports 12, no. 1 (2022): 508. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04043-8>
- 69 Monteiro, Fiorita Faria, Adriano Teodoro Bruzi, Karina Barroso Silva, Carlos Eduardo Pulcinelli, Igor Oliveri Soares, e Maria Laene Moreira Carvalho. "Breeding for yield and seed quality in soybean." Euphytica 217, no. 12 (2021): 212. <https://doi.org/10.1007/s10681-021-02943-4>
- 70 Abdala, Lucas J., María E. Otegui, e Guido Di Mauro. "On-farm soybean genetic progress and yield stability during the early 21st century: A case study of a commercial breeding program in Argentina and Brazil." Field Crops Research 308 (2024): 109277. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109277>
- 71 Anghinoni, Guilherme, Fernanda Brunetta Godinho Anghinoni, Cássio Antonio Tormena, Alessandro Lucca Braccini, Ieda de Carvalho Mendes, Leandro Zancanaro, e Rattan Lal. "Conservation agriculture strengthen sustainability of Brazilian grain production and food security." Land use policy 108 (2021): 105591. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105591>
- 72 "Abertura." The Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa). 21 de janeiro de 2022. <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/sistema-plantio-direto>

- 73 Malins, Chris. "Multiple and cover cropping in Brazil: Status and opportunities for biofuel production." Cerology. Janeiro de 2022. <https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/01/cover-cropping-biofuel-brazil-jan22.pdf>
- 74 Pieri, Christian, Guy Evers, John Landers, Paul O'Connell, e Eugene Terry. "No-till farming for sustainable rural development." (2002). <https://www.amicaledesanciensducirad.fr/images/pdf/NotillFarmingforSustainableDevelopment.pdf>
- 75 Gianessi, Leonard P. "Importance of Herbicides for No-Till Agriculture in South America." International Pesticide Benefits Case Study No. 111. CropLife. Novembro de 2014. <https://croplife.org/case-study/importance-of-herbicides-for-no-till-agriculture-in-south-america/>
- 76 Malins, Chris. "Multiple and Cover Cropping in Brazil: Status and Opportunities for Biofuel Production." Cerology. Janeiro de 2022. <https://theicct.org/wp-content/uploads/2022/01/cover-cropping-biofuel-brazil-jan22.pdf>
- 77 Elobeid, Amani, Marcelo MR Moreira, Cicero Zanetti De Lima, Miguel Carriquiry, e Leila Harfuch. "Implications of biofuel production on direct and indirect land use change: Evidence from Brazil." Biofuels, Bioenergy and Food Security, pp. 125-143. Academic Press, 2019. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803954-0.00007-3>
- 78 "Integrated crop-livestock-forestry systems." The Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa) - Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). <https://www.embrapa.br/en/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf/nota-tecnica>
- 79 de Albuquerque Nunes, Pedro Arthur, Emilio Andrés Laca, Paulo César de Faccio Carvalho, Meng Li, William de Souza Filho, Taise Robinson Kunrath, Amanda Posselt Martins, e Amélie Gaudin. "Livestock integration into soybean systems improves long-term system stability and profits without compromising crop yields." Scientific reports 11, no. 1 (2021): 1649. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81270-z>
- 80 Tolo, Marley Nunes Vituri, Sílvia Helena Bonilla, Rodrigo Carlo Tolo, Helton Raimundo Oliveira Silva, e Irenilza de Alencar Nääs. "Development indicators and soybean production in Brazil." Agriculture 11, no. 11 (2021): 1164. <https://doi.org/10.3390/agriculture11111164>
- 81 "Bloomberg Intelligence Projects Plant-based Foods Market to Hit \$162 Billion in Next Decade." Bloomberg. 11 de agosto de 2021. <https://www.bloomberg.com/company/press/plant-based-foods-market-to-hit-162-billion-in-next-decade-projects-bloomberg-intelligence/>
- 82 "Prioridades E Principais Dificuldades No Acesso Ao Crédito E Seguro Rural Plano Agrícola E Pecuário." Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) and Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR). https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/RESULTADO_PESQUISA_PRODUTORES_ATEG-PAP2021_2022.pdf
- 83 de Albuquerque, Amanda, Juliano Assunção, Pablo Castro, Natalie Hoover, e Giovanna de Miranda. "Smallholders in the Caatinga and the Cerrado: A Baseline Analysis for a Rural Just Transition in Brazil." Climate Policy Initiative. 13 de fevereiro de 2023. <https://www.climatepolicyinitiative.org/publication/smallholders-in-the-caatinga-and-the-cerrado-a-baseline-analysis-for-a-rural-just-transition-in-brazil/>
- 84 Dietrich, Jan Philipp, Christoph Schmitz, Christoph Müller, Marianela Fader, Hermann Lotze-Campen, e Alexander Popp. "Measuring agricultural land-use intensity—A global analysis using a model-assisted approach." Ecological Modelling 232 (2012): 109-118. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2012.03.002>
- 85 "Planilhas de Custos de Produção - Séries Históricas." Conab. <https://www.conab.gov.br/agricultura-familiar/paanet/entregas/itemlist/category/414-planilhas-de-custos-de-producao-series-historicas>
- 86 Dawes, Allegra, Cy McGeady, e Joseph Majkut. "Voluntary Carbon Markets: A Review of Global Initiatives and Evolving Models." Center for Strategic and International Studies (CSIS). 31 de maio de 2023. <https://www.csis.org/analysis/voluntary-carbon-markets-review-global-initiatives-and-evolving-models>
- 87 "The green hidden gem – Brazil's opportunity to become a sustainability powerhouse." McKinsey & Company. 04 de novembro de 2022. <https://www.mckinsey.com/br/en/our-insights/all-insights/the-green-hidden-gem-brazils-opportunity-to-become-a-sustainability-powerhouse>
- 88 "OECD-FAO Business Handbook on Deforestation and Due Diligence in Agricultural Supply Chains." Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 07 de julho de 2023. <https://www.oecd.org/publications/oecd-fao-business-handbook-on-deforestation-and-due-diligence-in-agricultural-supply-chains-c0d4bca7-en.htm>
- 89 Nogueira, Saulo. "Livestock and Products Semi-annual." Report Number BR2023-0004. U.S. Department of Agriculture (USDA) Foreign Agricultural Service. 03 de março de 2023. <https://www.climateadvisers.org/insights/feed/revitalizing-us-brazilian-cooperation-on-climate/>

ORBITAS
A Climate Advisers Initiative

**CLIMATE
ADVISERS**

O Setor de Soja Brasileiro em Meio às Transições Climáticas



Contatos

info@orbitas.finance
www.orbitas.finance

info@climateadvisers.org
www.climateadvisers.org

Siga-nos

X/twitter:
[@OrbitasFinance](https://twitter.com/OrbitasFinance)
[@ClimateAdvisers](https://twitter.com/ClimateAdvisers)

LinkedIn:
[@Orbitas](https://www.linkedin.com/company/orbitas)
[@ClimateAdvisers](https://www.linkedin.com/company/climateadvisers)